

XR Academia

**OPEN
PRESS
TiU**



XR Academia:

Research and Experiences in Virtual Reality,
Augmented Reality, Mixed Reality, and Artificial
Intelligence in Latin America and Europe

English - Español

Editors: Alexandra Sierra Rativa – Sindy Carolina Bernal – Juan Manuel Escobar –
Andres Burbano – Andres A. Navarro-Newball – Marie Postma – Menno van Zaanen

XR Academia: Research and Experiences in Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality, and Artificial Intelligence in Latin America and Europe

XR Academia: Investigaciones y Experiencias en Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Realidad Mixta e Inteligencia Artificial en América Latina y Europa

Editors: ALEXANDRA SIERRA RATIVA
SINDEY CAROLINA BERNAL
JUAN MANUEL ESCOBAR
ANDRES ALBERTO BURBANO LOPEZ
ANDRES A. NAVARRO-NEWBALL
MARIE POSTMA
MENNO VAN ZAAENEN

ISBN: 9789403679112 (Interactive PDF)

DOI: 10.26116/6wmmr-t534

Published by: Open Press TiU

Contact details: info@openpresstiu.edu

<https://www.openpresstiu.org/>

Cover & Layout Design by: Wolf Publishers, Claudia Tofan & KaftWerk, Janine Hendriks

Cover Images designed by: Katherine Reyes Muñoz, Canvar

Peer review (Par Académico): Gabriel Vieira Posada, Ph.D. Profesor de Narrativas inmersivas, Facultad de Comunicaciones y Filología, U. de Antioquia. Co-investigador Pedagogías Sociales innovadoras, UQAC, Quebec.

Peer review (Par Académico): John Jairo Páez Rodríguez. Profesor de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



Open Press TiU is the academic Open Access publishing house for Tilburg University and beyond. As part of the Open Science Action Plan of Tilburg University, Open Press TiU aims to accelerate Open Access in scholarly book publishing.

The **TEXT** of this book has been made available Open Access under a Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 license.



Contents

Introduction	5
Chapter 1	
Destino Research Group: A Journey in XR	16
Chapter 2	
A visit to SADiLaR	38
Chapter 3	
Digital Twin for Virtual Pottery	63
Chapter 4	
Justin Beaver Stories: A conversational and empathic virtual animal in mixed reality technology	85
Chapter 5	
Prototype of an augmented reality system to support the university induction yincana	124
Chapter 6	
Virtual space used as a pedagogical tool to understand real space	159
Chapter 7	
A virtual reality application with haptic feedback as a psychotherapy tool for schizophrenia	190
Chapter 8	
Reflections on storytelling in Virtual Reality: the experience of Entre Luces y Sombras RV	215
Chapter 9	
Augmented Reality Based Physical Activity Game	237
Chapter 10	
XR Narratives for Sensorially Diverse Children	260
Chapter 11	
Framework for design and development of immersive transmedia experiences: Miladys and Halo Media	294
Chapter 12	
Inclusive Teaching Resources Design Integration of Analog and Digital Tools for Inclusion	316
Chapter 13	
Immersion and empathy: the question of the adoption of virtual reality	354
Chapter 14	
Virtual Voice Illusions: A Short Review	371

Introduction

Introducción

Introduction

One of the main challenges facing many researchers, entrepreneurs, and teachers is becoming – and staying – informed about recent technological innovations, knowing how they can be used, and by who. Nowadays, new concepts are entering our lives, such as Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR), Extended Reality (XR) and Artificial Intelligence (AI). For instance, XR is defined as range of virtual realities that have the potential to foster immersive digital experiences (**Kwok and Koh, 2021**)¹. This range includes AR, MR and VR. Indeed, interest in XR has been on the rise largely due to the fact that these technologies offer opportunities to provide users with live immersive digital experiences (**Gironacci, Vincs & McCormick, 2020**)². Today, XR applications can be commonly found within simulations for the entertainment and training industries (**Gironacci, Vincs, McCormick, 2020**). Moreover, the COVID-19 pandemic fuelled further research and applications in the field, giving rise to a number of novel tools for interaction in XR worlds (**Kolivand et al., 2020**³; **López et al. 2022**)⁴. As AR and VR have become familiar technologies and XR breaks down the border between the virtual and real space, related markets grow rapidly every year, with big players such as Microsoft (2021)⁵, Meta (2021)⁶ and others gambling their reputations on the success of the metaverse, which is built upon XR technologies. However, many challenges remain. For example, XR worlds often are limited by the predictability of the simulation, and there are no formal means by which to create XR content, requiring the

-
1. Kwok, A. O., & Koh, S. G. (2021). COVID-19 and extended reality (XR). *Current Issues in Tourism*, 24(14), 1935-1940.
 2. Gironacci, I., Vincs, K., McCormick, J. (2020). A Recommender System of Extended Reality Experiences. In *Proceedings of the 2020 3rd International Conference on Image and Graphics Processing (ICIGP 2020)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 96–100. DOI:<https://doi.org/10.1145/3383812.3383839>
 3. Kolivand H., Prakash E., López M., Hernández D., Navarro-Newball A.A. (2021) Reimagining the Book ... Again! A New Framework for Smart Books Using Digital Twins Technology. In: Nesmachnow S., Hernández Callejo L. (eds) *Smart Cities. ICSC-CITIES 2020. Communications in Computer and Information Science*, vol 1359. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69136-3_16
 4. López M.C., Hernández D., Navarro-Newball A.A., Prakash E.C. (2022) VIA: A Virtual Informative Assistant for Smart Tourism. In: Nesmachnow S., Hernández Callejo L. (eds) *Smart Cities. ICSC-Cities 2021. Communications in Computer and Information Science*, vol 1555. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96753-6_2
 5. Microsoft (2021). What is Microsoft's Metaverse? <https://www.youtube.com/watch?v=Qw6UCwCt4bE&t=13s> Wikipedia (2022).
 6. Meta (2021). The metaverse and how we will build it together: Connect 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=Uvufun6xer8>

content author to duplicate content for a specific user interaction environment (**Lee et al., 2020**)⁷. Studies in AI and its application to VR promise to improve their “human motion detection/recognition” when VR Technology is collecting data about users (**Bui and Alaei, 2022**)⁸. The impact of XR on academia is understudied, particularly regarding Latin American Studies, where Spanish, as opposed to English, is the predominant written language.

Recognizing VR, AR, MR and AI’s trends and challenges, a group of academics, entrepreneurs and professionals founded **XR Academia**. The mission of **XR Academia** (previously known as XRColumbia and The Netherlands International Conference) “*is to connect all universities, schools, and innovative companies worldwide to talk about VR/AR/MR/AI, and their potential impact on education, innovation companies, and the research environment,*” (**XR Academia, 2022**)⁹. Considering that great inventions and innovations are developed in Latin America but fail to be published internationally, our aim was to open a door to allow the permanent exchange between two languages; Spanish and English.

Seven editors were tasked with editing this book. **Alexandra Sierra Rativa**, the Chief Editor, and co-founder of the XR ACADEMIA event, would like to foster an international relationship between Colombia and the Netherlands and bring this book as a contribution to the scholarship doctoral given by Minciencias, Colombia. **Sindey Bernal**, the co-founder of the **XR Academia** event, wanted to stimulate the international research on innovation and education with emerging technologies carried out at Universidad El Bosque, Colombia. **Andrés Adolfo Navarro Newball** supported the academic publication through the “Destino” research group, categorized by Minciencias, representing the Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia. **Juan Manuel Escobar**, a lecturer at Universidad El Bosque, Colombia, and an active member of XRCOL, provides a contribution to these topics from the perspective of Latin American companies and stakeholders. **Andrés Burbano** lends his perspective from the artistic collectives occupying VR spaces in France and Colombia and also his expertise in research in this field. **Menno van Zaanen** was able to share views from

-
7. Lee, Y., Moon, C., Ko, H., Lee, S-H., and Yoo, B. 2020. Unified Representation for XR Content and its Rendering Method. In The 25th International Conference on 3D Web Technology (Web3D ‘20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 21, 1–10. DOI:<https://doi.org/10.1145/3424616.3424695>
 8. Bui, V., & Alaei, A. (2022). Virtual reality in training artificial intelligence-based systems: a case study of fall detection. *Multimedia Tools and Applications*, 1-18.
 9. XR Academia (2022). XR Academia. <https://www.xracademia.com>

Europe, and more specifically the Netherlands, and also his current research in South Africa on behalf of SADILaR. **Marie Postma**, the editor, and **Pieter Spronck**, former Head of the Cognitive Science and AI department at Tilburg University, offer their contribution in financing this book published on the Open Press TiU (Tilburg University) and allowing it to be available for free online. **Andres Burbano**, **Sindey Bernal**, **Juan Manuel Escobar** and **Alexandra Sierra**, active members of the Colombian association XRCOL¹⁰ and XR LATAM, wanted to foster collaboration on the topics of immersive and emerging technologies in Colombia's ecosystem by helping others to improve their XR projects' visibility. Each of them contributed to making this publication available in both Spanish and English, and further provided observations, comments and feedback to the authors of each chapter.

The book **XR Academia** has at its core the objective of making immersive technology accessible and visible worldwide, with the simultaneous breaking-down of linguistic barriers. Both European and Latin American authors can read each other's work(s), allowing knowledge and experience in extended reality to be shared. Another important aspect of **XR Academia** is its attempt to introduce an open science contribution to the issues of immersive technologies, in order to inspire new generations that do not have access to increasingly expensive publications. Additionally, this book was accompanied by two conferences held on a digital platform (avatars) that invited more than 30 professional speakers worldwide to share their experiences and knowledge on the subject(s) of VR, AR, MR, and AI. The most recent international conference, **XR Academia 2022**, dedicated to presenting developments in the field of XR in both Latin America and Europe, in both Spanish and English, was supported by Benjamin de Wit, VRDays in Amsterdam, who offered the possibility to use Laval Virtual World for this conference and hybrid event in Colombia and The Netherlands. Thanks to **Christian Diaz** and **Samuel Acosta Ortiz** for hosting the physical event on the campus of EAFIT University, Medellin; **Andrés Adolfo Navarro Newball** for hosting the physical event on the campus of Pontificia Universidad Javeriana, Cali; **Fidel Mauricio Ramirez** and **Sindey Carolina Bernal Newball** for hosting the physical event on the campus Universidad El Bosque, Bogota. Finally, we received tremendous support from Arnoud Versluis and Marnix van Gisbergen representing Breda University of Applied Sciences in Breda with the hosting of the physical event on the university campus and the participation of BUAs staff in this event (**Laura Pardo**, **Miruna Doicaru**, **Charlie Hicks**, and **Luca Quartesan**).

10. XRCOL (2022). XRCOL Association. <https://xrcol.com>

This volume includes fourteen selected chapters from presenters from the 2020 and 2021 events. These chapters describe research and experiences on a wide range of XR applications, which include entertainment, health, narration, education, psychotherapy, guidance, language, culture and arts. Thus, chapters 1 and 2 describe the experiences of applied XR projects. In Colombia (chapter 1), the Destino group presents its projects in various areas over the years. In South Africa (Chapter 2), SADiLaR, the South African Centre for Digital Language Resources explains how XR technologies are used to promote this area. Chapters 3 and 4 explain the results of doctoral research. Chapter 3 presents how the traditional ceramic-making process can be recreated using virtual reality technology. Likewise, chapter 4 studies empathy and the educational potential of virtual animals. Empathy is also studied in chapter 13, which contrasts the observer's reception of immersive video in virtual reality compared to traditional video, arguing that virtual reality can produce more empathy. The problem is deepened in chapter 14, when the incarnation of users in a range of bodies using voice illusions is analyzed. Chapter 5, proposes a formative research experience at the undergraduate level that consists of an activity to guide the new students of a university through augmented reality. Chapters 6 and 7 explore the potential of virtual reality in different contexts. Chapter 6 suggests the use of virtual spaces to achieve a greater understanding of real spaces. In addition (chapter 7), the application of haptic interaction for psychotherapy processes in people with schizophrenia is explored, introducing applications on mental health issues. Chapter 9 makes an approach to applications that favor physical health. Here, the use of augmented reality is proposed through a game to improve motor skills in patients. Chapters 8, 11 10 address the problem of narrative. Chapter 8 gives us a reflection on storytelling in virtual reality environments. Chapter 11 proposes a framework for the development of immersive transmedia narrative experiences that are supported by virtual reality. Chapter 10 describes a project that seeks the inclusion of XR systems in children with sensory diversity through narrative and art. Finally, inclusion is also addressed in Chapter 12. Here, it is explained how universal design is used for learning by presenting educational resources that allow greater inclusion through the management of emotions. The authors come from many places in the world, lending ***XR Academia*** an impact beyond merely Latin America and Europe. Each chapter has a link to a video or QR Code, to allow readers to attain a broader idea of the projects developed by the authors. Also, each chapter is accompanied by a biography of the authors, giving the reader a clearer understanding of the perspective from which each chapter was written.

We would like to thank each person who supported us with the realization of our first book, ***XR Academia***, and we invite readers to join us in the mission of increasing the visibility of immersive technology research, improving its global accessibility as a high-quality educational toolset, and of making science open to researchers and projects from Latin America and Europe through such a publication.

Virtual best regards,

Andrés Adolfo Navarro Newball and Alexandra Sierra Rativa

Introducción

Uno de los principales desafíos a los que se enfrentan muchos investigadores, empresarios y docentes es estar y mantenerse informados acerca de las innovaciones tecnológicas recientes, saber cómo se pueden utilizar y por quién. Hoy en día, en nuestras vidas están apareciendo nuevos conceptos como la Realidad Virtual (VR), la Realidad Aumentada (AR), la Realidad Mixta (MR), la Realidad Extendida (XR) y la Inteligencia Artificial (AI). Por ejemplo, la XR se define como una gama de realidades virtuales que tienen el potencial de fomentar experiencias digitales inmersivas (**Kwok y Koh, 2021**)¹¹. Esta gama incluye AR, MR y VR. De hecho, el interés en XR ha ido en aumento debido en gran parte al hecho de que estas tecnologías ofrecen oportunidades para proporcionar a los usuarios experiencias digitales inmersivas en vivo (**Gironacci, Vincs & McCormick, 2020**)¹². Hoy en día, las aplicaciones XR se pueden encontrar comúnmente dentro de las simulaciones para las industrias del entretenimiento y la educación (**Gironacci, Vincs, McCormick, 2020**). Además, la pandemia de COVID-19 impulsó nuevas investigaciones y aplicaciones en el campo, dando lugar a una serie de nuevas herramientas para la interacción en mundos XR (**Kolivand et al., 2020**¹³; **López et al. 2022**¹⁴). A medida que la AR y la VR se han convertido en tecnologías familiares y las XR traspasan la frontera entre el espacio virtual y el real, los mercados relacionados crecen rápidamente cada año, con grandes jugadores como Microsoft (2021), Meta (2021) y otros que apuestan su reputación por el éxito del metaverso, que se basa en las tecnologías XR. Sin embargo, aún quedan muchos desafíos. Por ejemplo, los mundos XR a menudo están limitados por la previsibilidad de la simulación, y no hay medios formales para crear contenido XR, lo que requiere que el autor del contenido

11. Kwok, A. O., & Koh, S. G. (2021). COVID-19 and extended reality (XR). *Current Issues in Tourism*, 24(14), 1935-1940.

12. Gironacci, I., Vincs, K., McCormick, J. (2020). A Recommender System of Extended Reality Experiences. In *Proceedings of the 2020 3rd International Conference on Image and Graphics Processing (ICIGP 2020)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 96–100. DOI:<https://doi.org/10.1145/3383812.3383839>

13. Kolivand H., Prakash E., López M., Hernández D., Navarro-Newball A.A. (2021) Reimaging the Book ... Again! A New Framework for Smart Books Using Digital Twins Technology. In: Nesmachnow S., Hernández Callejo L. (eds) *Smart Cities. ICSC-CITIES 2020. Communications in Computer and Information Science*, vol 1359. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69136-3_16

14. López M.C., Hernández D., Navarro-Newball A.A., Prakash E.C. (2022) VIA: A Virtual Informative Assistant for Smart Tourism. In: Nesmachnow S., Hernández Callejo L. (eds) *Smart Cities. ICSC-Cities 2021. Communications in Computer and Information Science*, vol 1555. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96753-6_2

tenga que duplicar el contenido para cada entorno de interacción orientado un nuevo tipo de usuario específico (**Lee et al., 2020**)¹⁵. Los estudios en AI y su aplicación a la VR prometen mejorar la “detección / reconocimiento de movimiento humano” cuando la tecnología VR recopila datos sobre los usuarios (**Bui y Alaei, 2022**)¹⁶. El impacto de la XR en la academia requiere más estudio, particularmente en lo que respecta a los Estudios Latinoamericanos, donde el español, a diferencia del inglés, es el idioma escrito predominante.

Reconociendo las tendencias y desafíos de la VR, la AR, la MR y la AI, un grupo de académicos, empresarios y profesionales fundaron **XR Academia**. La misión de **XR Academia** (anteriormente conocida como XR Colombia y la Conferencia Internacional de los Países Bajos) *“es conectar a todas las universidades, escuelas y empresas innovadoras de todo el mundo para hablar sobre VR / AR / MR / AI, y su impacto potencial en la educación, las empresas de innovación y el entorno de investigación”* (XRACADEMIA, 2022)¹⁷. Considerando que en América Latina se desarrollan grandes inventos e innovaciones, pero no logran ser conocidos internacionalmente, nuestro objetivo es abrir una puerta que permita el intercambio permanente entre dos idiomas; Español e Inglés.

Siete personas se encargaron de editar este libro. **Alexandra Sierra Rativa**, Editora jefe y cofundadora del evento XR ACADEMIA, desea fomentar una relación internacional entre Colombia y los Países Bajos y traer este libro como una contribución a la beca doctoral impartida por Minciencias, Colombia. **Sindey Bernal**, cofundadora del evento **XR Academia**, quiso estimular la investigación internacional sobre innovación y educación con tecnologías emergentes que se lleva a cabo en la Universidad El Bosque, Colombia. **Andrés Adolfo Navarro Newball** apoyó la publicación académica a través del grupo de investigación “Destino”, categorizado por Minciencias, en representación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia. **Juan Manuel Escobar**, profesor de la Universidad El Bosque, Colombia, y miembro activo de XRCOL, aporta una contribución a estos temas desde la perspectiva de las empresas y grupos de interés latinoamericanos. **Andrés Burbano** presta su perspectiva desde los

15. Lee, Y., Moon, C., Ko, H., Lee, S-H., and Yoo, B. 2020. Unified Representation for XR Content and its Rendering Method. In The 25th International Conference on 3D Web Technology (Web3D '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 21, 1–10. DOI:<https://doi.org/10.1145/3424616.3424695>

16. Bui, V., & Alaei, A. (2022). Virtual reality in training artificial intelligence-based systems: a case study of fall detection. *Multimedia Tools and Applications*, 1-18.

17. XR Academia (2022). XR Academia. <https://www.xracademia.com>

colectivos artísticos que ocupan espacios de VR en Francia y Colombia y también su experiencia en la investigación en este campo. **Menno van Zaanen** pudo compartir puntos de vista de Europa, y más específicamente de los Países Bajos, y también su investigación actual en Sudáfrica en nombre de SADILaR. **Marie Postma**, la editora, y **Pieter Spronck**, ex jefe del departamento de Ciencia Cognitiva e IA de la Universidad de Tilburg, ofrecen su contribución para financiar este libro publicado en Open Press TiU (Universidad de Tilburg) y permitir que esté disponible de forma gratuita en línea. **Andrés Burbano, Sindey Bernal, Juan Manuel Escobar y Alexandra Sierra**, miembros activos de la asociación colombiana XRCOL¹⁸ y XR LATAM, querían fomentar la colaboración en los temas de tecnologías inmersivas y emergentes en el ecosistema de Colombia ayudando a otros a mejorar la visibilidad de sus proyectos XR. Cada uno de ellos contribuyó a que esta publicación estuviera disponible tanto en español como en inglés, y además proporcionó observaciones, comentarios y retroalimentación a los autores de cada capítulo.

El libro **XR Academia** tiene en su núcleo el objetivo de hacer que la tecnología inmersiva sea accesible y visible en todo el mundo, con la ruptura simultánea de las barreras lingüísticas. Tanto los autores europeos como los latinoamericanos pueden leer las obras de los demás, lo que permite compartir el conocimiento y las experiencias en XR. Otro aspecto importante de **XR Academia** es su propuesta de introducir una contribución de la ciencia abierta a los problemas de las tecnologías inmersivas, con el fin de inspirar a las nuevas generaciones que no tienen acceso a publicaciones que cada vez resultan más caras. Además, este libro fue acompañado por dos conferencias celebradas en una plataforma digital (avatares) en donde se invitaron a más de 30 oradores profesionales de todo el mundo a compartir sus experiencias y conocimientos sobre los temas de VR, AR, MR e AI. La conferencia internacional más reciente, **XR Academia 2022**, dedicada a presentar desarrollos en el campo de XR tanto en América Latina como en Europa, tanto en español como en inglés, contó con el apoyo de Benjamin de Wit, VRDays en Ámsterdam, quien ofreció la posibilidad de utilizar Laval Virtual World para esta conferencia y para el evento híbrido en Colombia y los Países Bajos. Gracias a **Christian Díaz y Samuel Acosta Ortiz** por ser los anfitriones del evento físico en el campus de la Universidad EAFIT, Medellín; **Andrés Adolfo Navarro Newball** por ser el anfitrión del evento físico en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali; **Fidel Mauricio Ramírez y Sindey Carolina Bernal** por ser los anfitriones del evento físico en el campus Universidad

18. XRCOL (2022). XRCOL Association. <https://xrcol.com>

El Bosque, Bogotá. Finalmente, recibimos un tremendo apoyo de Arnoud Versluis y Marnix van Gisbergen en representación de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Breda en Breda con la organización del evento físico en el campus universitario y la participación del personal de BUAs en este evento (**Laura Pardo, Miruna Doicaru, Charlie Hicks y Luca Quartesan**).

Este volumen incluye catorce capítulos seleccionados de presentadores de los eventos de 2020 y 2021. Estos capítulos describen la investigación y las experiencias sobre una amplia gama de aplicaciones de XR, que incluyen entretenimiento, salud, narración, educación, psicoterapia, orientación, lenguaje, cultura y artes. Así, los capítulos 1 y 2 describen las experiencias de proyectos aplicados de XR. En Colombia (capítulo 1), el grupo Destino presenta sus proyectos en diversas áreas a través de los años. En Sur África (capítulo 2), SADiLaR, el Centro Sudafricano de Recursos Lingüísticos Digitales explica cómo se utilizan las tecnologías de XR para promover esta área. Los capítulos 3 y 4 explican resultados de investigaciones doctorales. En el capítulo 3 se presenta cómo se puede recrear el proceso tradicional de fabricación de cerámica utilizando tecnología de realidad virtual. Así mismo, en el capítulo 4 se estudia la empatía y el potencial educativo de los animales virtuales. La empatía, es también estudiada en el capítulo 13, en donde se contrasta la recepción del observador hacia el video inmersivo en realidad virtual en comparación con el video tradicional, argumentando que la realidad virtual puede producir más empatía. El problema se profundiza en el capítulo 14, cuando se estudia la encarnación de los usuarios en una gama de cuerpos utilizando ilusiones de voz. El capítulo 5, propone una experiencia de investigación formativa a nivel de pregrado que consiste en una actividad para orientar a los nuevos estudiantes de una universidad a través de la realidad aumentada. Los capítulos 6 y 7 exploran el potencial de la realidad virtual en distintos contextos. En el capítulo 6 se sugiere el uso del espacio virtual para lograr una mayor comprensión del espacio real. Además (capítulo 7), se explora la aplicación de la interacción háptica para los procesos de sicoterapia en personas con esquizofrenia, tocando temas de salud mental. El capítulo 9 hace una aproximación a las aplicaciones que favorecen la salud física. Aquí, se propone el uso de la realidad aumentada a través de un juego para mejorar la motricidad en pacientes. Los capítulos 8, 11 10 abordan el problema de la narrativa. El capítulo 8 nos entrega una reflexión acerca de la narración de historias en ambientes de realidad virtual. En el capítulo 11 se propone un marco para el desarrollo de experiencias narrativas transmedia inmersivas que se apoyan en realidad virtual. Por su parte, en el capítulo 10 se describe un proyecto que busca la inclusión de sistemas de XR en niños con diversidad sensorial a través de la narrativa y el arte. Finalmente,

la inclusión se aborda también en el capítulo 12. Aquí, se explica cómo se utiliza el diseño universal para el aprendizaje presentando recursos educativos que permiten mayor inclusión a través del manejo de las emociones. Los autores provienen muchos lugares del mundo, lo que le da a **XR Academia** un impacto más allá de América Latina y Europa. Cada capítulo tiene un enlace a un video o código QR, para permitir a los lectores alcanzar una idea más amplia de los proyectos desarrollados por los autores. Además, cada capítulo va acompañado de una biografía de los autores, dando al lector una comprensión más clara de la perspectiva desde la que se escribió cada capítulo.

Nos gustaría agradecer a cada persona que nos apoyó con la realización de nuestro primer libro, **XR Academia**, e invitamos a los lectores a unirse a nosotros en la misión de aumentar la visibilidad de la investigación en tecnología inmersiva, mejorar su accesibilidad global como un conjunto de herramientas educativas de alta calidad y de hacer que la ciencia esté abierta a investigadores y proyectos de América Latina y Europa a través de dicha publicación.

Saludos virtuales,

Andrés Adolfo Navarro Newball y Alexandra Sierra Rativa



Chapter 1

Destino Research Group: A Journey in XR

Grupo de Investigación DESTINO: Un viaje en XR

Andrés A. Navarro-Newball

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://youtu.be/2wEUueGdMcl>



Destino Research Group: A Journey in XR

Andrés A. Navarro-Newball
Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia)
anavarro@javerianacali.edu.co

Abstract

We present the experience in XR from the DESTINO Research Group at the Pontificia Universidad Javeriana in Cali, Colombia. We summarised our relevant work to show the wide spectrum of applications in XR. The works presented here include proposals for surgical simulation, narrative systems to increase knowledge in museums, interactive proposals for the preservation of cultural, historical, and natural heritage, inclusive language learning systems, among others. The technologies used for its development include video games, animation, interactive systems, tangible interfaces, the virtual continuum, all within the framework of the XR. For the implementation of these works, we overcame challenges such as the coordination of interdisciplinary teams, the development of appropriate user experiences, the achievement and understanding of information and challenges associated with the use of technology. Several of these projects have made an impact in the real world and all of them have given us the opportunity to deepen our knowledge in XR. We hope this summary will inspire and motivate younger researchers to explore diverse solutions.

Keywords: Virtual Continuum, X Realities, Computer Graphics.

Introduction

The DESTINO research group belongs to the Department of Electronics and Computer Science from the Pontificia Universidad Javeriana, Cali. It was founded in 2002, however, as a founding member I state that the research interest on visual computing started from my side back in 1994 when I developed the GUI of a chess game (Camacho & Navarro-Newball, 1994), just months after I finished attending my computer graphics course. Ever since, I have contributed to the development of the computer graphics field

and brought many research ideas to the group and encouraged students to understand the graphics field and one of its major applications, the X-Realities (XR). In our case, we found several challenges through the different projects, these include:

- Teamwork challenges: proper integration of an interdisciplinary team. Sometimes it is complex to achieve a fluid communication between the members of the group, who do not normally speak the same professional language. In addition, it can be difficult to reach a consensus on the ideas that are ultimately embodied in the projects.
- User experience challenges: this includes aspects of enjoyment and usability of the applications developed. Refining systems requires many users to get involved at different stages of the development process and provide feedback on how the system should be implemented.
- Information challenges: sometimes, it can be difficult to obtain the information necessary for the development of projects. For example, in the case of health-oriented systems, confidentiality can prevent access to patient data and patient testing must be conducted under the highest ethical considerations. One solution is to make agreements with entities and professionals that provide the information required within the framework of the projects following strict ethical guidelines.
- Technological challenges: The field of XR is evolving rapidly. This implies learning to use and integrate new devices in an agile way. The above noting that XR equipment is expensive and requires special configurations, in many cases. On the other hand, the computational part, in several cases, uses techniques that can be complex, or sometimes impossible, to implement. For example, in one of our developments, the final system worked well in the lab, but not in the real world. This was because the machine learning technique used did not work well.

This paper summarises the presentation at the first XRCOL & Netherlands 2020 conference, which took place in November 2020. The idea is to open minds on the broad range of applications and challenges around the field. Next, we describe our work. Then, we finalise with a conclusion.

Our Work

XR concepts and technologies can be applied to surgical simulation. In these kinds of projects, the idea is to train a medical trainee to perform surgery before he/she can interact with a real patient, to guide an expert surgeon or to make a patient understand a surgical procedure. Fig. 1A shows three simulators; the first one is a knee surgery system developed for my MSc dissertation (Navarro-Newball, 1995); the other two were the first XR work within the DESTINO group (Navarro-Newball, Herrera & Marin, 2007). Then, we developed our first 3D heritage reconstruction, which could be used to understand the city of Cali's past (Navarro-Newball et al., 2007) and for a PhD thesis I developed the complex computing model for a dog facial animation system (Navarro-Newball, 2010) (Fig. 1B and C). We found that all natural, cultural, and historical heritage were important. We decided to create games to raise consciousness about different kinds of water sources (Fig. 1D), such as the wetlands (Ochoa Angrino et al., 2013); the water eyes, for which we created an AR board game together with the children of a countryside foundation (Fig. 1F) (Hernández & Navarro-Newball, 2013); and the migratory birds and our indigenous past (Fig. 1E) (Navarro-Newball et al., 2016). At this point we proposed an interactive floor to interact with such games (Fig. 1G) (Ventes et al., 2014). Later, we realised that inclusion was important. Thus, we explored how severely impaired professionals used technology (Contreras, Gómez, Navarro-Newball, 2019) and developed one of our most successful lines of projects, those made in collaboration with the Institute for the Deaf and Blind Children in Cali. These projects are aimed at teaching the Spanish language to children with cochlear implants and many of them are still used and in continuous development (Correa et al., 2018, Navarro-Newball et al., 2014, Martínez et al., 2021) (Fig. 2). Meanwhile, we evolved our XR systems on heritage. We created a prototype project that took a helmet and used it as a tangible interface (Fig. 3B). This helmet allows the user to travel the line of the virtual continuum from the real world (the plastic helmet) to an immersive virtual reality experience, when the user puts on the helmet and becomes a Tlingit indigenous in a virtual world (Loaiza et al., 2017). Also, an XR radio (Fig. 3A) was developed that began a speech once it detected users crossing in front of it using motion detection (Moreno et al., 2015).

Our most successful XR game was the Chimú Adventure, which ran for three years (2014-2017) at the Museo de América de Madrid and allowed the understanding of the ancient Peruvian Chimú culture. It had an on-site and a mobile application (Navarro-Newball et al., 2016, Perea-Tanaka et al., 2015, Moreno et al., 2019) (Fig. 3C). Our more recent developments include an AR system for water pumps maintenance for the public water company in Cali (Castellanos & Navarro-Newball, 2019); an interactive musical instrument from the Pacific Colombian (the Marimba) (Valencia, Cardona, Navarro-Newball, 2019) and Smart Books (Kolivand et al., 2021) (Fig. 3D). All these systems have great potential for integration with digital twins, enhancing the interaction provided by XR. During our journey, we have had to investigate the complex underlying computational models which have allowed us to create very novel systems at different moments (Pilco et al., 2019, Efren et al., 2019, Navarro-Newball et al., 2017). We are starting to explore multisensorial interactive narratives for children with severe visual limitations, again expanding our collaboration with the Institute for the Blind and Deaf Children and thinking about developing a VR digital twin for the maritime port of Buenaventura to explore its modernisation and gamifying my own lectures using technologies from the virtual continuum, such as Minecraft, Hubs, Teams (together mode) and Roomkey.

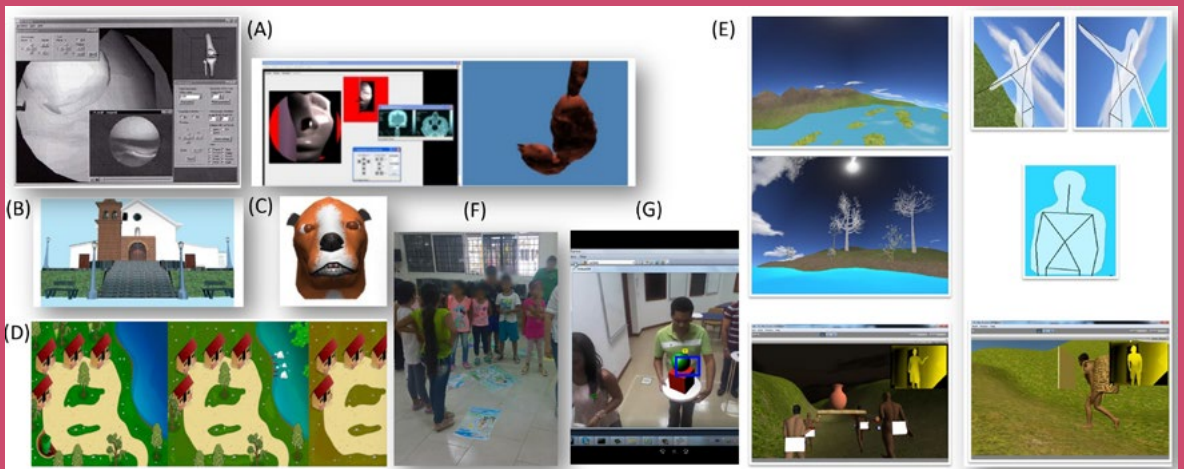


Figure 1. Previous work. A) Surgical simulation. B) Heritage. C) Animation. D) Wetlands rescue. E) Natural and historical heritage. F) A board game. G) An interactive floor.

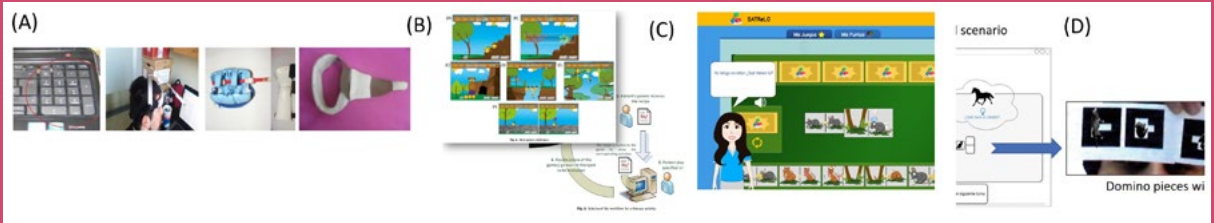


Figure 2. Inclusion. A) Gadgets used by severely impaired people. B) Mechanisation of speech. C) Automatic generation of therapy games. A domino for learning classification. E) The domino in AR.



Figure 3. Evolving heritage. A) Interactive radio. B) Travelling the continuum. C) Different aspect of the Chimú Adventure. D) Great potential for Digital Twins.

Discussion

The process of developing the set of applications presented and potential applications in the area will continue to present challenges related to teamwork, user experience, information, and technology. For a successful interdisciplinary teamwork, it is necessary to understand that this work is a creative process in which all disciplines must contribute, always seeking openness regarding the ideas proposed by all to achieve a consensus in the development of the projects. In this sense, we believe that the work of a cultural manager can be relevant to avoid conflicts and improve communication. In terms of user experience, one of the great difficulties is to convince people to participate in the different evaluations required at the different stages of the projects (Contreras, Gómez & Navarro-Newball, 2019). This problem can be worse when situations such as pandemics occur; then, it is very difficult to involve people directly. Thus, it is possible to find motivational mechanisms to achieve the participation of a good number of users. The challenges related to the access to information and the ethical management of it can be solved by integrating a team of people committed to the project under the framework of an appropriate agreement or contract. As for the technical and technological challenges, it is important to propose ideas whose implementation is possible and to have enthusiastic research assistants who can learn quickly. The projects presented used many technologies. For the development of future projects, we seek to deepen the use of artificial intelligence techniques that promote greater interactivity to XR environments. This means going far beyond traditional gaming intelligence techniques and involving machine learning (Moreno et al., 2015; Efren et al., 2019). In addition, many of the systems have the potential to evolve towards the idea of a digital twin (Kolivand et al., 2021; Valencia, Cardona & Navarro-Newball, 2019; Castellanos & Navarro-Newball, 2019), which would also make them an important decision-making tool. In both cases, the development of XR systems may require technologies such as sensors, connectivity, cloud storage and mobility. A final challenge is to find a way for projects to have an impact in the real world and not be stored in a library.

Conclusion

We have presented several applications from the virtual continuum that were implemented using XR technologies and concepts. Some of these were visionary at the time they were finished. Many of them were implemented with the help of undergraduate and graduate students, professors and lecturers from the Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia and the support of collaboration networks from Spain, The United Kingdom, Canada, China, New Zealand, Chile, Italy, and Colombia. This summary may serve as an open minder for those wishing to develop XR applications. The continuous development in XR involves diverse challenges, but at the same time it involves creativity, fun and a lot of learning.

References

- Camacho, J.G. & Navarro-Newball, A.A. (1994). Applying AI techniques to the game of chess. Undergraduate research project. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia. <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/4391>
- Castellanos, M.J. & Navarro-Newball, A.A. (2019). Prototyping an augmented reality maintenance and repairing system for a deep well vertical turbine pump. *CONIELECOMP 2019 - 2019 International Conference on Electronics, Communications and Computers*. Paper 8673254, 36-40.
- Contreras, V.E., Gómez, G. & Navarro-Newball, A.A. (2019). Towards the Gamification of Assistive Technology for Professionals with Severe Impairments. *International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)*. 176-179.
- Correa P.A. et al. (2018). Building Alternative Methods for Aiding Language Skills Learning for the Hearing Impaired. *Advances in Computing. Communications in Computer and Information Science*. 885.
- Efren, C. et al. (2019). Procedural Placement of Existing Building Models in Virtual Cities. *International Conference on Virtual Reality and Visualization*. 238-242.
- Hernández, J. & Navarro-Newball, A.A. (2019). A Software Architecture for Integrating Augmented Reality to a Board Game for Water Source Care Awareness. *ClbSE - IberoAmerican Conference on Software Engineering Proceedings*. 641-649.
- Kolivand H. et al. (2021). Reimagining the Book ... Again! A New Framework for Smart Books Using Digital Twins Technology. *Smart Cities. ICSC-CITIES 2020. Communications in Computer and Information Science*. 1359, 233-245.
- Loaiza D.F. et al. (2017). Mixing Art and Technology: An Interactive Radio for a Museum Exhibition. *Communications in Computer and Information Science*. 735.
- Martínez J.C. et al. (2021). SATReLO: A tool to support language therapies for children with hearing disabilities using video games. *Rev.Fac.Ing.Univ. Antioquia*. 99, 99-112.
- Moreno, I. et al. (2015). Marker-less feature and gesture detection for an interactive mixed reality avatar. *Symposium on Signal Processing, Images and Computer Vision*. 1-7.
- Moreno, I. et al. (2019). Archaeological simulation to explore the Chimú culture from Peru. *International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)*. 266-267.
- Navarro-Newball, A.A. (1998) The Implementation of a Windows 95 based virtual environments knee arthroscopy training system. MSc dissertation. University of Hull. aanewball.com/Tesis/Dissertation.pdf

- Navarro-Newball, A.A. (2010). Londra, A Dog Facial Animation Model. PhD thesis, University of Otago. aannewball.com/Tesis/thesis.pdf
- Navarro-Newball, A.A. et al. (2016). Gesture based human motion and game principles to aid understanding of science and cultural practices. *Multimed Tools Appl.* 75, 11699–11722.
- Navarro-Newball, A.A. et al. (2017). An Interactive Modelling Architecture For Education And Entertainment At Museums. *Dyna*, 92(3), 269-273.
- Navarro-Newball, A.A., Herrera, F.J. & Marin, C.A. (2007) Using an interactive module to enhance and understand 3D cavity navigation: a patient's view. *Journal Of Telemedicine And Telecare*. 13(S1), 13 - 15.
- Navarro-Newball, A.A., Herrera, F.J., Matta, A. & Loaiza, D.F. (2007) Rebuilding the Past from the City of Santiago de Cali, Colombia, South America. An Example of Virtual Heritage Preservation. *The 8th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Short and Project Papers*, 62 - 68.
- Navarro-Newball, A.A., Loaiza, D., Oviedo, C. et al. (2014). Talking to Teo: video game supported speech therapy. *Entertainment Computing*. 5(4), 401-412.
- Ochoa Angrino, S. et al. (2013). Diseño de un escenario educativo para museos con el uso de TRIZ y ACT. *Pensamiento Psicológico*. 11(2), 71-88.
- Perea-Tanaka, C.F. et al. (2015). Towards Tantalluc: Interactive mobile augmented reality application for the Museo de América in Madrid. *10th Computing Colombian Conference*, 164-171.
- Pilco, A. et al. (2019). Procedural Animation Generation Technology of Virtual Fish Flock. *International Conference on Virtual Reality and Visualization*. 233-237.
- Valencia, L., Cardona, J.M. & Navarro-Newball, A.A. (2019). Interactive computer-based system to promote the exploration of Tumaco's culture. *International Conference on Virtual Reality and Visualization*. 281-282.
- Ventes, C. et al. (2014) A Programming Library for Creating Tangible User Interfaces. *GSTF Journal on Computing*. 4(1), 23-32.

Grupo de Investigación DESTINO: Un viaje en XR

Andrés A. Navarro-Newball
Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia),
anavarro@javerianacali.edu.co

Resumen

Presentamos la experiencia en XR del Grupo de Investigación DESTINO en la Pontificia Universidad Javeriana en Cali, Colombia. Resumimos nuestro trabajo relevante para mostrar el amplio espectro de aplicaciones en XR. Los trabajos presentados aquí incluyen propuestas de simulación quirúrgica, sistemas narrativos para aumentar el conocimiento en los museos, propuestas interactivas para la preservación del patrimonio cultural, histórico y natural, sistemas inclusivos de aprendizaje del idioma, entre otros. Las tecnologías utilizadas para su desarrollo incluyen los videojuegos, la animación, los sistemas interactivos, las interfaces tangibles, el continuo virtual, todas en el marco de la XR. Para la implementación de estos trabajos se superaron retos como la coordinación de equipos interdisciplinarios, el desarrollo de experiencias de usuario adecuadas, la consecución y comprensión de la información y retos asociados al uso de la tecnología. Varios de estos proyectos han causado impacto en el mundo real y todos han permitido la profundización y el aprendizaje en XR. Esperamos que este resumen inspire y motive a los investigadores más jóvenes a explorar soluciones diversas.

Palabras clave: Continuo virtual, X Realities, Gráficos por ordenador.

Introducción

El grupo de investigación DESTINO pertenece al Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali. Fue fundado en 2002, sin embargo, como miembro fundador, el interés de investigación en computación visual comenzó de mi lado en 1994 cuando desarrollé la GUI de un juego de ajedrez (Camacho & Navarro-Newball, 1994), pocos meses después de terminar de asistir

a mi curso de computación gráfica. Desde entonces, he contribuido al desarrollo del campo de los gráficos por ordenador y he traído ideas de investigación al grupo y motivado a estudiantes a incursionar en el campo de la computación gráfica y una de sus principales aplicaciones, las X-Realities (XR). En nuestro caso, encontramos varios desafíos a través de los diferentes proyectos, estos incluyen:

- Retos de trabajo de equipo: integración adecuada de un equipo interdisciplinar. En ocasiones es complejo lograr una comunicación fluida entre los integrantes del grupo, que normalmente no hablan el mismo idioma profesional. Además, puede resultar complejo lograr un consenso respecto a las ideas que finalmente quedan plasmadas en los proyectos.
- Retos de experiencia de usuario: incluye aspectos de disfrute y usabilidad de las aplicaciones desarrolladas. Refinar los sistemas requiere que muchos usuarios se involucren en distintas etapas del proceso de desarrollo y brinden sus opiniones respecto a la manera como el sistema debería ser implementado.
- Retos de información: en ocasiones, puede resultar complicado obtener la información necesaria para el desarrollo de los proyectos. Por ejemplo, en el caso de sistemas orientados a la salud, la confidencialidad puede impedir el acceso a datos de pacientes y las pruebas con pacientes deben realizarse bajo las mayores consideraciones éticas. Una solución es la realización de convenios con entidades y profesionales que brinden la información requerida en el marco de los proyectos y bajo estricta confidencialidad.
- Retos tecnológicos: el campo de XR evoluciona rápidamente. Lo anterior implica aprender a utilizar y desarrollar en los nuevos dispositivos de manera ágil. Lo anterior anotando que los equipos de la XR son costosos y requieren configuraciones especiales, en muchos casos. Por otra parte, la parte computacional, en varios casos, utiliza técnicas que pueden resultar complejas, o a veces imposibles, de implementar. Por ejemplo, en uno de nuestros desarrollos, el sistema final funcionó bien en laboratorio, pero no en el mundo real. Esto se debió a que no funcionó bien la técnica de aprendizaje de máquina utilizada.

Este documento resume la presentación realizada en la primera conferencia XRCOL & Netherlands 2020, que tuvo lugar en noviembre de 2020. La idea es abrir la mente a una amplia gama de aplicaciones y desafíos en todo el campo. A continuación, describimos nuestro trabajo. Luego, finalizamos con una conclusión.

Nuestro trabajo

Los conceptos y tecnologías XR se pueden aplicar a la simulación quirúrgica. En este tipo de proyectos, la idea es capacitar a un aprendiz médico para realizar la cirugía antes de que pueda interactuar con un paciente real, guiar a un cirujano experto o hacer que un paciente entienda un procedimiento quirúrgico. La Fig. 1A muestra tres simuladores; el primero es un sistema de cirugía de rodilla desarrollado para mi tesis de MSc (Navarro-Newball, 1995); los otros dos fueron el primer trabajo XR dentro del grupo DESTINO (Navarro-Newball, Herrera & Marin, 2007). Luego, desarrollamos nuestra primera reconstrucción del patrimonio 3D, que podría ser utilizada para entender el pasado de la ciudad de Cali (Navarro-Newball et al., 2007) y para una tesis doctoral desarrollé el modelo computacional para un sistema de animación facial para perros (Navarro-Newball, 2010) (Fig. 1B y C). Posteriormente, encontramos que el patrimonio natural, cultural e histórico eran importantes. Decidimos crear juegos para crear conciencia sobre diferentes tipos de fuentes de agua (Fig. 1D), como los humedales (Ochoa Angriono et al., 2013); los ojos de agua, para los que creamos un juego de mesa en realidad aumentada (AR) junto con niños de una fundación del campo (Fig. 1F) (Hernández & Navarro-Newball, 2019); y las aves migratorias y nuestro pasado indígena (Fig. 1E) (Navarro-Newball et al., 2016). En este punto, propusimos un piso interactivo para interactuar con tales juegos (Fig. 1G) (Ventes et al., 2014). Más tarde, nos dimos cuenta de que la inclusión era importante. Así, exploramos el problema de cómo profesionales con limitaciones severas utilizan la tecnología (Contreras, Gómez & Navarro-Newball, 2019) y desarrollamos una de nuestras líneas de proyectos más exitosas, los realizados en colaboración con el Instituto para Niños Ciegos y Sordos de Cali. Estos proyectos están dirigidos a enseñar la lengua española a niños con implantes cocleares y muchos de ellos todavía se utilizan y están en desarrollo continuo (correa

et al., 2018, Navarro-Newball et al. 2014, Martínez et al., 2021) (Fig. 2). Mientras tanto, evolucionamos nuestros sistemas XR sobre patrimonio. Creamos un prototipo de proyecto que tomó como interfaz tangible un casco (Fig. 3B). Este casco permite al usuario viajar la línea del continuo virtual desde el mundo real (el casco de plástico) hasta la realidad virtual inmersiva, cuando el usuario, al ponerse el casco, se convierte en un indígena Tlingit en un mundo virtual (Loaiza et al., 2017). También, se desarrolló una radio de XR (Fig. 3A) que comenzaba un discurso una vez que detectaba a los usuarios cruzando frente a esta utilizando detección de movimiento (Moreno et al., 2015). Nuestro juego XR más exitoso fue La Aventura Chimú, que se exhibió durante tres años (2014-2017) en el Museo de América de Madrid y permitió la comprensión de la antigua cultura peruana Chimú. Tenía una aplicación móvil y una en sitio (Navarro-Newball et al., 2016, Perea-Tanaka et al., 2015, Moreno et al., 2019) (Fig. 3C). Nuestros desarrollos más recientes incluyen un sistema de AR para el mantenimiento de bombas de agua para la empresa pública de aguas en Cali (Castellanos & Navarro-Newball, 2019); un instrumento musical interactivo del Pacífico colombiano (la Marimba) (Valencia, Cardona & Navarro-Newball, 2019) y libros inteligentes (Kolivand et al., 2021) (Fig. 3D). Todos estos sistemas tienen un gran potencial de integración con gemelos digitales, para mejorar la interacción proporcionada por XR. Durante nuestro viaje, hemos tenido que investigar los complejos modelos computacionales subyacentes que nos han permitido crear sistemas muy novedosos en diferentes momentos (Pilco et al., 2019, Efen et al., 2019, Navarro-Newball et al., 2017). Estamos empezando a explorar narrativas interactivas multisensoriales para niños con limitaciones visuales severas, ampliando nuevamente nuestra colaboración con el Instituto para Niños Ciegos y Sordos y pensando en desarrollar un gemelo digital VR para el puerto marítimo de Buenaventura para explorar su modernización. Mientras tanto, estoy gamificando mis propias clases utilizando tecnologías del continuo virtual, tales como Minecraft, Hubs, Teams (modo juntos) y Roomkey.

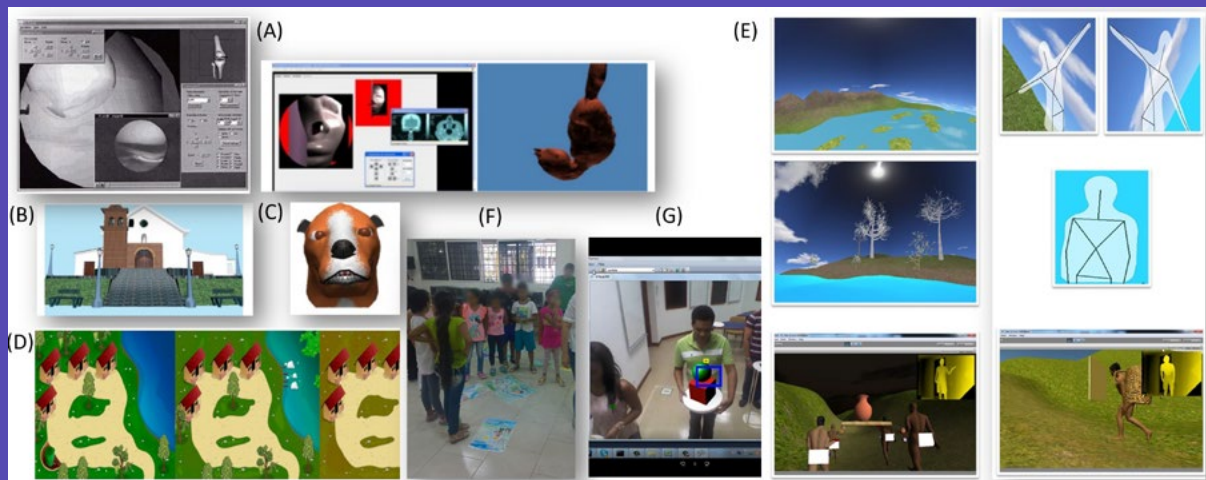


Figura 1. Trabajo previo. A) Simulación quirúrgica. B) Patrimonio. C) Animación. D) Rescate de humedales. E) Patrimonio natural e histórico. F) Un juego de mesa. G) Un piso interactivo.

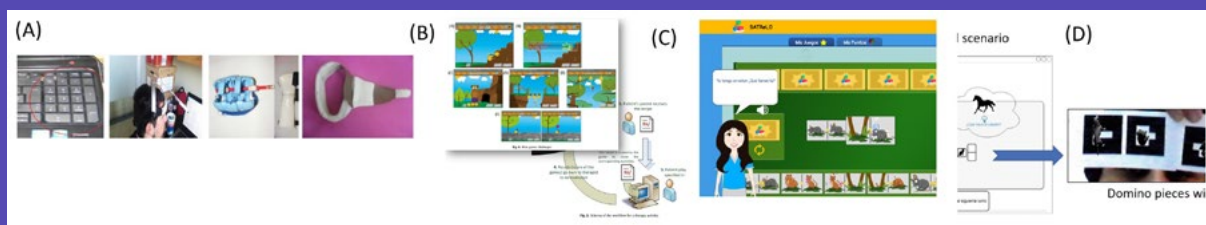


Figura 2. Inclusión. A) Dispositivos utilizados por personas con discapacidad. B) Mecanización del habla. C) Generación automática de juegos de terapia. Un dominó para la clasificación en idioma español. E) El dominó en AR.



Figura 3. Evolución del patrimonio. A) Radio interactiva. B) Viajar el continuo virtual, C) Aspectos de la Aventura Chimú. D) Gran potencial para los gemelos digitales.

Discusión

El proceso de desarrollo del conjunto de aplicaciones presentadas y potenciales aplicaciones en el área seguirá presentando retos relacionados al trabajo en equipo, la experiencia de usuario, la información y la tecnología. Para un trabajo interdisciplinar en equipo exitoso se requiere entender que este trabajo es un proceso creativo en donde todas las disciplinas deben aportar, siempre buscando apertura respecto a las ideas propuestas por todos con el fin de lograr un consenso en el desarrollo de los proyectos. En este sentido, hemos observado que la labor de un gestor cultural puede ser relevante para evitar conflictos y mejorar la comunicación. En cuanto a la experiencia de usuario, una de las grandes dificultades consiste en convencer a las personas a que participen de las diferentes evaluaciones requeridas en las diferentes etapas del proyecto (Contreras, Gómez & Navarro-Newball, 2019). Este problema puede ser peor cuando ocurren situaciones como pandemias, en donde resulta muy difícil involucrar personas de manera directa. Así, hay que encontrar mecanismos motivacionales para lograr la participación de un buen número de usuarios. Los retos relacionados a la consecución de información y el manejo ético de la misma se pueden solventar integrando un equipo de personas comprometidas con el proyecto bajo el marco de un convenio o contrato adecuado. En cuanto a los retos técnicos y tecnológicos, es importante proponer ideas cuya implementación sea posible y contar con asistentes de investigación entusiastas que pueden aprender rápidamente. Los proyectos presentados utilizaron muchas tecnologías. Para el desarrollo de futuros proyectos se busca profundizar en el uso de técnicas de inteligencia artificial que den mayor interactividad a los entornos XR. Esto implica ir mucho más allá de las técnicas tradicionales de inteligencia para juegos, llegando al aprendizaje de máquina (Moreno et al., 2015; Efen et al., 2019). Además, muchos de los sistemas tienen el potencial de evolucionar hacia la idea de un gemelo digital (Kolivand et al., 2021; Valencia, Cardona & Navarro-Newball, 2019; Castellanos & Navarro-Newball, 2019), lo que los convertiría, además en una herramienta importante en la toma de decisiones. En ambos casos, los XR desarrollados a futuro pueden llegar a requerir tecnologías como sensores, conectividad, almacenamiento en la nube y movilidad. Un último reto consiste en encontrar la manera en

que los proyectos tengan un impacto en el mundo real y no se queden almacenados en una biblioteca.

Conclusión

Hemos presentado varias aplicaciones del continuo virtual que se implementaron utilizando tecnologías y conceptos XR. Algunos de ellos eran visionarios en el momento en que terminaron. Muchos de ellos se implementaron con la ayuda de estudiantes de pregrado y posgrado, profesores de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia y el apoyo de redes de colaboración de España, Reino Unido, Canadá, China, Nueva Zelanda, Chile, Italia y Colombia. Este resumen puede servir como inspiración para aquellos que deseen desarrollar aplicaciones XR. El continuo desarrollo en XR implica retos diversos, pero al mismo tiempo implica creatividad, diversión y mucho aprendizaje.

Referencias

- Camacho, J.G. & Navarro-Newball, A.A. (1994). Applying AI techniques to the game of chess. Undergraduate research project. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia. <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/4391>
- Castellanos, M.J. & Navarro-Newball, A.A. (2019). Prototyping an augmented reality maintenance and repairing system for a deep well vertical turbine pump. *CONIELECOMP 2019 - 2019 International Conference on Electronics, Communications and Computers*. Paper 8673254, 36-40.
- Contreras, V.E., Gómez, G. & Navarro-Newball, A.A. (2019). Towards the Gamification of Assistive Technology for Professionals with Severe Impairments. *International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)*. 176-179.
- Correa P.A. et al. (2018). Building Alternative Methods for Aiding Language Skills Learning for the Hearing Impaired. *Advances in Computing. Communications in Computer and Information Science*. 885.
- Efren, C. et al. (2019). Procedural Placement of Existing Building Models in Virtual Cities. *International Conference on Virtual Reality and Visualization*. 238-242.
- Hernández, J. & Navarro-Newball, A.A. (2019). A Software Architecture for Integrating Augmented Reality to a Board Game for Water Source Care Awareness. *ClbSE - IberoAmerican Conference on Software Engineering Proceedings*. 641-649.
- Kolivand H. et al. (2021). Reimagining the Book ... Again! A New Framework for Smart Books Using Digital Twins Technology. *Smart Cities. ICSC-CITIES 2020. Communications in Computer and Information Science*. 1359, 233-245.
- Loaiza D.F. et al. (2017). Mixing Art and Technology: An Interactive Radio for a Museum Exhibition. *Communications in Computer and Information Science*. 735.
- Martínez J.C. et al. (2021). SATReLO: A tool to support language therapies for children with hearing disabilities using video games. *Rev.Fac.Ing.Univ. Antioquia*. 99, 99-112.
- Moreno, I. et al. (2015). Marker-less feature and gesture detection for an interactive mixed reality avatar. *Symposium on Signal Processing, Images and Computer Vision*. 1-7.
- Moreno, I. et al. (2019). Archaeological simulation to explore the Chimú culture from Peru. *International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)*. 266-267.
- Navarro-Newball, A.A. (1998) The Implementation of a Windows 95 based virtual environments knee arthroscopy training system. MSc dissertation. University of Hull. aanewball.com/Tesis/Dissertation.pdf

- Navarro-Newball, A.A. (2010). Londra, A Dog Facial Animation Model. PhD thesis, University of Otago. aanewball.com/Tesis/thesis.pdf
- Navarro-Newball, A.A. et al. (2016). Gesture based human motion and game principles to aid understanding of science and cultural practices. *Multimed Tools Appl.* 75, 11699–11722.
- Navarro-Newball, A.A. et al. (2017). An Interactive Modelling Architecture For Education And Entertainment At Museums. *Dyna*, 92(3), 269-273.
- Navarro-Newball, A.A., Herrera, F.J. & Marin, C.A. (2007) Using an interactive module to enhance and understand 3D cavity navigation: a patient's view. *Journal Of Telemedicine And Telecare*. 13(S1), 13 - 15.
- Navarro-Newball, A.A., Herrera, F.J., Matta, A. & Loaiza, D.F. (2007) Rebuilding the Past from the City of Santiago de Cali, Colombia, South America. An Example of Virtual Heritage Preservation. *The 8th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage. Short and Project Papers*, 62 - 68.
- Navarro-Newball, A.A., Loaiza, D., Oviedo, C. et al. (2014). Talking to Teo: video game supported speech therapy. *Entertainment Computing*. 5(4), 401-412.
- Ochoa Angrino, S. et al. (2013). Diseño de un escenario educativo para museos con el uso de TRIZ y ACT. *Pensamiento Psicológico*. 11(2), 71-88.
- Perea-Tanaka, C.F. et al. (2015). Towards Tantalluc: Interactive mobile augmented reality application for the Museo de América in Madrid. *10th Computing Colombian Conference*, 164-171.
- Pilco, A. et al. (2019). Procedural Animation Generation Technology of Virtual Fish Flock. *International Conference on Virtual Reality and Visualization*. 233-237.
- Valencia, L., Cardona, J.M. & Navarro-Newball, A.A. (2019). Interactive computer-based system to promote the exploration of Tumaco's culture. *International Conference on Virtual Reality and Visualization*. 281-282.
- Ventes, C. et al. (2014) A Programming Library for Creating Tangible User Interfaces. *GSTF Journal on Computing*. 4(1), 23-32.

ANDRES A. NAVARRO-NEWBALL



English

He was born in Cali, Colombia. Computer Scientist from the Pontificia Universidad Javeriana, Cali Colombia (1994); Master of Science in Computer Graphics and Virtual Environments at the University of Hull in the United Kingdom (1998); PhD in Computer Science (Graphics Lab) from the University of Otago in New Zealand (2010). Postdoctoral researcher at the Universidad Complutense, Madrid Spain (2014-2017). Head of Computer Science Major at the Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia (2016-2019) He has carried out projects related to surgical simulation, immersive systems for knowledge of cultural and natural heritage, video game-based systems for social inclusion, plant growth simulation and edutainment. Author of multiple publications in areas of application of computer graphics and keynote speaker in conferences in China, México, El Salvador, Argentina, India, and Colombia. Invited research fellow in the United Kingdom, Italy and Spain (2006 – 2019). He is currently serving as Full Professor and Researcher in the Department of Electronics and Computer Sciences of the Pontifical Javeriana University of Cali and actively collaborates with the research groups Destino from that institution; Museum I+D+C from the Complutense University of Madrid; and the Connected Universal Experiences Lab.

Español

El nació en Cali, Colombia. Ingeniero de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (1994); Máster en Ciencias en Computación Gráfica y Ambientes Virtuales en la Universidad de Hull en el Reino Unido (1998); Doctor en Ciencias de la Computación (Laboratorio de Computación Gráfica) de la Universidad de Otago en Nueva Zelanda (2010). Investigador posdoctoral en la Universidad Complutense de Madrid (2014-2017). Director de la Carrera de



Ingeniería de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2016-2019). Ha llevado a cabo proyectos relacionados con la simulación quirúrgica, sistemas inmersivos para el conocimiento del patrimonio cultural y natural, sistemas basados en videojuegos para la inclusión social, simulación de crecimiento de plantas y educación. Ha escrito múltiples publicaciones en áreas de aplicación de computación gráfica. Ha sido Orador Principal en conferencias en China, México, India, El Salvador, Argentina y Colombia. Investigador invitado en Italia, Reino Unido y España (2006 – 2019). Actualmente sirve como Profesor Titular e Investigador en el Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y colabora activamente con los grupos de investigación Destino de esa institución; Museo I+D+C de la Universidad Complutense de Madrid; y el Laboratorio de Experiencias Universales Conectadas.

Chapter 2

A visit to SADiLaR

Una visita a SADiLaR
Menno Van Zaanen

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://www.youtube.com/watch?v=7zaU82f1piY>



A visit to SADiLaR

Menno Van Zaanen

South African Centre for Digital Language Resources (SADiLaR)

menno.vanzaanen@nwu.ac.za

Abstract

The South African Centre for Digital Language Resources (SADiLaR), funded by the South African Department of Science and Innovation, is a South African research infrastructure. The research infrastructure consists of a hub and nodes at different organizations (universities, an R&D organization, and an inter-institutional centre) throughout the country. SADiLaR runs two programmes: a digitization programme which deals with the creation and distribution of digital language resources (including written, spoken, and multimedia language collections as well as tools) for all of the eleven official South African languages, and a digital humanities programme which facilitates research capacity building in the field of digital humanities.

Even though many researchers in the field of humanities and social sciences are interested in digital humanities, many do not really know where to start. To try to resolve this, SADiLaR organizes a range of activities, which recently have been structured within a new programme called Escalator. One of these activities deals with showcasing research that illustrates the possibilities of digital humanities in an accessible manner. Here, we illustrate investigations into systems that may be used as showcases and at the same time can be used to visualize information that is contained in (specifically speech-based) digital language collections that also contain geographic information. SADiLaR considers the use of several tools, two of which are described in this chapter: Spraakatlas, and Glossopticon Virtual Reality (VR). Additionally, a third tool, Byderhand, which provides access to multimodal documents at specific locations in the physical world, is discussed as well. Currently, only exploratory investigations into these tools have taken place.

Keywords: Digital language resources, visualization, Spraakatlas, Glossopticon VR, Byderhand.

Introduction

The South African Centre for Digital Language Resources (SADiLaR) is a government funded project within the South African Research Infrastructure Roadmap (SARIR) programme (SARIR, 2016). The centre consists of a hub, located at North-West University in Potchefstroom, South Africa, and six nodes: NWU's Centre for Text Technology (CTextT) dealing with computational linguistic tools, ICELDA (an inter-institutional centre) focusing on language testing, University of Pretoria working on digitization, University of South Africa researching terminology and Wordnets, Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) acting as the speech node, and recently Stellenbosch University joined as the child language development node. SADiLaR runs two programmes, a digitization programme and a digital humanities programme. These programmes are supported through funding (provided by SADiLaR for projects at the different nodes, but SADiLaR also funds projects through open calls) as well as practical support (e.g., organization of training events, conferences, etc.) by researchers at the hub. These programmes aim to provide resources that are openly accessible, although they are mostly relevant for students and researchers in the broad fields of humanities and digital humanities.

Digitization Programme

SADiLaR's digitization programme deals with the systematic creation of digital language resources, including the creation of text, speech, and multimodal collections for all of the eleven official languages in South Africa. This is performed, for instance, by SADiLaR's digitization node at the University of Pretoria, although additional projects that are funded by SADiLaR also result in language data collections. Additionally, this programme develops tools that allow for computational linguistic analysis of these languages. For instance, the Centre for Text Technology (CTextT), one of SADiLaR's nodes provides many of the available tools.

The different resources are made available through a repository¹. Identifying resources can be done through searching, which can be restricted by selecting relevant languages, media types, projects, or resource types. Many resources found in the repository have been developed in previous projects and the repository also contains links to externally hosted resources.

Digital Humanities Programme

SADiLaR's digital humanities programme aims to boost participation in the research field of digital humanities in South Africa. Initially, this was mainly done through the organization of training events, taught by researchers from SADiLaR's hub, in which interested participants (typically researchers and students) learned about computational tools and data collections. More recently, these training events have been restructured, allowing for a more fundamental approach where training events build on the learned skills and knowledge of previous events. In this context, a mentorship programme called Escalator² is currently under development.

The Escalator programme consists of several tracks, each targeting a different audience, from people interested in digital humanities to educators teaching digital humanities to their students. Each track has its own approach, from showcasing possibilities of existing tools, to hands-on collaboration and network building, to the development of educational material.

Challenges

One of the challenges related to the two programmes is how to best showcase computational tools and to provide insight in the availability and content of the digital language collections from the digitization programme. In this context, researchers at SADiLaR's hub investigate the usability of tools that show information from some of the language collections found in the repository. Note that preferably, these tools should

1. SADiLaR's repository can be found at: <https://repo.sadilar.org>.

2. Information on the Escalator programme can be found at: <https://escalator.sadilar.org>.

not require specific hardware and software to allow use by the general public as well.

Here, we describe initial investigations of tools that allow for investigation into geographically tagged language data, showing audio recordings on a map, illustrating different dialects spoken in the country. Below, two such approaches are discussed: Spraakatlas, which is used to place spoken (dialect) recordings on a map, and Glossopticon VR, which provides a virtual world that allows for “flying” over a map to listen to language recordings. Additionally, Byderhand, which provides access to location specific digital literature by scanning QR codes, is mentioned.

Case Studies

Spraakatlas

The Spraakatlas van Afrikaans (speech atlas of Afrikaans)³ is a website as shown in Fig 1, which visualizes dialectal differences of Afrikaans, one of South Africa’s official languages. By zooming in, it is possible to select a specific recording (see Fig 2) including some meta-information, such as location, gender, age, etc. By selecting the play button, an audio recording of Aesop’s fable “The North wind and the Sun ” can be heard in the dialect spoken at that location. This fable is selected because it contains all sounds used in Afrikaans.

Similar websites can be developed for other languages spoken in South Africa (e.g., based on existing spoken language collections in SADiLaR’s repository), allowing for fine-grained analyses of dialectal variation based on geographic location. For this to work, audio recordings of the different languages need to be available. Note, however, that the Spraakatlas already allows for the recording of speech (“Maak opname” translates to “Make recording”) as well as the required meta-data.

3. Spraakatlas van Afrikaans can be found at: <https://viva-afrikaans.org/lees-luister/spraakatlas>.

Spraakatlas van Afrikaans

Die vertaling van Esopus se fabel *Die noordewind en die son* wat vir hierdie projek gebruik word, bevat al die verskillende spraakklanke van Afrikaans.

Lulster: Klik op die vlaggies om na die groelende versameling voorlesings in verskillende Afrikaanse variëteite te luister en na die video's van die skrywer Anoeschka von Meck se reis deur Suid-Afrika – Op pad met Afrikaans – te kyk.

Neem op: Gee vir jou webblaaiër toestemming om jou ligging te bepaal. Klik op die swart mikrofoonikoon naby jou woonplek, lees die instruksies, en verwig ook jou tongval in Afrikaans se Spraakatlaskorpus. Die tweede opsie is om aan ons jou opname te stuur in die vorm van 'n stemboodskap ("voicenote") via WhatsApp.

Jy moet ingeteken wees om 'n opname te maak.

Maak opname



Figure 1. The main access page of the Spraakatlas van Afrikaans (speech atlas of Afrikaans).

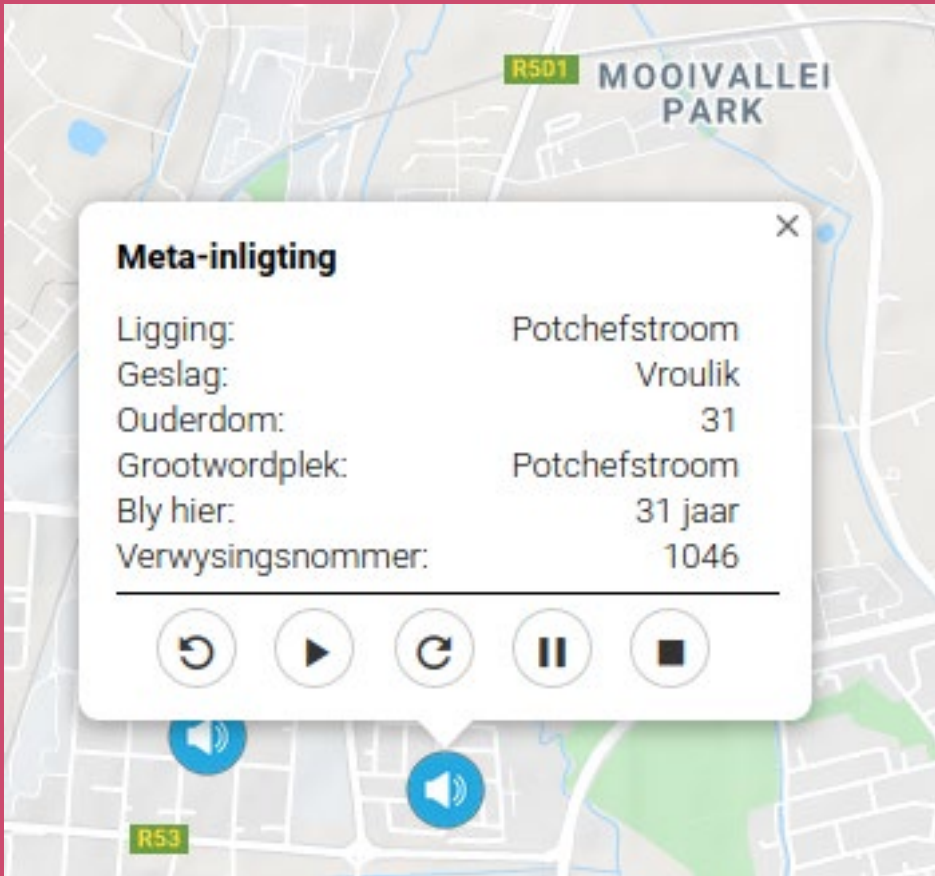


Figure 2. Zoomed in image of the Spraaikatlas van Afrikaans, showing meta-information on a single recording.

Glossopticon VR

The Glossopticon VR system⁴ (Burrell et al., 2019) offers language recordings and location information through virtual reality. This system currently contains over 1500 languages from the Pacific region. When starting the system, the user selects the relevant languages. Next, (part of) a map is visualized with vertical bars indicating the location of the different languages (see Fig 3). When “flying” through the bars, recordings of the respective language can be heard and some meta-information is displayed (see Fig 4). This approach is similar to the Spraaikatlas system, but enhances interaction while retaining audio and location information.

4. Glossopticon VR can be found at: <https://glossopticon.com>.



Figure 3. Glossopticon VR interface illustrating the map as well as the vertical bars indicating the location of specific language recordings.

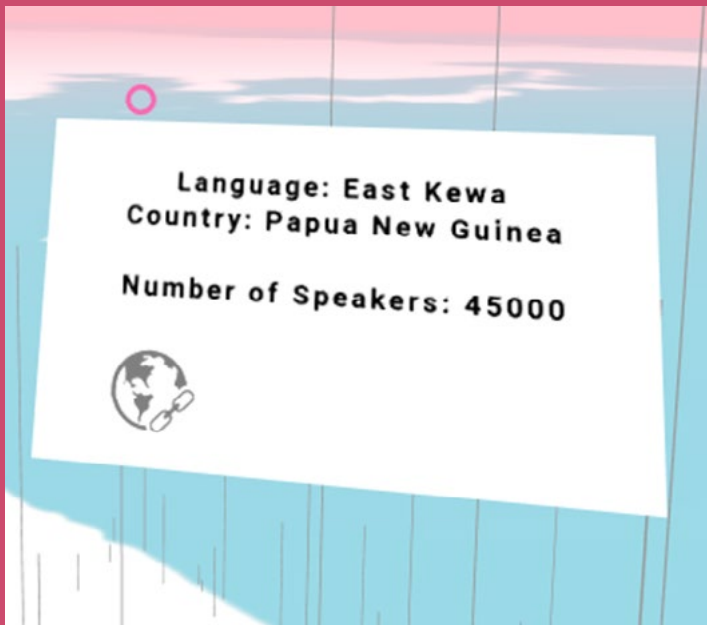


Figure 4. Glossopticon VR interface shows meta-information when a specific language is selected by hovering over a vertical bar at the same time, a recording of the language can be heard.

Byderhand

The Byderhand project⁵ (Odendaal, 2020; Greyling et al., 2020) allows for multimedia (e.g., text, audio, visual) documents to be placed in a real, physical environment. Using QR codes (as shown in Fig 5), one can access documents, such as digital literature, relevant to that specific location. The idea behind this project is to provide a digital form similar to rock art or graffiti. Note that this system is different from the previously discussed two cases in that digital information is placed in a real world environment, whereas the other two cases provide access to the language information in virtual environments.

5. Byderhand can be found at: <http://www.byderhand.net>.



Figure 5. On the left is an information plate with a QR code which provides access to the corresponding Byderhand multimedia document relevant to the specific location.

Discussion

The overview of the different systems described above is the result of initial investigations on how to tackle the problem described in the challenges section: to provide insight into existing computational language collections and at the same time to showcase (with virtual and augmented reality) digital humanities applications.

The Spraakatlas and Glossopticon VR systems can provide overviews of the content of speech related computational language collections. Without such systems, it is difficult for users to get a good grasp of what can be found in computational language collections. Obviously, such collections have meta-data attached, which provides a general overview and users can investigate the content on a sample basis. By placing the data points in a virtual space, it allows users to investigate the content of the data collection in a much more intuitive way.

At the same time, these systems (including Byderhand) provide interesting examples of how computational tools can provide insight as digital humanities tools. In general, it is not particularly easy to illustrate (e.g., to the general public) what digital humanities applications do if they do not have attractive interfaces. For instance, many computational linguistic and digital humanities experiments do not provide easily interpretable interfaces as the actual work typically takes place behind the scenes. The output of these experiments is interesting to the researcher, but even then may be difficult to appreciate by the general public. However, virtual and augmented reality systems (especially those described here) are directly understandable and provide a clear sense of usefulness.

Conclusions

SADiLaR aims to make available digital language resources (including language collections and computational linguistic tools) for each of the eleven official South African languages. Additionally, it aims to boost participation in the field of digital humanities among others through training events. One specific problem is that for many researchers it is unclear what language collections and computational linguistic tools are available and how these can be used.

Currently, several virtual and augmented reality approaches are investigated with two purposes in mind. Firstly, such systems allow for interactive investigations into large language collections. Secondly, these systems provide examples of practical digital humanities systems. The three cases discussed here provide examples on how digital tools may help provide insight into the linguistic data collections, or (for the third case) allow for novel ways of interacting with digital language data. Additionally, the different systems provide example applications that can be created using already resources. As for all discussed cases no special equipment is required existing, these are also accessible to the general public.

References

- Burrell, A., Hendery, R., & Thieberger, N. (2019, July). Glossopticon: visualising archival data. In *2019 23rd international conference in information visualization-part II* (pp. 100-103). IEEE.
- Greyling, F., Verhoef, S., & Tempelhoff, G. (2020). Die Byderhand-Pionierprojek:’n Gevallestudie van die deelnemende dinamika in die skep en toeganklikmaking van lokatiewe literatuur vir persone met siggestremdheid. *Tydskrif vir Geesteswetenskappe*, *60*(4), 1336-1362.
- Odendaal, B. (2020). Manifestations of sensory perception in some poems included in two digital Byderhand installations at Worcester, South Africa. *Tydskrif vir Geesteswetenskappe*, *60*(4-2), 1363-1385.
- SARIR (2016). South African Research Infrastructure Roadmap. 1st Department of Science and Technology.

Una visita a SADiLaR

Menno Van Zaanen

South African Centre for Digital Language Resources (SADiLaR)

menno.vanzaanen@nwu.ac.za

Resumen

El Centro Sudafricano de Recursos Lingüísticos Digitales (SADiLaR), financiado por el Departamento de Ciencia e Innovación de Sudáfrica, es una infraestructura de investigación sudafricana. La infraestructura de investigación consta de un hub y nodos en diferentes organizaciones (universidades, una organización de I + D y un centro interinstitucional) en todo el país. SADiLaR ejecuta dos programas: un programa de digitalización que se ocupa de la creación y distribución de recursos lingüísticos digitales (incluidas colecciones de idiomas escritos, hablados y multimedia, así como herramientas) para los once idiomas oficiales sudafricanos, y un programa de humanidades digitales que facilita la creación de capacidad de investigación en el campo de las humanidades digitales.

Aunque muchos investigadores en el campo de las humanidades y las ciencias sociales están interesados en las humanidades digitales, muchos no saben realmente por dónde empezar. Para intentar solucionarlo, SADiLaR organiza una serie de actividades, que recientemente se han estructurado dentro de un nuevo programa denominado Escalator. Una de estas actividades trata de mostrar investigaciones que muestran las posibilidades de las humanidades digitales de una manera accesible. Aquí, ilustramos investigaciones sobre sistemas que pueden usarse como vitrinas y, al mismo tiempo, pueden usarse para visualizar información que está contenida en colecciones de lenguaje digital (específicamente basadas en el habla) que también contienen información geográfica. SADiLaR considera el uso de varias herramientas, dos de las cuales se describen en este capítulo: Atlas de habla Africana y Glossopticon de Realidad Virtual (RV). Además, también se analiza una tercera herramienta, Byderhand, que proporciona acceso a documentos multimodales en

ubicaciones específicas del mundo físico. Actualmente, solo se han realizado investigaciones exploratorias sobre estas herramientas.

Palabras clave: Recursos del lenguaje digital, visualización, Spraakatlas, Glossopticon VR, Byderhand.

Introducción

El South African Centre for Digital Language Resources (SADiLaR) es un proyecto financiado por el gobierno dentro del programa South African Research Infrastructure Roadmap (SARIR) (SARIR, 2016). El centro consta de un centro, ubicado en la Universidad de North-West en Potchefstroom, Sudáfrica, y seis nodos: el Centro de Tecnología de Texto (CTextT) de la NWU que se ocupa de herramientas de lenguaje computacional, ICELDA (un centro interinstitucional) que se centra en las pruebas de idiomas, la Universidad de Pretoria trabaja en digitalización, la Universidad de Sudáfrica investiga terminología y Wordnets, el Consejo de Investigación Científica e Industrial (CSIR) actúa como nodo del habla y, recientemente, la Universidad de Stellenbosch se unió como nodo de desarrollo del lenguaje infantil. SADiLaR ejecuta dos programas, un programa de digitalización y un programa de humanidades digitales. Estos programas se apoyan a través de financiación (proporcionada por SADiLaR para proyectos en los diferentes nodos, pero SADiLaR también financia proyectos a través de convocatorias abiertas), así como apoyo práctico (por ejemplo, organización de eventos de formación, conferencias, etc.) por parte de investigadores en el centro. Estos programas tienen como objetivo proporcionar recursos que sean de acceso abierto, aunque en su mayoría son relevantes para estudiantes e investigadores en los amplios campos de las humanidades y las humanidades digitales.

Programa de digitalización

El programa de digitalización de SADiLaR desarrolla la creación sistemática de recursos lingüísticos digitales, incluida la creación de colecciones de texto, habla y multimodales para los once idiomas oficiales de Sudáfrica. Esto lo realiza, por ejemplo, el nodo de digitalización de SADiLaR en la

Universidad de Pretoria, aunque los proyectos adicionales que son financiados por SADiLaR también dan como resultado recopilaciones de datos de idiomas. Además, este programa desarrolla herramientas que permiten el análisis lingüístico computacional de estos lenguajes. Por ejemplo, el Center for Text Technology (CTeXt), uno de los nodos de SADiLaR, proporciona muchas de las herramientas disponibles.

Los diferentes recursos están disponibles a través de un repositorio¹. La identificación de recursos se puede realizar mediante la búsqueda, que se puede restringir seleccionando idiomas, tipos de medios, proyectos o tipos de recursos relevantes. Muchos de los recursos que se encuentran en el repositorio se han desarrollado en proyectos anteriores y el repositorio también contiene enlaces a recursos alojados externamente.

Programa de Humanidades Digitales

El programa de humanidades digitales de SADiLaR tiene como objetivo impulsar la participación en el campo de investigación de las humanidades digitales en Sudáfrica. Inicialmente, esto se hizo principalmente a través de la organización de eventos de capacitación, impartidos por investigadores del centro de SADiLaR, en los que los participantes interesados (generalmente investigadores y estudiantes) aprendieron sobre herramientas computacionales y recopilación de datos. Más recientemente, estos eventos de capacitación se han reestructurado, lo que permite un enfoque más fundamental en el que los eventos de capacitación se basan en las habilidades aprendidas y el conocimiento de eventos anteriores. En este contexto, se está desarrollando un programa de tutoría llamado Escalator².

El programa Escalator consta de varias pistas, cada una dirigida a un público diferente, desde personas interesadas en humanidades digitales hasta educadores que enseñan humanidades digitales a sus estudiantes. Cada pista tiene su propio enfoque, desde mostrar las posibilidades de las herramientas existentes, hasta la colaboración práctica y la creación de redes, hasta el desarrollo de material educativo.

1. El repositorio de SADiLaR se puede encontrar en: <https://repo.sadilar.org>.
2. Puede encontrar información sobre el programa Escalator en: <https://escalator.sadilar.org>.

Desafíos

Uno de los desafíos relacionados con los dos programas es cómo exhibir mejor las herramientas computacionales y proporcionar información sobre la disponibilidad y el contenido de las colecciones de idiomas digitales del programa de digitalización. En este contexto, los investigadores del centro de SADiLaR investigan la usabilidad de herramientas que muestran información de algunas de las colecciones de idiomas que se encuentran en el repositorio. Tenga en cuenta que, preferiblemente, estas herramientas no deberían requerir hardware y software específicos para permitir su uso también por parte del público en general.

Aquí, describimos las investigaciones iniciales de herramientas que permiten la investigación de datos de idiomas etiquetados geográficamente, mostrando grabaciones de audio en un mapa, ilustrando diferentes dialectos hablados en el país. A continuación, se analizan dos de estos enfoques: *Spraakatlas*, que se utiliza para colocar grabaciones habladas (dialecto) en un mapa, y *Glossopticon VR*, que proporciona un mundo virtual que permite “volar” sobre un mapa para escuchar grabaciones de idiomas. Además, se menciona a *Byderhand*, que brinda acceso a la literatura digital específica de la ubicación mediante el escaneo de códigos QR.

CASOS DE ESTUDIO

Atlas de habla Africana (El *Spraakatlas van Afrikaans*)

Atlas de habla africana (The *Spraakatlas van Afrikaans*³) es un sitio web como se muestra en la Figura 1, que visualiza las diferencias en los dialectos africanos, uno de los idiomas oficiales de Sudáfrica. Al hacer zoom, es posible seleccionar una grabación específica (ver la figura 2) que incluye cierta meta información, como ubicación, género, edad, etc. Al seleccionar el botón de reproducción, una grabación de audio de la fábula de Esopo “El viento del norte y the Sun” se puede escuchar en el dialecto que se habla en ese lugar. Esta fábula se selecciona porque contiene todos los sonidos africanos utilizados.

Se pueden desarrollar sitios web similares para otros idiomas hablados en Sudáfrica (por ejemplo, basados en colecciones de idiomas hablados

3. *Spraakatlas van Afrikaans* se puede encontrar en: <https://viva-afrikaans.org/lees-luister/spraakatlas>.

existentes en el repositorio de SADiLaR), lo que permite análisis detallados de la variación dialectal según la ubicación geográfica. Para que esto funcione, es necesario que estén disponibles grabaciones de audio de los diferentes idiomas. Sin embargo, tenga en cuenta que el Atlas de habla Africana ya permite la grabación de voz (“Maak opname” se traduce como “Hacer grabación”), así como los metadatos requeridos.

VIVA > LEES | LUISTER > SPRAAKATLAS

Spraakatlas van Afrikaans

Die vertaling van Esopus se fabel *Die noordewind en die son* wat vir hierdie projek gebruik word, bevat al die verskillende spraakklanke van Afrikaans.

Luister: Klik op die vlaggies om na die groeiende versameling voorlesings in verskillende Afrikaanse variëteite te luister en na die video's van die skrywer Anoeschka von Meck se reis deur Suid-Afrika – Op pad met Afrikaans – te kyk.

Neem op: Gee vir jou webblaaiër toestemming om jou ligging te bepaal. Klik op die swart mikrofoonikoon naby jou woonplek, lees die instruksies, en verewig ook jou tongval in Afrikaans se Spraakatlaskorpus. Die tweede opsie is om aan ons jou opname te stuur in die vorm van 'n stemboodskap (“voicenote”) via WhatsApp.

Jy moet ingeteken wees om 'n opname te maak.

[Maak opname](#)

The screenshot shows the main interface of the 'Spraakatlas van Afrikaans' website. At the top, there is a navigation bar with 'VIVA > LEES | LUISTER > SPRAAKATLAS'. Below this is the title 'Spraakatlas van Afrikaans' in red. The main content area contains introductory text in Afrikaans, followed by instructions for listening and recording. A prominent blue button labeled 'Maak opname' is visible. Below the text is a world map with several blue circular markers containing numbers: '2' in North America, '3' and '4' in Southern Africa, and another '2' in New Guinea. The map includes labels for various countries and oceans in Afrikaans. A search bar labeled 'SOEK PLEK' is in the top right corner, and a 'Kaart' button is in the top left. The Google logo is in the bottom left corner.

Figura 1. La página de acceso principal del Atlas de habla Africana (Spraakatlas van Afrikaans).

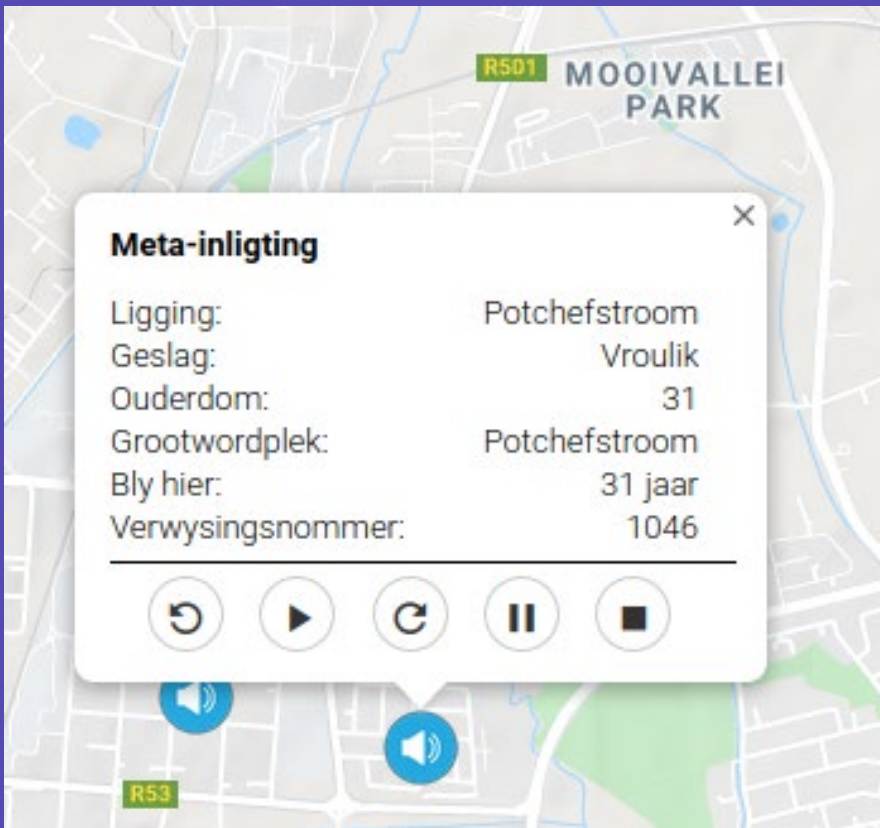


Figura 2. Imagen ampliada del Atlas de habla Africana (Spraakatlas van Afrikaans), que muestra meta información en una única grabación.

Glossopticon de Realidad Virtual (RV)

El sistema Glossopticon de Realidad Virtual (Glossopticon VR⁴) (Burrell et al., 2019) ofrece grabaciones de idiomas e información de ubicación a través de la realidad virtual. Este sistema contiene actualmente más de 1500 idiomas de la región del Pacífico. Al iniciar el sistema, el usuario selecciona los idiomas relevantes. A continuación, se visualiza (parte de) un mapa con barras verticales que indican la ubicación de los diferentes idiomas (ver la figura 3). Al "volar" a través de las barras, se pueden escuchar grabaciones del idioma respectivo y se muestra algo de meta información (ver la figura 4). Este enfoque es similar al sistema Atlas de habla Africana, pero mejora la interacción al tiempo que retiene la información de audio y ubicación.

4. Glossopticon VR se puede encontrar en: <https://glossopticon.com>.



Figura 3. Interfaz de realidad virtual de Glossopticon que ilustra el mapa y las barras verticales que indican la ubicación de las grabaciones de idiomas específicos.

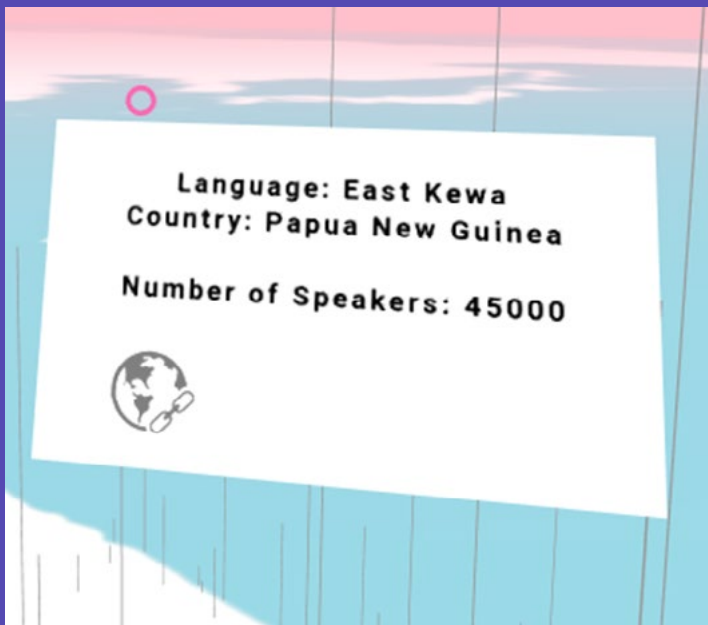


Figura 4. Interfaz de Glossopticon que muestra metainformación cuando se selecciona un idioma específico al pasar el cursor sobre una barra vertical al mismo tiempo, se puede escuchar una grabación del idioma.

Byderhand

El proyecto Byderhand⁵ (Odendaal, 2020; Greyling et al., 2020) permite colocar documentos multimedia (p. Ej., Texto, audio, visuales) en un entorno físico real. Usando códigos QR (como se muestra en la figura 5), uno puede acceder a documentos, como literatura digital, relevantes para esa ubicación específica. La idea detrás de este proyecto es proporcionar una forma digital similar al arte rupestre o al graffiti. Tenga en cuenta que este sistema es diferente de los dos casos discutidos anteriormente en que la información digital se coloca en un entorno del mundo real, mientras que los otros dos casos proporcionan acceso a la información del idioma en entornos virtuales.

5. Byderhand se puede encontrar en: <http://www.byderhand.net>.



Figura 5. A la izquierda hay una placa de información con un código QR que proporciona acceso al documento multimedia de Byderhand correspondiente relevante a la ubicación específica.

Discusión

La descripción general de los diferentes sistemas descritos anteriormente es el resultado de investigaciones iniciales sobre cómo abordar el problema descrito en la sección de desafíos: proporcionar información sobre las colecciones de lenguaje computacional existentes y, al mismo tiempo, mostrar (con realidad virtual y aumentada) las humanidades digitales.

Aplicaciones

Los sistemas de realidad virtual Atlas de habla Africana y Glossopticon pueden proporcionar descripciones generales del contenido de las colecciones de lenguaje computacional relacionadas con el habla. Sin estos sistemas, es difícil para los usuarios comprender bien lo que se puede encontrar en las colecciones de lenguajes computacionales. Obviamente, estas colecciones tienen metadatos adjuntos, que brindan una descripción general y los usuarios pueden investigar el contenido a modo de muestra. Al colocar los puntos de datos en un espacio virtual, permite a los usuarios investigar el contenido de la recopilación de datos de una manera mucho más intuitiva.

Al mismo tiempo, estos sistemas (incluido Byderhand) proporcionan ejemplos interesantes de cómo las herramientas computacionales pueden proporcionar conocimientos acerca de las humanidades digitales. En general, no es particularmente fácil ilustrar (por ejemplo, al público en general) qué hacen las aplicaciones de humanidades digitales si no tienen interfaces atractivas. Por ejemplo, muchos experimentos de humanidades digitales y lingüísticas computacionales no proporcionan interfaces fáciles de interpretar, ya que el trabajo real suele tener lugar entre bastidores. El resultado de estos experimentos es interesante para el investigador, pero incluso entonces puede ser difícil de apreciar por el público en general. Sin embargo, los sistemas de realidad virtual y aumentada (especialmente los descritos aquí) son directamente comprensibles y brindan un claro sentido de utilidad.

Conclusiones

SADiLaR tiene como objetivo poner a disposición recursos lingüísticos digitales, incluidas colecciones de idiomas y herramientas lingüísticas computacionales, para cada uno de los once idiomas oficiales de Sudáfrica. Adicionalmente, tiene como objetivo potenciar la participación en el campo de las humanidades digitales entre otros a través de eventos formativos. Un problema específico es que para muchos investigadores no está claro qué colecciones de idiomas y herramientas lingüísticas computacionales están disponibles y cómo se pueden utilizar.

Actualmente, se investigan varios enfoques de realidad virtual y aumentada con dos propósitos en mente. En primer lugar, estos sistemas permiten investigaciones interactivas en grandes colecciones de idiomas. En segundo lugar, estos sistemas proporcionan ejemplos de sistemas prácticos de las humanidades digitales. Los tres casos discutidos aquí proporcionan ejemplos sobre cómo las herramientas digitales pueden ayudar a proporcionar información sobre las colecciones de datos lingüísticos o permitir formas novedosas de interactuar con los datos del lenguaje digital. Además, los diferentes sistemas proporcionan aplicaciones de ejemplo que se pueden crear utilizando recursos ya existentes. Para todos los casos discutidos, no se requiere equipo especial y son accesibles para el público en general.

Referencias

- Burrell, A., Hendery, R., & Thieberger, N. (2019, July). Glossopticon: visualising archival data. In *2019 23rd international conference in information visualization-part II* (pp. 100-103). IEEE.
- Greyling, F., Verhoef, S., & Tempelhoff, G. (2020). Die Byderhand-Pionierprojek:’n Gevallestudie van die deelnemende dinamika in die skeep en toeganklikmaking van lokatiewe literatuur vir persone met siggestremdheid. *Tydskrif vir Geesteswetenskappe*, 60(4), 1336-1362.
- Odendaal, B. (2020). Manifestations of sensory perception in some poems included in two digital Byderhand installations at Worcester, South Africa. *Tydskrif vir Geesteswetenskappe*, 60(4-2), 1363-1385.
- SARIR (2016). South African Research Infrastructure Roadmap. 1st Department of Science and Technology.

MENNO VAN ZAAZEN



English

Menno van Zaanen was born in 's-Gravenhage, the Netherlands. He received an Msc in computer science from the Vrije University in Amsterdam, the Netherlands in 1997 and an MA in computational linguistics in 1998 from the University of Amsterdam, the Netherlands. Menno received his PhD in computer science from Leeds University, UK in 2002. He worked as research fellow at the University of Amsterdam, Tilburg University (both the Netherlands) and Macquarie University (Australia) as well as a guest researcher at the University of Groningen (the Netherlands). After that, he worked as a researcher, lecturer and assistant professor at Tilburg University, the Netherlands. Currently, he works as a professor in digital humanities at the South African Centre for Digital Language Resources (SADiLaR) which is hosted at North-West University, South Africa. His current research interests deal with unsupervised grammatical inference and applied machine learning to sequential data (in particular natural language). Among others, he worked on multi-modal structuring of data (music) and multi-modal information retrieval, as well on proofing tools (spelling checkers for African languages). More recently, he has been concentrating on applying digital techniques in the field of humanities. Menno is a founding member of the International Community in Grammatical Inference (ICGI), which he chaired from 2007-2010. Currently, he is chair of the Digital Humanities Association of Southern Africa (DHASA) and member of the Constituent Organization Board of the international Alliance of Digital Humanities Organizations (ADHO).

Español

Menno van Zaanen nació en la ciudad de 's-Gravenhage, Países Bajos. En 1997, Menno es magíster en ciencias de la computación de la Universidad de Vrije localizada en Amsterdam, Holanda. En 1998, obtuvo su segunda maestría como lingüística computacional en la Universidad de Amsterdam. En 2002, Menno obtuvo su doctorado en ciencias de la computación de la Universidad de Leeds, Reino Unido. Trabajó como investigador asociado en la Universidad de Amsterdam, la Universidad de Tilburgo (ambos Países Bajos) y la Universidad Macquarie (Australia). Fue investigador invitado en la Universidad de Groningen (Países Bajos). Luego trabajó como investigador, conferencista y profesor asistente en la Universidad de Tilburgo. Actualmente, trabaja como profesor de humanidades digitales en el Centro Sur Africano de Recursos Digitales en Lenguaje (SADiLaR) que se encuentra ubicado en la Universidad Norte Oeste de Sudáfrica. Sus intereses de investigación actuales se ocupan de la inferencia gramatical no supervisada y el aprendizaje automático aplicado a datos secuenciales (en particular, el lenguaje natural). Así mismo, trabajó en la estructuración multimodal de datos (música) y la recuperación de información multimodal, así como en herramientas de corrección (correctores ortográficos para idiomas africanos). Más recientemente, se ha concentrado en la aplicación de técnicas digitales en el campo de las humanidades. Es miembro fundador de la Comunidad Internacional de Inferencia Gramatical (ICGI), que presidió de 2007 a 2010. Actualmente, es presidente de la Asociación de Humanidades Digitales de África Austral (DHASA) y miembro del Consejo de Organización Constituyente de la Alianza Internacional de Organizaciones de Humanidades Digitales (ADHO).

Chapter 3

Digital Twin for Virtual Pottery

Gemelo digital para cerámica virtual

Sarah Dashti, AA Navarro-Newball, Edmond Prakash,
Fiaz Hussain and Fiona Carroll

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://youtu.be/9rg139tCKLw>



Digital Twin for Virtual Pottery

Sarah Dashti¹, AA Navarro-Newball², Edmond Prakash¹,
Fiaz Hussain¹ and Fiona Carroll¹

¹Cardiff Metropolitan University, United Kingdom

klam2006@hotmail.com

EPrakash@cardiffmet.ac.uk

fhussain@cardiffmet.ac.uk

FCarroll@cardiffmet.ac.uk

²Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia

anavarro@javerianacali.edu.co

Abstract

This paper introduces a novel system and fabrication technique for virtual pottery towards traditional making simulation, using the concept of digital twin technology, integrating cyber and physical spaces. This approach uses creative technologies in the art field to develop human intelligence and performance. The technical framework presents a novel method, using the user's perception to analyse the Virtual model. The process involves deforming a 3D virtual object, using a series of simple processes to manage with tracked transformation across layers of realities. However, at present, no paper has focused on simulating all pottery-making skills in one application, e.g., throwing, hand building, sculpting, relief and many more. Our method involves the four steps: 1) creating a virtual object from digital clay as a file; in STL format; 2) exploring ways of growing virtual object, using 3D VR application, extending digital clay object deformation; 3) extending the model by using 3D modelling software for surface relief with 3D print tools to examine the model; 4) examining the model through a slicing experimental setting that will result in a 3D printable prototype. We selected a combination of application and shelf tools to simulate the pottery making experience, using a VR application that has been successfully implemented in the gaming industry, enhancing 3D object modelling and physical/visual skills development. In the future, a digital twin in virtual ceramics can contribute to rapid prototyping processes.

Keywords: virtual pottery, digital twin, human-computer interaction, 3D-modelling, tracked-deformation, fabrication.

Introduction

We would like to present our novel virtual pottery system, exploring the innovation of interactive modelling, with tracked transformation using one object across layers of realities, by the evolving concept of digital twin technology. Our method involves merging creative technologies and tools, producing a new making technique for virtual pottery, and developing a complex object. Our system contains a rich representation of simulating traditional pottery skills, using multiple tools and layers of reality. The system works as a bidirectional fabrication method to link physical and digital objects using user's analysis to configure a better prototype.

The integration of virtual pottery and digital twins is an ideal perception of object mirroring, having great benefits for manufacturers in advanced production features of complex systems. The realisation of the digital twin creates connectivity between VR and physical objects, producing communications capability using smart production systems (Grieves, 2018). The intent of this concept is mitigating system complexity by providing improved information to the physical twin object. Digital twin technology is one of the ultimate cutting-edge initially proposed concepts as a centre of attention for industry, representing the benefits of developing virtual and physical objects in real-time, creating a strong link in the manufacturing process. The Digital Twin concept refers to the integration of cyber and physical space devices in a bidirectional way of production (Fuller et al., 2020). This type of technological concept is used in many applications implemented in diverse industries, including production, product design, health management, and other fields (Tao et al., 2018). More so, digital twin is one of the driven concepts across creative and problem-solving ontology as a novel approach for human-centred in cyber production (Ansari et al., 2018). The education sector is also showing great interest in developing educational programs, introducing new ideas and the Digital Triplet concept, advancing the original Digital twin for more intellectual

activity, expanding engineering processes with cyber and physical worlds (Umeda et al., 2019). Formal and informal education is one of the new norms of learning methods using AR/VR to enhance the learning process. Furthermore, ongoing educational research incorporates digital twins and mixed realities, producing a book that is beneficial for communicating and decision-making (Kolivand et al., 2020). Meanwhile, the virtual pottery concept is an extension to VR 3D modelling, representing a real-time solid modelling system, forming digital clay by physical interaction, and applying forces. Mainly, the application allows users to use virtual forces, forming a lump of digital clay to a simple or a complex object (Sclaroff et al., 1990). Principally pottery modelling system is represented by several circular sectors as a cylinder in layers. The user's physical and visual interaction mostly deforms digital clay in a radial direction due to the potter's wheel (Lee et al., 2008). The object represents virtual clay in a horizontal spherical haptic tool, using VR controlling kit to perform physical interaction pressure on the object.

Project description

The virtual pottery system is a method that focuses on exploring ways of integrating creative technologies and the digital twin link concept. In this system, users can create a complex virtual pottery object, using digital clay and extending the experience with the aid of using a combination of VR, 3D modelling and slicing. The novel virtual pottery experience represents making pottery in the first stage, from forming a vessel in real life located across the growth of the object between virtual reality space, then screen modelling with slicing, stimulating the creativity of virtual modelling, finally allowing the creation of complex prototypes (Fig. 1: a, b, c & d).

The available virtual pottery applications focus on simply making without using the complete skills and tools due to high processing data, which may overload causing failure and data loss. Complex modelling in virtual reality is one of the leading modelling methods to date. More so, there is not much surface deformation or the ability to grow and extend the virtual object on virtual potter's wheel applications. Also, the user creates deformation on the digital clay. It will be hard for the basic user to analyse and evaluate the non-manifold mesh or zero area faces of the virtual model.

The overall goal of our novel proposed system is to address the advantages and challenges of the system that arise from: (i) Modelling - the detailed VR/3D modelling integration as a physics-based shape modelling, using the concept of digital twin to create a bidirectional link of data with the physical ceramic material properties. Here, we are expanding a virtual pottery representation of creative deformation models, with the development of the physical virtual force, surface texture relief, real-time rendering as well as physical prototyping. (ii) Interaction - real-time visualisation in AR/VR devices to enable complex virtual and physical interaction. Here, we are developing a multi-modal interaction that simulates physical-virtual that captures real-world deformable pottery making (addition/subtraction) using tangible hand and finger transformation. (iii) Making - realise it by physical making through rapid virtual pottery prototyping. Here, the objective is to make physical making central to this process by emphasising the material and the rapid prototyping, which in turn influences the above two objectives.

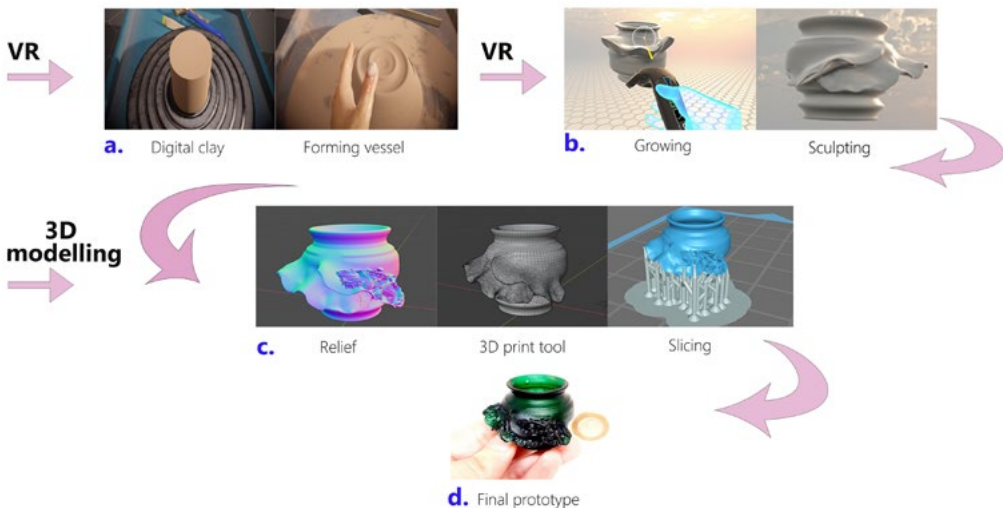


Figure 1. Proposed Virtual Pottery System.

Theoretical integration concept of virtual pottery and digital twin

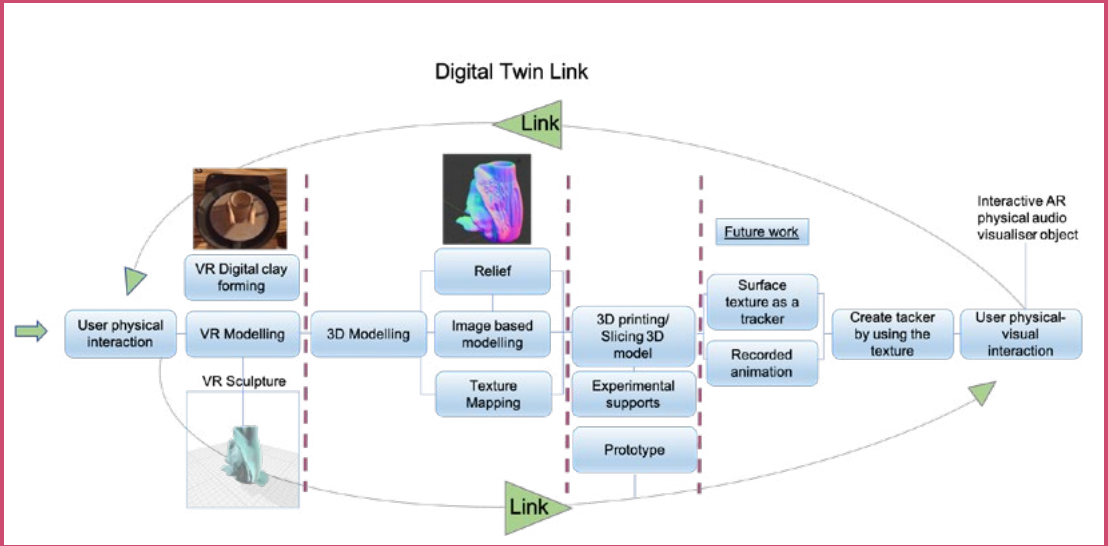


Figure 2. Virtual pottery Information Workflow Using Digital Twin Link Concept.

Our novel approach investigates the link of tracked deformation across realities, using one object of digital clay medium carrying the physical interaction towards bidirectional digital fabrication, creating a bridge with digital twin concept with parallel evolvement between Art & Technology. Fig. 2 shows the block diagram of developed information workflow of the virtual pottery system using the Digital Twin Link concept.

Discussion

The research approach of a digital twin for virtual pottery modelling can enhance virtual graphics modelling and rapid prototyping. By introducing this concept, the users can improve self-analysis with improved modelling and fabrication criteria. Nevertheless, our novel virtual pottery system has

a couple of limitations boundaries for now. First, the system design cannot be tested with real users due to the pandemic Covid-19 health restrictions. The VR kit may be contaminated and transmit the virus. As a result, we listed experts research findings in virtual pottery modelling and publishing papers to support the research. Secondly, the system, for now, defines an integration of several applications. The criterion of our future steps is to create a seamless system that allows the user to experience the system without using many applications.

Conclusion

The proposed system shows a promising result of tracked deformation across realities, creating a digital twin link between the physical and digital object. Now digital fabrication captures the deformation by the concept of creating an object with mixed realities through VR and multiple tools for improving the virtual pottery experience. The workflow processes have been accomplished using standalone information systems integrated with digital twins, exploring methods of making and relying on the user's analysis to improve the virtual object. Deformable modelling is one of the ways to describe our project, deform to reform an artistic object. Our future step will include using augmented reality to extend the digital twin link integration seamlessly.

References

- Ansari, F., Khobreh, M., Seidenberg, U. & Sihm, W. (2018). A problem-solving ontology for human-centered cyber physical production systems. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 22, 91–106.
- Fuller, A., Fan, Z., Day, C. & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access*, 8, 108952– 108971.
- Grieves, M. W. (2018). Virtually intelligent product systems: Digital and physical twins. *Complex Systems Engineering: Theory and Practice*, 7, 175.
- Kolivand, H., Prakash, E., L´opez, M., Herna´ndez, D. & Navarro-Newball, A. (2020). Reimagining the book... again! a new framework for smart books using digital twins technology. *Ibero-American Congress of Smart Cities*, 233–245.
- Lee, J., Han, G. & Choi, S. (2008). Haptic pottery modeling using circular sector element method. *International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications*, 668–674.
- Sciaroff, S. E., Pentland, A., Essa, I., Friedmann, M. & Horowitz, B. (1990). The thingworld modeling system: Virtual sculpting by modal forces. *Proceedings of the 1990 symposium on Interactive 3D graphics*, 143– 144.
- Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H. & Sui, F. (2018). Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(9), 3563–3576.
- Umeda, Y., Ota, J., Kojima, F., Saito, M., Matsuzawa, H., Sukekawa, T., Takeuchi, A., Makida, K. & Shirafuji, S. (2019). Development of an education program for digital manufacturing system engineers based on ‘digital triplet’ concept. *Procedia manufacturing*, 31, 363–369.

Gemelo digital para cerámica virtual

Sarah Dashti¹, AA Navarro-Newball², Edmond Prakash¹,
Fiaz Hussain¹ and Fiona Carroll¹

¹Cardiff Metropolitan University, United Kingdom

klam2006@hotmail.com

EPrakash@cardiffmet.ac.uk

fhussain@cardiffmet.ac.uk

FCarroll@cardiffmet.ac.uk

²Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia

anavarro@javerianacali.edu.co

Resumen

En este artículo, presentamos un novedoso sistema y técnica de fabricación para la cerámica virtual hacia la simulación de fabricación tradicional, utilizando el concepto de gemelo digital, integrando espacios cibernéticos y físicos. Este enfoque utiliza tecnologías creativas en el campo del arte del desarrollo de la inteligencia humana y el rendimiento. El proceso implica deformar un objeto virtual 3D, utilizando procesos sencillos. En la actualidad, ningún trabajo se ha centrado todavía en simular todas las habilidades de fabricación de cerámica en una sola aplicación, por ejemplo, lanzamiento, construcción manual, escultura y relieve. Nuestro método implica los cuatro pasos: 1) crear un objeto virtual de arcilla digital como un archivo en formato .STL; 2) explorar formas de crecimiento de objetos virtuales, utilizando la aplicación 3D VR, ampliando la deformación digital de objetos de arcilla; 3) extender el modelo mediante el uso de software de modelado 3D con herramientas de impresión 3D para examinar el modelo; 4) examinar el modelo a través de un ajuste experimental de corte que dará como resultado un prototipo imprimible 3D. Seleccionamos una combinación de aplicaciones y herramientas para simular la experiencia de fabricación de cerámica, utilizando una aplicación de realidad virtual que se ha implementado con éxito en la industria del juego, mejorando el modelado de objetos 3D y el desarrollo de habilidades físicas /visuales. A futuro, el gemelo digital en cerámica virtual puede contribuir a los procesos de prototipado rápido.

Palabras clave: Cerámica virtual, gemelo digital, interacción humano-ordenador, modelado 3D, deformación rastreada, fabricación.

Introducción

Presentamos un novedoso sistema de cerámica virtual, explorando la innovación del modelado interactivo, incluyendo el rastreo de transformación para un objeto a través de capas de realidades, con el concepto de gemelo digital. El método fusiona tecnologías y herramientas creativas y produce una nueva técnica de fabricación para cerámica virtual. Nuestro sistema contiene una rica representación de la simulación de habilidades tradicionales de cerámica, utilizando múltiples herramientas y capas de realidades. El sistema funciona como un método bidireccional de fabricación para vincular objetos físicos y digitales, con la capacidad de utilizar el análisis del usuario para configurar un mejor prototipo.

La integración de la cerámica virtual y los gemelos digitales es ideal para la duplicación de objetos y trae beneficios en la producción de sistemas complejos. La realización del gemelo digital crea conectividad entre la VR y el objeto físico, estableciendo la comunicación requerida en sistemas de producción inteligentes (Grieves, 2018). La idea es disminuir la complejidad del sistema proporcionando información mejorada al gemelo físico. La tecnología gemelos digitales es uno de los conceptos propuestos inicialmente para la industria, y trae los beneficios al desarrollar objetos virtuales y físicos que se comunican en tiempo real. El concepto de gemelo digital se refiere a la integración de dispositivos espaciales cibernéticos y físicos de una forma bidireccional (Fuller et al., 2020). Este tipo de concepto tecnológico se utiliza en muchas aplicaciones implementadas en diversas industrias, incluyendo producción, diseño de productos, gestión de la salud y otros campos (Tao et al., 2018). Más aún, el gemelo digital es uno de los conceptos impulsados a través de la ontología creativa y de resolución de problemas como un enfoque novedoso y centrado en el humano en la producción cibernética (Ansari et al., 2018). El sector de la educación también está mostrando un gran interés en el desarrollo de programas educativos, la introducción de nuevas ideas y el concepto de Triplete Digital,

el avance del gemelo digital original para una mayor actividad intelectual, la expansión de los procesos de ingeniería con mundos cibernéticos y físicos (Umeda et al., 2019). Además, la investigación educativa en curso incorpora gemelos digitales y realidades mixtas, produciendo, por ejemplo, un libro que es beneficioso para la comunicación y la toma de decisiones (Kolivand et al., 2020). Mientras tanto, el concepto de cerámica virtual es una extensión del modelado 3D en VR, que representa un sistema de modelado sólido en tiempo real, formando arcilla digital por interacción física y aplicando fuerzas. La aplicación permite a los usuarios utilizar fuerzas virtuales, formando la arcilla digital de un objeto (Sclaroff et al., 1990). El sistema de modelado de cerámica está representado por varios sectores circulares como un cilindro en capas. La interacción física y visual del usuario deforma principalmente arcilla digital en una dirección radial debido a la rueda del alfarero (Lee et al., 2008). El objeto representa arcilla virtual en una herramienta háptica esférica horizontal, utilizando el kit de control VR para realizar la presión de interacción física sobre el objeto.

Descripción del proyecto

El sistema de cerámica virtual es un método que se centra en explorar formas de integrar tecnologías creativas y el concepto de doble enlace digital. En este sistema, los usuarios pueden crear un objeto de cerámica virtual, utilizando arcilla digital y ampliando la experiencia con la ayuda de la combinación de VR, modelado 3D y corte. La novedosa experiencia de la cerámica virtual representa la fabricación de cerámica en la primera etapa, desde la formación de un recipiente en la vida real ubicado a través del crecimiento del objeto entre el espacio de realidad virtual y el modelado de corte, estimulando la creatividad del modelado virtual, finalmente permitiendo crear prototipos complejos (Fig. 1: a, b, c & d).

Las aplicaciones de cerámica virtual disponibles no replican todas las habilidades y herramientas debido al alto procesamiento, que puede causar fallas y pérdida de datos. El modelado complejo en VR es uno de los mejores métodos de modelado hasta la fecha. En este, no hay mucha deformación superficial o la capacidad de crecer y extender el objeto virtual en las aplicaciones de rueda del alfarero virtual, pero es posible crear deformación en la arcilla digital. Sin embargo, resulta complejo analizar y evaluar las mallas 3D del modelo virtual.

El objetivo general de nuestro novedoso sistema es abordar las ventajas y desafíos del sistema que surgen de: (i) Modelado - la integración detallada de modelado VR/ 3D como modelado de formas basado en la física, utilizando el concepto de gemelo digital para crear un enlace bidireccional de los datos y las propiedades físicas del material cerámico. Aquí, estamos ampliando una representación en cerámica virtual del modelo de deformación creativa, con el desarrollo de la fuerza física virtual, el modelo de la textura de la superficie, la representación en tiempo real, así como el prototipado físico. (ii) Interacción - visualización en tiempo real en dispositivos AR/VR para permitir una interacción virtual y física compleja. Aquí, estamos desarrollando una interacción multimodal que simula lo físico-virtual y captura la fabricación de cerámica deformable en el mundo real utilizando la transformación tangible de la mano y el dedo. (iii) Hacer - darse cuenta mediante la fabricación física a través de prototipos de cerámica virtual rápida. Aquí, el objetivo es hacer que la fabricación física sea fundamental para este proceso haciendo hincapié en el material y el prototipado rápido, lo que a su vez influye en los dos objetivos anteriores.

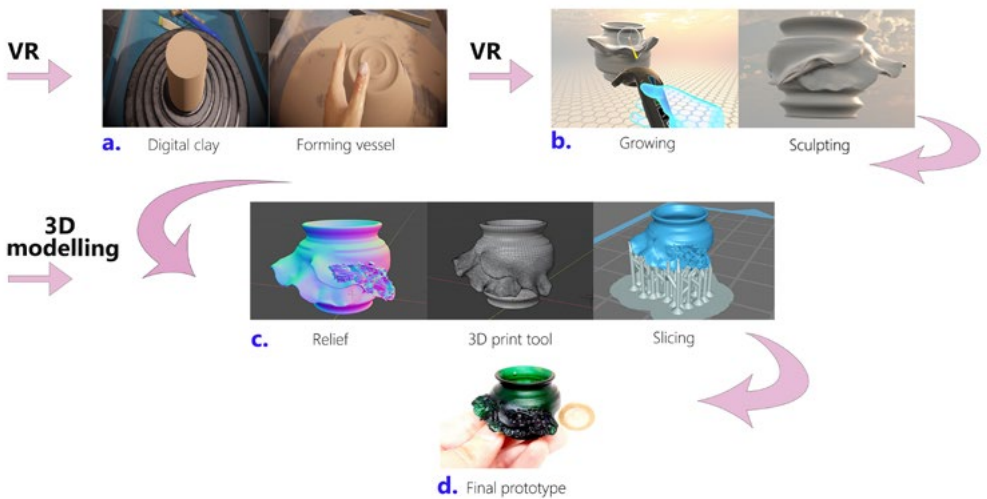


Figura 1. Sistema de cerámica virtual propuesto.

Concepto de integración teórica de cerámica virtual y gemelo digital

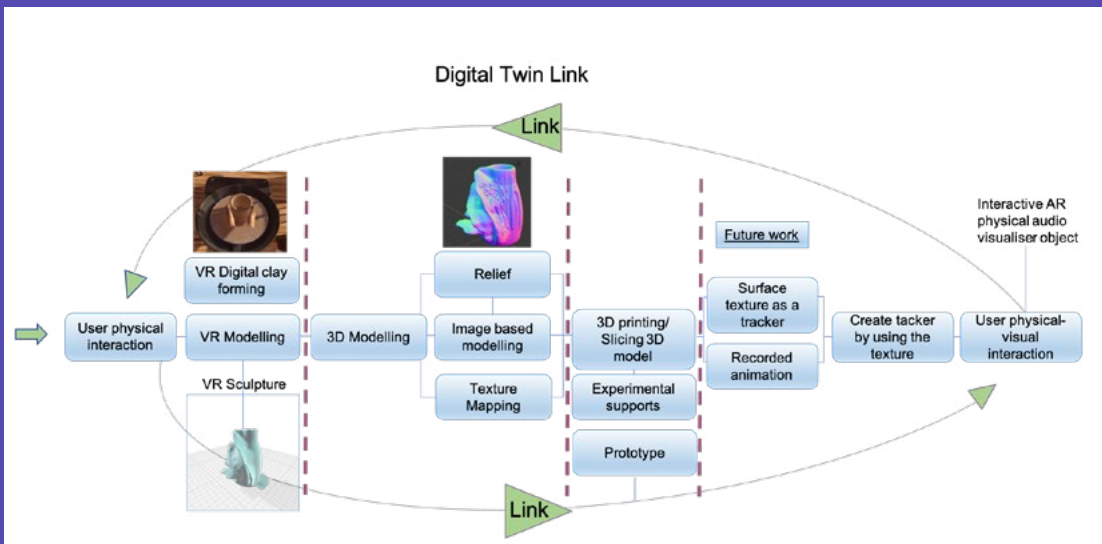


Figura 2. Flujo de información usando el concepto de enlace de gemelo digital.

Nuestro enfoque novedoso investiga el vínculo de la deformación rastreada a través de diferentes capas de realidades, utilizando un objeto de arcilla digital que lleva la interacción física hacia la fabricación digital bidireccional, creando un puente con el concepto gemelo digital, integrando paralelamente el arte y la tecnología. La Fig. 2 muestra el diagrama de bloques del flujo de trabajo de información desarrollado para el sistema de cerámica virtual utilizando el concepto de enlace de gemelo digital.

Discusión

El enfoque de investigación de un gemelo digital para el modelado de cerámica virtual puede mejorar el modelado de gráficos virtuales y la creación rápida de prototipos. Al introducir este concepto, los usuarios pueden mejorar su autoanálisis con mejores criterios de modelado y fabricación. Sin embargo, nuestro sistema de cerámica virtual tiene un par de límites de limitaciones. En primer lugar, el diseño del sistema no se puede probar con usuarios reales debido a las restricciones sanitarias de la pandemia de covid-19. El kit de realidad virtual puede ser contaminado y transmitir el virus. Como resultado, enumeramos los hallazgos de la investigación de expertos en el modelado de cerámica virtual y documentos publicados para apoyar la investigación. En segundo lugar, el sistema, por ahora, define una integración de varias aplicaciones. El criterio de nuestros pasos futuros es crear un sistema completo que permita al usuario experimentar el sistema sin necesidad de utilizar muchas aplicaciones.

Conclusión

El sistema propuesto muestra un resultado prometedor de la deformación rastreada a través de capas de realidades, creando un enlace con un gemelo digital entre el objeto físico y el digital. La fabricación digital captura la deformación mediante el concepto de crear un objeto con realidades mixtas a través de VR y múltiples herramientas para mejorar la experiencia de cerámica virtual. Los procesos de flujo de trabajo se han realizado utilizando sistemas de información independientes integrados con gemelo digital, explorando métodos de fabricación y aprovechando el análisis del usuario para mejorar el objeto virtual. El modelado deformable es una de las maneras de describir nuestro proyecto, deformar para reformar un objeto artístico. Nuestro paso futuro incluirá el uso de realidad aumentada para extender la integración de enlaces con gemelos digitales.

Referencias

- Ansari, F., Khobreh, M., Seidenberg, U. & Sihm, W. (2018). A problem-solving ontology for human-centered cyber physical production systems. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 22, 91–106.
- Fuller, A., Fan, Z., Day, C. & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access*, 8, 108952– 108971.
- Grieves, M. W. (2018). Virtually intelligent product systems: Digital and physical twins. *Complex Systems Engineering: Theory and Practice*, 7, 175.
- Kolivand, H., Prakash, E., L´opez, M., Hern´andez, D. & Navarro-Newball, A. (2020). Reimagining the book... again! a new framework for smart books using digital twins technology. *Ibero-American Congress of Smart Cities*, 233–245.
- Lee, J., Han, G. & Choi, S. (2008). Haptic pottery modeling using circular sector element method. *International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications*, 668–674.
- Sclaroff, S. E., Pentland, A., Essa, I., Friedmann, M. & Horowitz, B. (1990). The thingworld modeling system: Virtual sculpting by modal forces. *Proceedings of the 1990 symposium on Interactive 3D graphics*, 143– 144.
- Tao, F., Cheng, J., Qi, Q., Zhang, M., Zhang, H. & Sui, F. (2018). Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(9), 3563–3576.
- Umeda, Y., Ota, J., Kojima, F., Saito, M., Matsuzawa, H., Sukekawa, T., Takeuchi, A., Makida, K. & Shirafuji, S. (2019). Development of an education program for digital manufacturing system engineers based on ‘digital triplet’ concept. *Procedia manufacturing*, 31, 363–369.

SARAH DASHTI



English

She is a Kuwaiti citizen born in Seattle, Washington, United States, in 1984. She received a BA degree in art education from the College of Basic Education in Art Education Department, Kuwait 2006. In 2018 she was awarded an MA degree in ceramics from art and design school at Cardiff Metropolitan University. Currently, a PhD scholar in Design Studies and Creative Technology at the Cardiff Metropolitan University, Wales, United Kingdom. Also, she has a long journey of teaching experience working in KUWAIT public schools in ART education over the past 15 years and was promoted as a headteacher specialist. She is a professional contemporary Ceramic artist researching ways of integrating pottery with technology. She seeks to develop the Edutainment curricula and improve self-learning methods using virtual remote learning. Sarah brought creativity and problem-solving experience to incorporate art and technology practise with middle school students. In 2015 she collaborated in starting the first public school for learning difficulties in GCC countries. She has extensive experience in finding gifted students with learning difficulties by using physical activities. Her teaching expertise covers participating in a creativity study assessment survey on students with gifted and learning challenges. The journey continued with resolving conflicting educational priorities with successful improved student participation in the classroom by integrating creative role-playing exercises. Her current research area interest covers computer graphics, Creative technologies (AR/VR), mixed reality, 3D modelling, Virtual-Pottery, Digital-Fabrication (3D printing) and artistic DATA- physicalization.

Español

Ella es una ciudadana kuwaití nacida en Seattle, Washington, Estados Unidos, en 1984. Recibió una licenciatura en educación artística del College of Basic Education in Art Education Department, Kuwait 2006. En 2018 obtuvo una maestría en cerámica de la escuela de arte y diseño de la Universidad Metropolitana de Cardiff. Actualmente, es candidata a doctor en Estudios de Diseño y Tecnología Creativa en la Universidad Metropolitana de Cardiff, Gales, Reino Unido. Además, tiene amplia experiencia docente trabajando en escuelas públicas de KUWAIT en educación ARTÍSTICA durante los últimos 15 años y fue promovida como especialista y directora. Es una artista de cerámica contemporánea profesional que investiga formas de integrar la cerámica con la tecnología. Ella busca desarrollar planes de estudio en Edutainment y mejorar los métodos de autoaprendizaje utilizando el aprendizaje remoto virtual. Sarah aportó creatividad y experiencia en la resolución de problemas para incorporar la práctica del arte y la tecnología con los estudiantes de secundaria. En 2015 colaboró en la creación de la primera escuela pública para personas con dificultad de aprendizaje en los países del GCC. Tiene una amplia experiencia en la búsqueda de estudiantes superdotados con dificultades de aprendizaje mediante el uso de activación física. Su experiencia docente cubre la participación en una encuesta de evaluación de estudios de creatividad en estudiantes con talentos y desafíos de aprendizaje. El viaje continuó con la resolución de prioridades educativas conflictivas con una mejor participación exitosa de los estudiantes en el aula mediante la integración de ejercicios creativos de juego de roles. Su área de investigación actual abarca computación gráfica, tecnologías creativas (AR / VR), realidad mixta, modelado 3D, cerámica virtual, fabricación digital (impresión 3D) y “fiscalización artística” de DATOS.

ANDRES A. NAVARRO-NEWBALL



English

He was born in Cali, Colombia. Computer Scientist from the Pontificia Universidad Javeriana, Cali Colombia (1994); Master of Science in Computer Graphics and Virtual Environments at the University of Hull in the United Kingdom (1998); PhD in Computer Science (Graphics Lab) from the University of Otago in New Zealand (2010). Postdoctoral researcher at the Universidad Complutense, Madrid Spain (2014-2017). Head of Computer Science Major at the Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia (2016-2019) He has carried out projects related to surgical simulation, immersive systems for knowledge of cultural and natural heritage, video game-based systems for social inclusion, plant growth simulation and edutainment. Author of multiple publications in areas of application of computer graphics and keynote speaker in conferences in China, México, El Salvador, Argentina, India, and Colombia. Invited research fellow in the United Kingdom, Italy and Spain (2006 – 2019). He is currently serving as Full Professor and Researcher in the Department of Electronics and Computer Sciences of the Pontifical Javeriana University of Cali and actively collaborates with the research groups Destino from that institution; Museum I+D+C from the Complutense University of Madrid; and the Connected Universal Experiences Lab.

Español

El nació en Cali, Colombia. Ingeniero de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (1994); Máster en Ciencias en Computación Gráfica y Ambientes Virtuales en la Universidad de Hull en el Reino Unido (1998); Doctor en Ciencias de la Computación (Laboratorio de Computación Gráfica) de la Universidad de Otago en Nueva Zelanda (2010). Investigador posdoctoral en la Universidad Complutense de Madrid (2014-2017). Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2016-2019). Ha llevado a cabo proyectos relacionados con la simulación quirúrgica, sistemas inmersivos para el conocimiento del patrimonio cultural y natural, sistemas basados en videojuegos para la inclusión social, simulación de crecimiento de plantas y educación. Ha escrito múltiples publicaciones en áreas de aplicación de computación gráfica. Ha sido Orador Principal en conferencias en China, México, India, El Salvador, Argentina y Colombia. Investigador invitado en Italia, Reino Unido y España (2006 – 2019). Actualmente sirve como Profesor Titular e Investigador en el Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y colabora activamente con los grupos de investigación Destino de esa institución; Museo I+D+C de la Universidad Complutense de Madrid; y el Laboratorio de Experiencias Universales Conectadas.

EDMOND PRAKASH



English

Professor Prakash, Edmond is an Associate Dean for Research and Innovation and Professor in Computer Science at the Cardiff Metropolitan University, Wales, United Kingdom. His research and teaching expertise covers areas from engineering, discrete mathematics, programming, software engineering, operating systems, computer graphics, data visualization, games technology and digital business amongst others. He is a member of IEEE, BCS and also has served in several editorial boards for international journals and conferences in Computing.

Español

El profesor Prakash, Edmond es decano asociado de Investigación e Innovación y profesor de Ciencias de la Computación en la Universidad Metropolitana de Cardiff, Gales, Reino Unido. Su experiencia en investigación y enseñanza abarca áreas desde ingeniería, matemáticas discretas, programación, ingeniería de software, sistemas operativos, gráficos por computadora, visualización de datos, tecnología de juegos y negocios digitales, entre otros. Es miembro de IEEE, BCS y también ha servido en varios consejos editoriales para revistas y conferencias internacionales en Computación.



FIAZ HUSSAIN



English

Dr Fiaz Hussain is a leading specialist in the area of creative technologies and applications. He has designed numerous courses, managed a number of curriculum related projects, championed employability, has a successful international research record and has authored and published three technical and practical books in the area of design and development. Fiaz has extensive experience of realizing and managing international collaborative partnerships, tailoring marketing for international student recruitment and has worked in the UK, Germany and Dubai. In recognition of his considerable contribution to research, teaching and management, Fiaz holds the status of Senior Fellow of Higher Education Academy (SFHEA).

Español

El Dr. Fiaz Hussain es un especialista líder en el área de tecnologías y aplicaciones creativas. Ha diseñado numerosos cursos, gestionado una serie de proyectos relacionados con el plan de estudios, defendido la empleabilidad, tiene un exitoso historial de investigación internacional y ha escrito y publicado tres libros técnicos y prácticos en el área de diseño y desarrollo. Fiaz tiene una amplia experiencia en la realización y gestión de asociaciones de colaboración internacional, adaptando el marketing para el reclutamiento de estudiantes internacionales y ha trabajado en el Reino Unido, Alemania y Dubai. En reconocimiento de su considerable contribución a la investigación, la enseñanza y la gestión, Fiaz tiene el estatus de Senior Fellow of Higher Education Academy (SFHEA).

FIONA CARROLL



English

Dr Fiona Carroll is a senior lecturer at Cardiff School of Technologies, Cardiff Met University, Wales. Her research over the past seventeen years has focused on the fast changing relations between humans and digital technologies. Her interdisciplinary work shows a substantial contribution to knowledge in the fields of Human-Computer Interaction. In particular, she is interested in the human dimensions of cyber security and how we make people more aware when they exist and interact online. As an accomplished academic, she has successfully won more than seventeen research grant applications and forty peer reviewed publications. She is programme director for Computing with Creative Design and Computing for Interaction, and she co-leads the Creative Computing Research Center (CCRC) at Cardiff Met University.

Español

Fiona Carroll es profesora titular en la Escuela de Tecnologías de Cardiff, Cardiff Met University, Gales. Su investigación en los últimos diecisiete años se ha centrado en las relaciones cambiantes entre los humanos y las tecnologías digitales. Su trabajo interdisciplinar muestra una contribución sustancial a la erudición en los campos de la interacción humano-computadora. En particular, está interesada en las dimensiones humanas de la seguridad cibernética y cómo hacemos que las personas sean más conscientes cuando existen e interactúan en línea. Como académica consumada, ha ganado con éxito más de diecisiete solicitudes de becas de investigación y cuarenta publicaciones revisadas por pares. Es directora del programa de Computación con Diseño Creativo y Computación para interacción, y co-dirige el Centro de Investigación de Computación Creativa (CCRC) en la Universidad Met de Cardiff.

Chapter 4

Justin Beaver Stories: A conversational and empathic virtual animal in mixed reality technology

Historias del Castor Justin. Un animal virtual conversacional y empático en tecnología de realidad mixta

Alexandra Sierra Rativa, Aura Forero, Arbey Aragon, Andres Burbano, Nelson Arias, Marie Postma, and Menno van Zannen

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://www.youtube.com/watch?v=a2-F2o5lfio>



Justin Beaver Stories: A conversational and empathic virtual animal in mixed reality technology

Alexandra Sierra Rativa¹, Aura Forero², Arbey Aragon², Andres Burbano³,
Nelson Arias², Marie Postma⁴, and Menno van Zannen⁵

¹Tilburg University

profealexandراسierra@gmail.com

²Cetreal

arbey.aragon@gmail.com

aura.forero@cetreal.com

nelcetreal@gmail.com

³Canvar

andres.a.burbano@gmail.com

⁴Tilburg University

Marie.Postma@tilburguniversity.edu

⁵Sadilar

Menno.VanZaanen@nwu.ac.za

Abstract

In this appendix, this work describes a framework for the creation of a conversational character in a mixed reality empathetic experience. The framework allows for the synchronization of emotional animations of the virtual character in line with the character's dialogue text, with the aim to improve the users' empathetic experience. The dialogue is driven by a Natural Language Processing (NLP) pipeline, including automatic speech recognition, chat-bot, and text to speech generation micro-services. Within this framework, we present a holographic experience called "Justin Beaver Stories" using the Magic Leap one, HoloLens or Nreal mixed reality goggles to project the virtual character into the user's field of vision. This can be used to evaluate the impact of bringing a beaver to the user's environment instead of bringing the user to the beaver's natural environment. Interaction occurs by humanizing the beaver through human communications abilities, resulting in a conversational virtual beaver. The storyline describes the

beaver's lifestyle and problems, represented in a situation of distress. Positive experiences show the practical usability of the framework in the area of HCI.

Keywords: Conversational virtual character, mixed reality, emotional expressions, empathy, natural language processing, chat-bot, animal appearance.

INTRODUCTION

As animals do not communicate as humans do, people are incapable of speaking with animals, creating a language barrier between species. However, here we propose a framework that allows for the development of *conversational virtual characters* in a Mixed Reality (MR) environment, also allowing for animal shaped characters. The framework allows the generation and visualization of emotional responses in the virtual character to elicit empathetic reactions in humans towards the animal in an affective way (Zhao et al., 2019) using mixed reality devices. We describe the construction of a communication system for a virtual agent, which is capable of communicating, adapting, customizing, and offering a new “reality” to the users in their own environment.

The effectiveness of the framework relies heavily on whether empathetic behavior can be realized or not. Empathy is defined here as the ability to share the feelings and thoughts of other people, including their psychological states of pain or distress (Batson et al., 1987b; Clark et al., 2019b). It facilitates the process of social interactions and can repress antisocial behavior and aggression towards others (Stanger et al., 2012b). In recent years, a new construct, “dispositional empathy with nature” (Tam, 2013), has been defined in terms of the dispositional tendency to understand and share the emotional experience of the natural world. The development of this tendency plays a crucial role in environmentalism and in the assessment of environmental educational programs.

PREVIOUS WORK

Recent evidence suggests that one may experience empathy not just towards humans or animals in real life, but also towards virtual agents or virtual characters (Paiva, 2011; Kano and Morita, 2019). On the one hand, studies investigate the use of virtual agents for emotional and social support for mental health of users. For instance, De Gennaro, Krumhuber, and Lucas de Gennaro (2020) investigated effects of an empathetic chat-bot, which had more sensitive responses, such as “I’m sorry that this happened to you” compared to a control condition, and using more neutral responses as “Thank you for your feedback”. The results show that the empathetic chat-bot, compared to the control condition, elicited a more positive mood in the users. On the other hand, studies investigated the use of virtual agents in education. In a study with a virtual tutor called “Alice” (Oker et al., 2020), which uses empathetic feedback to stimulate motivation to learn, the conversational agent was manipulated on facial expressions and the textual feedback to the user on their learning performance. It showed that verbal feedback that was coherent with the agent’s face resulted in higher levels of empathy towards the agent.

The effect of expression of emotions in conversational character behavior with human forms has received much interest (Egges et al., 2004). It has been demonstrated that people respond more positively to agents that express emotions compared to those that do not (de Melo et al., 2015; de Gennaro et al., 2020). To improve the emotional appearance of the conversational agents in mixed and virtual reality setups, one should consider three key aspects (Mensio et al., 2018): *textual interaction*, *vocal interaction*, and *embodied agents*. For textual interaction, the agent should simulate emotions related to the text in a coordinated style, allowing the interlocutor to generate meaningful responses, for instance, by extracting emotions from text. Regarding vocal interaction, the emotion should be recognized (speech-to-text) and manipulated (text-to-speech) while emphasizing human imitation of the tone modulation, and aiming to recreate human voice expressions. Embodied agents control the movements of the body to mimic emotions that are expressed in the agent’s conversation. It is relevant to consider that, although these aspects have shown effective empathetic interactions in virtual human agents, it is unclear whether this has the same effect on virtual animal agents.

GENERAL FRAMEWORK

We propose a framework to enable investigation in the effectiveness of emotional appearance in interactive narratives with empathetic virtual conversational characters. This allows for a wide range of interaction channels, such as voice or text to interact with the conversational characters, but also other (sensory) inputs such as video, temperature measurements, and eye tracking (Haag et al., 2004; Mirsamadi et al., 2017; Marinoiu et al., 2018). Using multiple input sources might help detect user's emotions during the experience, which in turn may improve the character's emotional response and delivery of the narrative.

The framework is designed to support interactive narratives. Interactive narratives should provide textual interaction, expressive speech synthesis, and animated embodied agents. With respect to the textual interaction, emotions can be delivered together with the text of the narrative (as illustrated in Table 1). Furthermore, vocal interaction is ensured through expressive speech synthesis, which modulates the voice of the character by adjusting pitch, tone, cadence, or accent (Valle et al., 2020), adding a more natural expression. The virtual embodied character is also capable of expressing emotions using animations of the body synchronized with the narrative text.

Emotion	Sentence
Surprise	Ohhhh a beginner in this a job
Angry	The river is drying because of the humans
Neutral	Have you noticed the temperature change?
Fear	It is impossible! The forest is burning!
Sad	I want to cry! The trees are burning!
Happy	I can eat a willow tree and you?
Disgust	You are a very strange beaver

Table 1. Relation of emotions and text in the narrative.

The framework consists of a pipeline of interchangeable conceptual modules that detect and deliver emotions as represented in Figure 1. The pipeline starts with the user input acquisition, followed by the parallel execution of emotion extraction and Automatic Speech Recognition (ASR). At this point, the pipeline obtains a text tagged with emotions that serves as input to the Natural Language Processing (NLP) module. (Note that the framework supports multiple emotions per text fragment as illustrated in Figure 2.) The NLP module produces a synchronized sequence of texts and corresponding emotions to send to the user. This is converted using a Text-to-Speech (TTS) module maintaining the synchronization of emotions. Finally, it delivers the voice to the user, synchronized with emotion animations with the aim to reinforce the users' experience and provide natural human-to-machine interaction. This pipeline can be understood as an extension to conversational AI pipelines solutions like NeMo (Kuchaiev et al., 2019) from NVidia or Par-LAI (Miller et al., 2017). The modular setup of the framework allows for the continuous improvement by incorporating new software pieces once they are available.

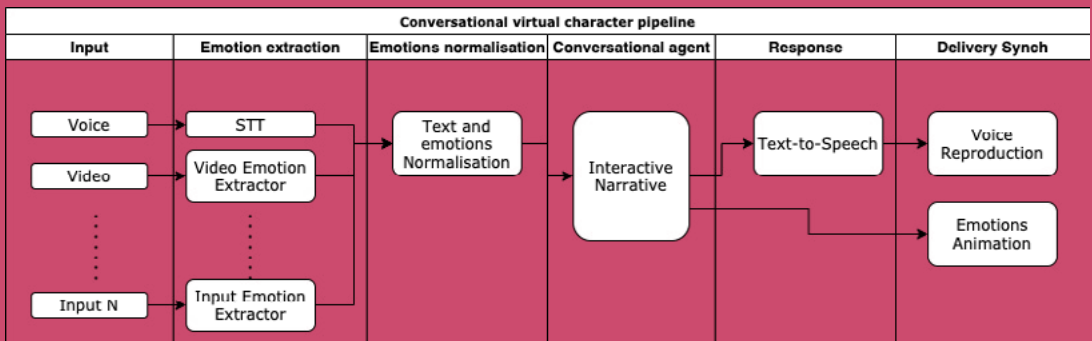


Figure 1. Conversational virtual character pipeline, which is divided in five stages: source inputs, emotions extraction, emotions normalization, chat-bot, response, and synchronized output. The first three handle input emotions and the last two handle output emotions.

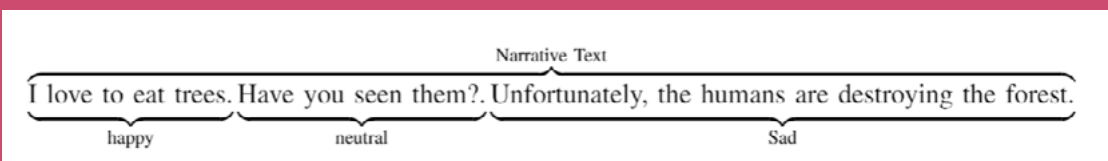


Figure 2. Tagging of multiple emotions per text fragment.

CASE STUDY

While the overall framework is important for the overall emotional experience, the delivery system plays a crucial role in its effectiveness. Here, we present a case study that implements the framework which includes the delivery of emotions using an augmented reality device.

The case study fits in the larger Justin Beaver project. The main objective of this project is to educate people in the beaver's environmental problems by developing an empathetic relationship with the users. Justin is a virtual beaver that inhabits several virtual universes with different capabilities. Two versions already existed: a "regular" computer version gamifying the experiences and a virtual reality version.

In the "regular" computer version, the appearance of the beaver is manipulated in terms of emotional facial expressions and body appearance. The results show that people reacted empathetically when the animal had a biological body and displayed emotional facial expressions, and with a robot representation without facial expressions. This indicates that body shape, and facial expressions have an effect on empathy towards virtual animal characters.

Experiments in the "Justin Beaver VR" virtual reality environment bring users to the beaver's natural environment. In first person view, users perform beavers' daily activities embodied as Justin. The experience then highlights two problems: deforestation and hunting (in the form of a virtual shooting, emphasized through haptic feedback). This study shows that the appearance of the animal is important when it comes to immersion and the perception of pain (during the virtual shooting). This effect was stronger when users embodied a beaver with natural appearance, compared to conditions of more artificial appearances (e.g., robot beavers, or amorphous figures like a marshmallow). The results, however, show that in this version no empathetic response is elicited compared to the "regular" computer version.

Finally, as is illustrated in the Figure 3, "Justin Beaver Stories" mixed reality environment, proposed here, we allow users to interact with Justin Beaver in its natural environment as a conversational virtual character

(Smid and Pandzic, 2002). Through interactive storytelling, Justin provides information on the nutritional behavior of beavers and also talks about wildfires due to global warming. This allows, for instance, experimentation on the effects of two aspects: emotional expression (of the character), and language interaction. Emotional expressions are implemented as animations with both facial and bodily movements. These animations are synchronized with the narrative of Justin. The language interaction relates to the communication pipeline that allows users to communicate with Justin via speech, using Natural Language Processing (NLP) micro-services. As a whole, these capabilities are used to induce empathetic reactions in the users, with the aim to expand the results of the Justin “regular” computer and VR experiences.

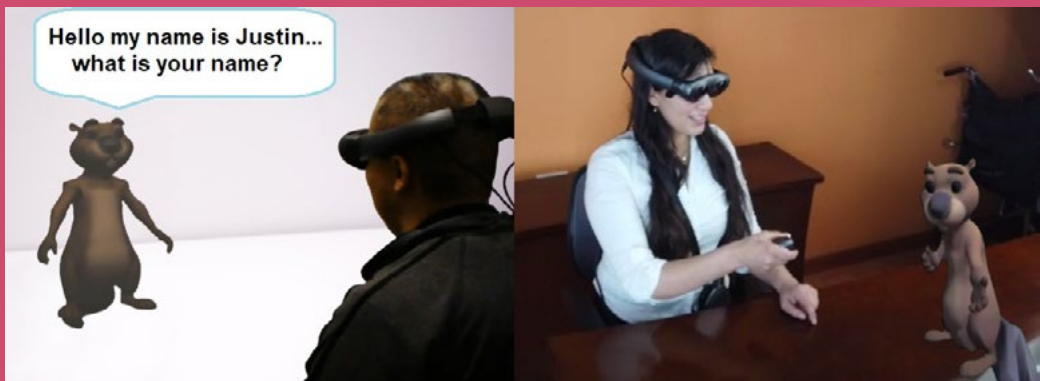


Figure 3. Virtual animal character simulation with the Magic Leap glasses.

Implementation

“Justin Beaver Stories” follows the pipeline using only voice as conversational input. Functionality is implemented using IBM Watson’s micro-services, while including automatic speech recognition (Anusuya and Katti, 2010), and generating input to its chat-bot (Setiaji and Wibowo, 2016), which simultaneously generates text for its text-to-speech system (Allen, 1976). The output is represented as a three-dimensional hologram, placing the character in the user’s real world. The hologram is projected using the Magic Leap mixed reality device (Bradski et al., 2019) utilizing its development framework. This device is capable of combining a virtual layer over the user’s reality and providing real-time interaction, taking into account the environment (registered in three dimensions through motion detection and 3D reconstruction) (Monyneaux et al., 2019). The character’s dialog delivery is enriched with the synchronization between emotional expressions and the generated speech (see Figure 4).



Figure 4. Interaction handling process.

Practically, the experience is implemented using three tiers (see Figure 4). This first tier is implemented using a unity application that runs on the Magic Leap one device, which presents a virtual layer and captures user's voice interactions. The second tier is an Electron web server, which receives the interactions and passes them through the third tier that relies on IBM Watson's natural language micro-services: Natural Language Understanding, Dialog Management, and Natural Language Generation modules (Park and Jeong, 2019). The results are sent back to the virtual agent. Finally, the agent outputs the audio combined with emotion animations.

Note that the animations of the face and the body of the animal (projecting the emotional content of the message) are synchronized in time with the dialogue. Table 1 illustrates how the emotions are annotated in the dialog text. Animations corresponding to the emotions synchronize the movement of the virtual character's eyebrows and different body parts. The transition between emotions is performed using an automatically interpolated transition between the different animations. A natural transition between emotions is pivotal for a more empathetic experience.

Visualization

In order to place the character in a virtual scene within the user's environment, we use the native 3D data framework from Magic Leap. The device recognizes the environment and builds a forest taking the physical constraints into account. The virtual world scales with respect to two constraints: the minimum size possible to facilitate control during the experience, and the maximum size of the hologram to fairly visualize the emotional body and facial expression animations.

The experience has been tested on five different scales (where scale indicates height, width, and depth in cm of the virtual world): 30, 50, 70, 100, and 150. After informal testing using laboratory members, an arbitrary selection of 70cm for the scale was made (as illustrated in Figure 3).

Communication capabilities

The virtual character is capable of communicating, by using the multitier architecture described earlier, and relying on several NLP microservices combined with an experience narrative that guides the user through an educational story on the beaver's life. Due to the interchangeability of the NLP modules, Justin can speak English and Spanish and can be easily ported to other languages by adding the relevant narrative.

As the aim of the narrative is to try to build a relationship between the beaver and the user to enable sharing information on the beaver's environment and dietary description. Each step in the narrative is composed of text (in the form of voice) and corresponding emotion-driven animations. Internally, the text is tagged with emotions (happy, sad, angry, disgusted, fear, surprised, and neutral) which are converted into corresponding animations.

Award recognition as the best research in VR/MR

As is illustrated in Figure 5, the demonstration of this project had the award recognition of the best revolution research in immersive technology (2021) in Laval Virtual, France.

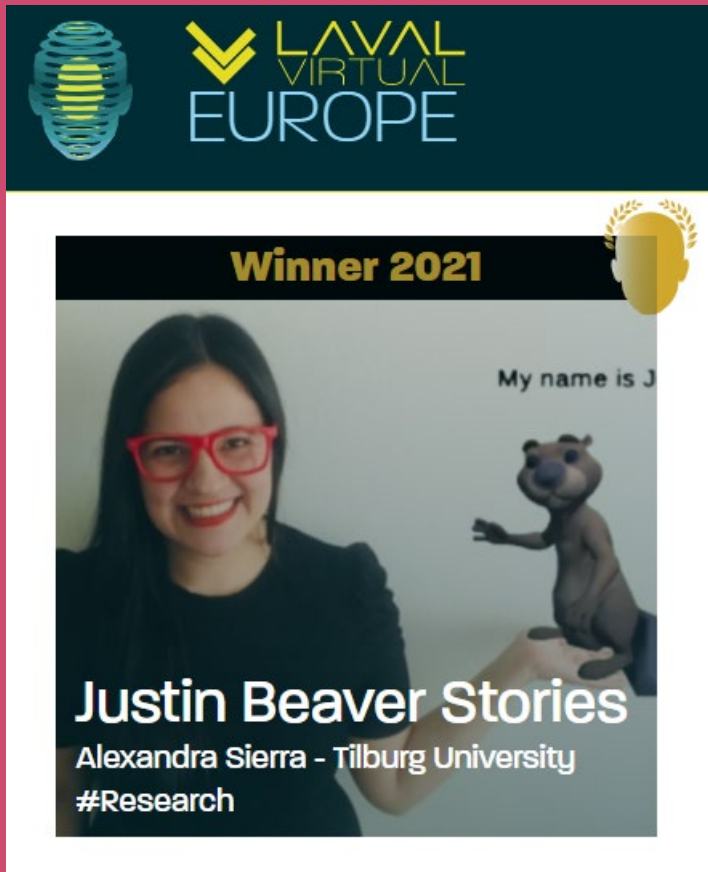


Figure 5. Award recognition at Laval Virtual.

(See more information:

<https://blog.laval-virtual.com/en/all-the-winners-of-the-laval-virtual-awards-2021/>)

CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

We introduced a flexible framework that allows the development of interactive storytelling applications with a conversational character (in animal form) which incorporates emotional synchronization of visual and language channels. We have shown the effectiveness of the framework through a case study, “Justin Beaver Stories”, which extends earlier computer and virtual reality versions. This allows for research on the impact of both visual and emotional choices on the immersion and emotional impact. For future work, we will focus on the effects of manipulations of different communication channels, (e.g., to investigate the effect of aligned versus misaligned, or presence versus absence of emotional animation related to the text). As the framework allows experiments in a mixed reality, we can also compare these results to the computer and virtual reality experiments.

We can improve virtual animals’ performance using artificial intelligence. Artificial Intelligence could help this virtual animal be seen as a smart virtual agent capable of vocal interaction and creating interactive stories. Further research could be beneficial in exploring how such a virtual animal might help foster 21st-century learning skills in education through its active interactions with learners and empathic reactions toward nature.

REFERENCES

- Anusuya, M. A., & Katti, S. K. (2010). Speech recognition by machine, a review. *arXiv preprint arXiv:1001.2267*.
- Allen, J. (1976). Synthesis of speech from unrestricted text. *Proceedings of the IEEE*, 64(4), 433-442.
- Batson, C. D., Fultz, J., & Schoenrade, P. A. (1987). Distress and empathy: Two qualitatively distinct vicarious emotions with different motivational consequences. *Journal of personality*, 55(1), 19-39.
- Bradski, G. R., Miller, S. A., & Abovitz, R. (2019). *U.S. Patent No. 10,203,762*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Clark, M. A., Robertson, M. M., & Young, S. (2019). "I feel your pain": A critical review of organizational research on empathy. *Journal of Organizational Behavior*, 40(2), 166-192.
- De Gennaro, M., Krumhuber, E. G., & Lucas, G. (2020). Effectiveness of an empathic chatbot in combating adverse effects of social exclusion on mood. *Frontiers in psychology*, 10, 3061.
- De Melo, C. M., Gratch, J., & Carnevale, P. J. (2014). Humans versus computers: Impact of emotion expressions on people's decision making. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 6(2), 127-136.
- Kano, Y., & Morita, J. (2019, September). Factors Influencing Empathic Behaviors for Virtual Agents: Examining about the Effect of Embodiment. In *Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction* (pp. 236-238).
- Eqges, A., Kshirsagar, S., & Magnenat-Thalmann, N. (2004). Generic personality and emotion simulation for conversational agents. *Computer animation and virtual worlds*, 15(1), 1-13.
- Haag, A., Goronzy, S., Schaich, P., & Williams, J. (2004, June). Emotion recognition using biosensors: First steps towards an automatic system. In *Tutorial and research workshop on affective dialogue systems* (pp. 36-48). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kuchaiev, O., Li, J., Nguyen, H., Hrinchuk, O., Leary, R., Ginsburg, B., Krizan, S., Beliaev, S., Lavrukhin, V., Cook, J. & Castonguay, P., (2019). Nemo: a toolkit for building ai applications using neural modules. *arXiv preprint arXiv:1909.09577*.
- Marinoiu, E., Zanfir, M., Olaru, V., & Sminchisescu, C. (2018). 3d human sensing, action and emotion recognition in robot assisted therapy of children with autism. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 2158-2167).

- Mensio, M., Rizzo, G., & Morisio, M. (2018, April). The rise of emotion-aware conversational agents: threats in digital emotions. In *Companion Proceedings of the The Web Conference 2018* (pp. 1541-1544).
- Mirsamadi, S., Barsoum, E., & Zhang, C. (2017, March). Automatic speech emotion recognition using recurrent neural networks with local attention. In *2017 IEEE International conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP)* (pp. 2227-2231). IEEE.
- Miller, A. H., Feng, W., Fisch, A., Lu, J., Batra, D., Bordes, A., Devi Parikh, & Jason Weston J. (2017). Parlai: A dialog research software platform. *arXiv preprint arXiv:1705.06476*.
- Monyneaux D. G., Steinbrucker F. T., Wu Z., Wei W., Min J., & Yifu Zhang (2019, June). Caching and updating of dense 3d reconstruction data. Library Catalog: Google Patents.
- Oker, A., Pecune, F., & Declercq, C. (2020). Virtual tutor and pupil interaction: A study of empathic feedback as extrinsic motivation for learning. *Education and Information Technologies*, 25(5), 3643-3658.
- Paiva, A. (2011). Empathy in social agents. *International Journal of Virtual Reality*, 10(1), 1-4.
- Park, K., & Jeong, Y. S. (2019, June). Indoor Dialog Agent in Mixed Reality (video). In *Proceedings of the 17th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services* (pp. 708-709).
- Smid, K., & Pandzic, I. G. (2002, June). Conversational virtual character for the web. In *Proceedings of Computer Animation 2002 (CA 2002)* (pp. 240-247). IEEE.
- Setiaji, B., & Wibowo, F. W. (2016, January). Chatbot using a knowledge in database: human-to-machine conversation modeling. In *2016 7th international conference on intelligent systems, modelling and simulation (ISMS)* (pp. 72-77). IEEE.
- Stanger, N., Kavussanu, M., & Ring, C. (2012). Put yourself in their boots: Effects of empathy on emotion and aggression. *Journal of sport and exercise psychology*, 34(2), 208-222.
- Tam, K. P. (2013). Dispositional empathy with nature. *Journal of environmental psychology*, 35, 92-104.
- Valle, R., Shih, K., Prenger, R., & Catanzaro, B. (2020). Flowtron: an autoregressive flow-based generative network for text-to-speech synthesis. *arXiv preprint arXiv:2005.05957*.
- Zhao, Z., Han, F., & Ma, X. (2019, December). Live emoji: A live storytelling vr system with programmable cartoon-style emotion embodiment. In *2019 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR)* (pp. 251-2511). IEEE.

Historias del Castor Justin Beaver: Un animal virtual conversacional y empático en tecnología de realidad mixta

Alexandra Sierra Rativa¹, Aura Forero², Arbey Aragon², Andres Burbano³,
Nelson Arias², Marie Postma⁴, and Menno van Zannen⁵

¹Tilburg University
profealexandrasierra@gmail.com

²Cetreal
arbey.aragon@gmail.com
aura.forero@cetreal.com
nelcetreal@gmail.com

³Canvar
andres.a.burbano@gmail.com

⁴Tilburg University
Marie.Postma@tilburguniversity.edu

⁵Sadilar
Menno.VanZaanen@nwu.ac.za

Resumen

Este trabajo describe una estructura informática para la creación de un personaje en una experiencia empática de realidad mixta. La estructura permite la sincronización en línea de una animación emocional del personaje virtual con el texto de diálogo que éste expresa, con el objetivo de mejorar la empatía y la experiencia del usuario. El diálogo es controlado por un flujo de procesamiento de lenguaje natural que incluye reconocimiento automático de habla, chatbot, y microservicios de generación de diálogo verbal a escrito. Con esta estructura informática, presentamos una experiencia holográfica llamada "Historias del castor Justin Beaver", usando los dispositivos de realidad mixta Magic leap, Hololens o Nreal, y proyectamos un personaje virtual dentro del campo de vista del usuario. Esto se puede utilizar para evaluar el impacto de llevar un castor al entorno del usuario en lugar de llevarlo al entorno natural del castor. La interacción ocurre al humanizar al castor a través de las habilidades de comunicación humana, lo que resulta en un castor virtual conversacional. La historia

describe el estilo de vida y los problemas del castor, representados en una situación de angustia. Las experiencias positivas muestran la usabilidad práctica del marco en el área de HCI.

Palabras clave: Personaje conversacional virtual, realidad mixta, expresiones emocionales, empatía, procesamiento de lenguaje natural, chatbot, apariencia animal.

INTRODUCCIÓN

Como los animales no se comunican de la misma manera que los humanos, las personas son incapaces de hablar con los animales, lo que crea una barrera lingüística entre las especies. Sin embargo, aquí proponemos un marco que permite el desarrollo de personajes virtuales conversacionales en un entorno de Realidad Mixta (MR), permitiendo también personajes con forma de animales. El marco permite la generación y visualización de respuestas emocionales en el personaje virtual para provocar reacciones empáticas en humanos hacia el animal de forma afectiva (Zhao et al., 2019) utilizando dispositivos de realidad mixta. Describimos la construcción de un sistema de comunicación para un agente virtual; que es capaz de comunicarse, adaptarse, personalizar y ofrecer una nueva “realidad” a los usuarios en su propio entorno.

La eficacia de la estructura informática depende en gran medida de si el comportamiento empático se puede realizar o no. La empatía se define aquí como la capacidad de compartir los sentimientos y pensamientos de otras personas, incluidos sus estados psicológicos de dolor o angustia (Batson et al., 1987b; Clark et al., 2019b). Facilita el proceso de interacciones sociales y puede reprimir el comportamiento antisocial y la agresión hacia los demás (Stanger et al., 2012b). En los últimos años, un nuevo constructo, la “empatía disposicional con la naturaleza” (Tam, 2013), se ha definido en términos de la tendencia disposicional a comprender y compartir la experiencia emocional del mundo natural. El desarrollo de esta tendencia juega un papel crucial en el ambientalismo y en la evaluación de los programas de educación ambiental.

TRABAJO PREVIO

La evidencia reciente sugiere que uno puede experimentar empatía no solo hacia humanos o animales en la vida real, sino también hacia agentes virtuales o personajes virtuales (Paiva, 2011; Kano and Morita, 2019). Por un lado, los estudios investigan el uso de agentes virtuales para el apoyo emocional y social para la salud mental de los usuarios. Por ejemplo, De Gennaro, Krumhuber y Lucas (2020) investigaron los efectos de un chatbot empático, que tenía respuestas más sensibles, como “Lamento que te haya pasado esto” en comparación con una condición de control, y utiliza respuestas más neutras, como: “Gracias por sus comentarios”. Los resultados muestran que el chatbot empático, en comparación con la condición de control, provocó un estado de ánimo más positivo en los usuarios. Por otro lado, los estudios investigaron el uso de agentes virtuales en la educación. En un estudio con un tutor virtual llamado “Alice” (Oker et al., 2020), que utiliza retroalimentación empática para estimular la motivación para aprender, el agente conversacional fue manipulado en las expresiones faciales y la retroalimentación textual al usuario sobre su desempeño en el aprendizaje. Demostró que la retroalimentación verbal que era coherente con el rostro del agente daba como resultado niveles más altos de empatía hacia el agente.

El efecto de la expresión de emociones en el comportamiento del carácter conversacional con formas humanas ha recibido mucho interés (Egges et al., 2004). Se ha demostrado que las personas responden de manera más positiva a los agentes que expresan emociones en comparación con aquellos que no las expresan (de Melo et al., 2015; de Gennaro et al., 2020). Para mejorar la apariencia emocional de los agentes conversacionales en configuraciones de realidad virtual y mixta, se deben considerar tres aspectos clave (Mensio et al., 2018): interacción textual, interacción vocal y agentes personificados. Para la interacción textual, el agente debe simular emociones relacionadas con el texto en un estilo coordinado, permitiendo que el interlocutor genere respuestas significativas, por ejemplo, extrayendo emociones del texto. Con respecto a la interacción vocal, la emoción debe ser reconocida (de voz a texto) y manipulada (de texto a voz) mientras se enfatiza la imitación humana de la modulación del tono y se busca recrear las expresiones de la voz humana. Los agentes personificados controlan

los movimientos del cuerpo para imitar las emociones que se expresan en la conversación del agente. Es relevante considerar que, si bien estos aspectos han mostrado interacciones empáticas efectivas en agentes humanos virtuales, no está claro si esto tiene el mismo efecto en agentes animales virtuales.

MARCO GENERAL

Proponemos una estructura informática que permita investigar la efectividad de la apariencia emocional en narrativas interactivas con personajes conversacionales virtuales empáticos. Esto permite que una amplia gama de canales de interacción, como voz o texto, interactúen con los personajes conversacionales, pero también otras entradas (sensoriales) como video, mediciones de temperatura y seguimiento ocular tracking (Haag et al., 2004; Mirsamadi et al., 2017; Marinoiu et al., 2018). El uso de múltiples fuentes de entrada puede ayudar a detectar las emociones del usuario durante la experiencia, lo que a su vez puede mejorar la respuesta emocional del personaje y la entrega de la narrativa.

Emoción	Frase
Sorpresa	Oh un aprendiz en este trabajo.
Enojo	El río se está secando debido a los humanos
Neutral	¿Has notado el cambio de temperatura?
Miedo	¡Es imposible! El bosque se está quemando!
Tristeza	¡Quiero llorar, los árboles se están quemando!
Felicidad	Puedo comer un árbol completo, y tú?
Disgusto	¡Tú eres un castor extraño!

Tabla 1. Relación de emociones y texto en la narrativa.

La estructura está diseñada para respaldar narrativas interactivas. Las narrativas interactivas deben proporcionar interacción textual, síntesis de voz expresiva y agentes animados personificados. Con respecto a la interacción textual, las emociones se pueden transmitir junto con el texto de la narración (como se presenta en la Tabla 1). Además, la interacción vocal está asegurada a través de la síntesis del habla expresiva, que modula la voz del personaje ajustando el tono, la cadencia o el acento (Valle et al., 2020), agregando una expresión más natural. El personaje virtual personificado también es capaz de expresar emociones utilizando animaciones del cuerpo sincronizadas con el texto narrativo.

La estructura informática propuesta consiste en una distribución de módulos conceptuales intercambiables que detectan y entregan emociones como se representa en la Figura 1. La distribución de la estructura comienza con la adquisición de la entrada del usuario, seguida de la ejecución paralela de la extracción de emociones y el Reconocimiento Automático de Voz (ASR). En este punto de la distribución se obtiene un texto etiquetado con emociones que sirve como entrada para el módulo Procesamiento del lenguaje natural (NLP). (Tenga en cuenta que la estructura propuesta admite múltiples emociones por fragmento de texto, como se ilustra en la Figura 2). El módulo de NLP produce una secuencia sincronizada de textos y emociones correspondientes para enviar al usuario. Esto se convierte mediante un módulo de Texto-a-Voz (TTS) que mantiene la sincronización de las emociones. Finalmente, entrega la voz al usuario, sincronizada con animaciones correspondientes a las emociones con el objetivo de reforzar la experiencia de los usuarios y proporcionar una interacción natural entre humanos y máquinas. Esta distribución puede entenderse como una extensión de las soluciones de distribución de agentes conversacionales con IA como NeMo (Kuchaiev et al., 2019) de NVidia o Par-LAI (Miller et al., 2017). La configuración modular de la estructura propuesta permite la mejora continua mediante la incorporación de nuevas piezas de software una vez que están disponibles.

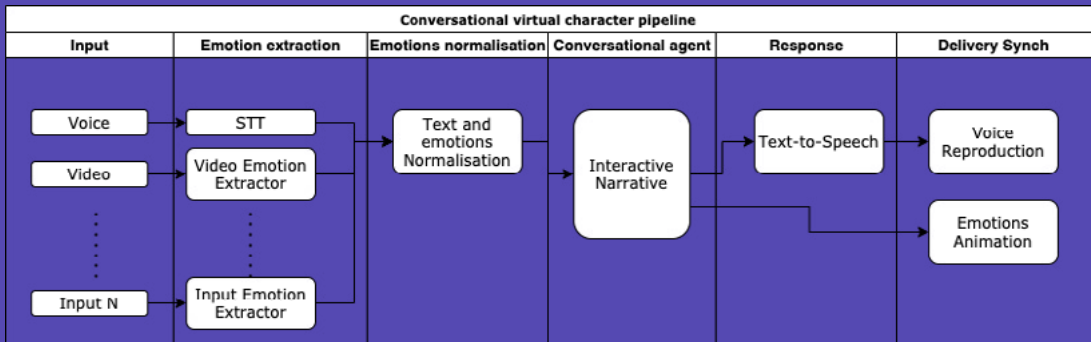


Figura 1. Distribución conversacional de personajes virtuales, se divide en cinco etapas: entradas de origen, extracción de emociones, normalización de emociones, chatbot, respuesta y salida sincronizada. Los primeros tres manejan las emociones de entrada y los dos últimos manejan las emociones de salida.

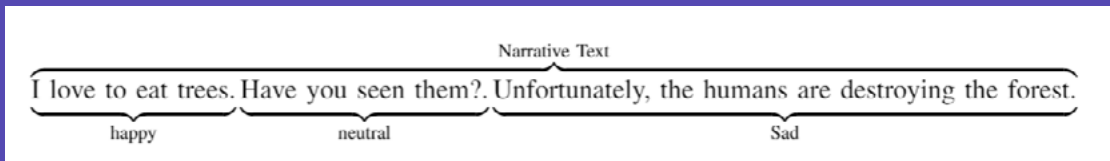


Figura 2. Etiquetado de múltiples emociones por fragmento de texto.

CASO DE ESTUDIO

Si bien el marco general es importante para la experiencia emocional general, el sistema de entrega juega un papel crucial en su efectividad. A continuación, presentamos un estudio de caso que implementa la estructura propuesta que incluye la entrega de emociones utilizando un dispositivo de realidad aumentada. El caso de estudio encaja en el proyecto más amplio del castor Justin Beaver. El principal objetivo de este proyecto es educar a las personas sobre los problemas ambientales del castor desarrollando una relación empática con los usuarios. Justin Beaver es un castor virtual que habita varios universos virtuales con diferentes capacidades.

Ya existían dos versiones: una versión informática “habitual ” la cual gamifica las experiencias y una versión de realidad virtual. En la versión de computadora “habitual”, la apariencia del castor se manipula en términos de expresiones faciales emocionales y apariencia corporal. Los resultados muestran que las personas reaccionaron con empatía cuando el animal tenía un cuerpo biológico y mostraba expresiones faciales emocionales, y con una representación de robot sin expresiones faciales. Esto indica que la forma del cuerpo y las expresiones faciales tienen un efecto en la empatía hacia los personajes animales virtuales.

Los experimentos en el entorno de realidad virtual “El Castor Justin Beaver VR” llevan a los usuarios al entorno natural del castor. En la vista en primera persona, los usuarios realizan las actividades diarias de los castores personificados como Justin Beaver. La experiencia luego resalta dos problemas: la deforestación y la caza (en forma de un disparo virtual, enfatizado a través de retroalimentación háptica). Este estudio muestra que la apariencia del animal es importante en lo que respecta a la inmersión y la percepción del dolor (durante el rodaje virtual). Este efecto fue más fuerte cuando los usuarios personifican un castor con apariencia natural, en comparación a la situación con condiciones de apariencia más artificial (por ejemplo, castores robot o figuras amorfas como un malvavisco). Los resultados, sin embargo, muestran que en esta versión ninguna respuesta empática es ilícita en comparación con la versión informática “habitual”.

Finalmente, en el entorno de realidad mixta “Historias del Castor Justin Beaver” (Justin Beaver Stories) como se ilustra en la Figura 3, propuesto aquí, permitimos a los usuarios interactuar con el castor Justin en su entorno natural como un personaje virtual conversacional (Smid and Pandzic, 2002). A través de la narración interactiva, Justin Beaver brinda información sobre el comportamiento nutricional de los castores y también habla sobre los incendios forestales debido al calentamiento global. Esto permite, por ejemplo, experimentar los efectos de dos aspectos: la expresión emocional (del personaje) y la interacción del lenguaje. Las expresiones emocionales se implementan como animaciones con movimientos faciales y corporales. Estas animaciones están sincronizadas con la narrativa de Justin. La interacción del lenguaje se relaciona con la distribución de comunicación que permite a los usuarios comunicarse con

Justin a través del habla, utilizando microservicios de procesamiento del lenguaje natural (NLP). En su conjunto, estas capacidades se utilizan para inducir reacciones de empatía en los usuarios, con el objetivo de ampliar los resultados de las experiencias de realidad virtual y de ordenador “habitual” de Justin.

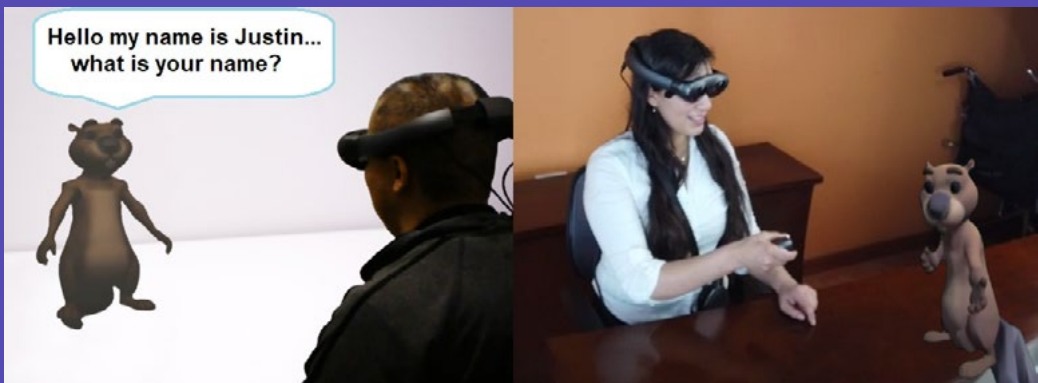


Figura 3. Simulación de personajes de animales virtuales llamada Historias del castor Justin Beaver.

Implementación

“Las historias del castor Justin Beaver” (Justin Beaver Stories) sigue el proceso utilizando solo la voz como entrada de conversación. La funcionalidad se implementa utilizando los microservicios de IBM Watson, al tiempo que incluye el reconocimiento automático de voz (Anusuya and Katti, 2010) y genera información para su chatbot (Setiaji and Wibowo, 2016), que simultáneamente genera texto para su sistema de conversión de texto a voz (Allen, 1976). La salida se representa como un holograma tridimensional, que coloca al personaje en el mundo real del usuario. El holograma se proyecta utilizando gafas de realidad mixta (por ejemplo, el

dispositivo de realidad mixta Magic Leap (Bradski et al., 2019), Hololens, Nreal) utilizando su estructura de desarrollo.

Este dispositivo es capaz de combinar una capa virtual sobre la realidad del usuario y brindar interacción en tiempo real, teniendo en cuenta el entorno (registrado en tres dimensiones mediante detección de movimiento y reconstrucción 3D) Monyneaux et al., 2019). La entrega del diálogo del personaje se enriquece con la sincronización entre las expresiones emocionales y el discurso generado (ver Figura 4).



Figura 4. Proceso de manejo de las interacciones.

Prácticamente, la experiencia se implementa utilizando tres niveles (ver Figura 4). Este primer nivel se implementa mediante una aplicación de unidad que se ejecuta en el dispositivo Magic Leap one, que presenta una capa virtual y captura las interacciones de voz del usuario. El segundo nivel es un servidor web Electron, que recibe las interacciones y las pasa a través del tercer nivel que se basa en los microservicios de lenguaje natural de IBM Watson: módulos de comprensión del lenguaje natural, gestión de diálogos y generación del lenguaje natural (Park and Jeong, 2019). Los resultados se envían de vuelta al agente virtual. Finalmente, el agente genera el audio combinado con animaciones emocionales.

Nótese que las animaciones de la cara y el cuerpo del animal (que proyectan el contenido emocional del mensaje) están sincronizadas en el tiempo con el diálogo. La Tabla 1 ilustra cómo se anotan las emociones en

el texto del diálogo. Las animaciones correspondientes a las emociones sincronizan el movimiento de las cejas del personaje virtual y diferentes partes del cuerpo. La transición entre emociones se realiza mediante una transición interpolada automáticamente entre las diferentes animaciones. Una transición natural entre las emociones es fundamental para una experiencia más empática.

Visualización

Para colocar al personaje en una escena virtual dentro del entorno del usuario, utilizamos el marco de datos 3D nativo de Magic Leap. El dispositivo reconoce el entorno y construye un bosque teniendo en cuenta las limitaciones físicas. El mundo virtual escala con respecto a dos limitaciones: el tamaño mínimo posible para facilitar el control durante la experiencia, y el tamaño máximo del holograma para visualizar de manera justa el cuerpo emocional y las animaciones de la expresión facial. La experiencia ha sido probada en cinco escalas diferentes (donde la escala indica altura, ancho y profundidad en cm del mundo virtual): 30, 50, 70, 100 y 150. Después de pruebas informales con miembros de laboratorio, una selección arbitraria de 70 cm para la escala (como se ilustra en la Figura 3).

Capacidades de comunicación

El personaje virtual es capaz de comunicarse mediante el uso de la arquitectura de varios niveles descrita anteriormente y dependiendo de varios microservicios de NLP combinados con una narrativa de experiencia que guía al usuario a través de una historia educativa sobre la vida del castor. Debido a la intercambiabilidad de los módulos de NLP, Justin Beaver puede hablar inglés y español y puede configurarse fácilmente a otros idiomas agregando la narrativa relevante.

Como el objetivo de la narrativa es tratar de construir una relación entre el castor y el usuario para permitir compartir información sobre el entorno del castor y la descripción de su alimentación. Cada paso de la narrativa se compone de texto (en forma de voz) y las correspondientes animaciones impulsadas por las emociones. Internamente, el texto está etiquetado con emociones (feliz, triste, enojado, disgustado, miedo, sorprendido y neutral) que se convierten en las animaciones correspondientes.

Premio a la mejor investigación in RV/RM

Como se ilustra en la Figura 5, la demostración de este proyecto tuvo el reconocimiento de premio a la mejor investigación revolucionaria en tecnología inmersiva (2021) en Laval Virtual, Francia.

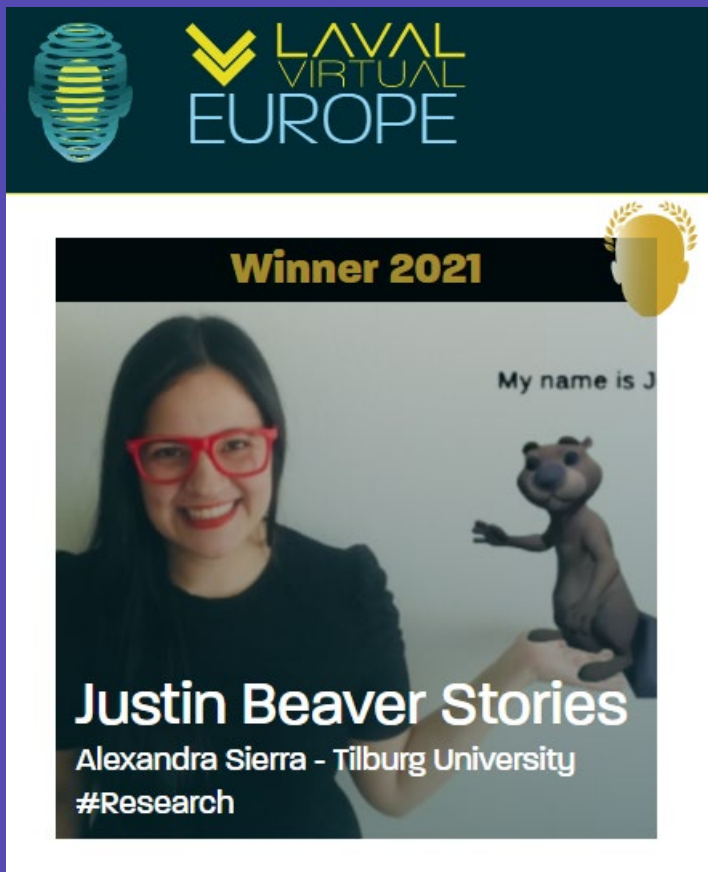


Figura 5. Premio en Laval Virtual.

(Más información:

<https://blog.laval-virtual.com/en/all-the-winners-of-the-laval-virtual-awards-2021/>)

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Introdujimos un marco flexible que permite el desarrollo de aplicaciones de narración interactiva con un carácter conversacional (en forma de animal) que incorpora sincronización emocional de canales visuales y de lenguaje. Hemos demostrado la efectividad del marco a través de un estudio de caso, “Historias de Justin Beaver” (Justin Beaver Stories), que amplía las versiones anteriores de computadora y realidad virtual. Esto permite investigar el impacto de las opciones tanto visuales como emocionales en la inmersión y el impacto emocional. Para trabajos futuros, nos centraremos en los efectos de la manipulación de diferentes canales de comunicación (p. ej., para investigar el efecto de alineación frente a desalineación, o presencia frente a ausencia de animación emocional relacionada con el texto). Como el marco permite experimentos en una realidad mixta, también podemos comparar estos resultados con los experimentos de computadora y realidad virtual.

Podemos mejorar el rendimiento de los animales virtuales utilizando inteligencia artificial. La inteligencia artificial podría ayudar a que este animal virtual sea visto como un agente virtual inteligente capaz de interactuar vocalmente y crear historias interactivas. La investigación adicional podría ser beneficiosa para explorar cómo un animal virtual de este tipo podría ayudar a fomentar las habilidades de aprendizaje del siglo XXI en la educación a través de sus interacciones activas con los alumnos y reacciones empáticas hacia la naturaleza.

REFERENCIAS

- Anusuya, M. A., & Katti, S. K. (2010). Speech recognition by machine, a review. *arXiv preprint arXiv:1001.2267*.
- Allen, J. (1976). Synthesis of speech from unrestricted text. *Proceedings of the IEEE*, 64(4), 433-442.
- Batson, C. D., Fultz, J., & Schoenrade, P. A. (1987). Distress and empathy: Two qualitatively distinct vicarious emotions with different motivational consequences. *Journal of personality*, 55(1), 19-39.
- Bradski, G. R., Miller, S. A., & Abovitz, R. (2019). *U.S. Patent No. 10,203,762*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Clark, M. A., Robertson, M. M., & Young, S. (2019). "I feel your pain": A critical review of organizational research on empathy. *Journal of Organizational Behavior*, 40(2), 166-192.
- De Gennaro, M., Krumhuber, E. G., & Lucas, G. (2020). Effectiveness of an empathic chatbot in combating adverse effects of social exclusion on mood. *Frontiers in psychology*, 10, 3061.
- De Melo, C. M., Gratch, J., & Carnevale, P. J. (2014). Humans versus computers: Impact of emotion expressions on people's decision making. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 6(2), 127-136.
- Kano, Y., & Morita, J. (2019, September). Factors Influencing Empathic Behaviors for Virtual Agents: Examining about the Effect of Embodiment. In *Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction* (pp. 236-238).
- Egges, A., Kshirsagar, S., & Magnenat-Thalmann, N. (2004). Generic personality and emotion simulation for conversational agents. *Computer animation and virtual worlds*, 15(1), 1-13.
- Haag, A., Goronzy, S., Schaich, P., & Williams, J. (2004, June). Emotion recognition using biosensors: First steps towards an automatic system. In *Tutorial and research workshop on affective dialogue systems* (pp. 36-48). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kuchaiev, O., Li, J., Nguyen, H., Hrinchuk, O., Leary, R., Ginsburg, B., Krizan, S., Beliaev, S., Lavrukhin, V., Cook, J. & Castonguay, P., (2019). Nemo: a toolkit for building ai applications using neural modules. *arXiv preprint arXiv:1909.09577*.
- Marinoiu, E., Zanfir, M., Olaru, V., & Sminchisescu, C. (2018). 3d human sensing, action and emotion recognition in robot assisted therapy of children with autism. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 2158-2167).

- Mensio, M., Rizzo, G., & Morisio, M. (2018, April). The rise of emotion-aware conversational agents: threats in digital emotions. In *Companion Proceedings of the The Web Conference 2018* (pp. 1541-1544).
- Mirsamadi, S., Barsoum, E., & Zhang, C. (2017, March). Automatic speech emotion recognition using recurrent neural networks with local attention. In *2017 IEEE International conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP)* (pp. 2227-2231). IEEE.
- Miller, A. H., Feng, W., Fisch, A., Lu, J., Batra, D., Bordes, A., Devi Parikh, & Jason Weston J. (2017). Parlai: A dialog research software platform. *arXiv preprint arXiv:1705.06476*.
- Monyneaux D. G., Steinbrucker F. T., Wu Z., Wei W., Min J., & Yifu Zhang (2019, June). Caching and updating of dense 3d reconstruction data. Library Catalog: Google Patents.
- Oker, A., Pecune, F., & Declercq, C. (2020). Virtual tutor and pupil interaction: A study of empathic feedback as extrinsic motivation for learning. *Education and Information Technologies*, 25(5), 3643-3658.
- Paiva, A. (2011). Empathy in social agents. *International Journal of Virtual Reality*, 10(1), 1-4.
- Park, K., & Jeong, Y. S. (2019, June). Indoor Dialog Agent in Mixed Reality (video). In *Proceedings of the 17th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services* (pp. 708-709).
- Smid, K., & Pandzic, I. G. (2002, June). Conversational virtual character for the web. In *Proceedings of Computer Animation 2002 (CA 2002)* (pp. 240-247). IEEE.
- Setiaji, B., & Wibowo, F. W. (2016, January). Chatbot using a knowledge in database: human-to-machine conversation modeling. In *2016 7th international conference on intelligent systems, modelling and simulation (ISMS)* (pp. 72-77). IEEE.
- Stanger, N., Kavussanu, M., & Ring, C. (2012). Put yourself in their boots: Effects of empathy on emotion and aggression. *Journal of sport and exercise psychology*, 34(2), 208-222.
- Tam, K. P. (2013). Dispositional empathy with nature. *Journal of environmental psychology*, 35, 92-104.
- Valle, R., Shih, K., Prenger, R., & Catanzaro, B. (2020). Flowtron: an autoregressive flow-based generative network for text-to-speech synthesis. *arXiv preprint arXiv:2005.05957*.
- Zhao, Z., Han, F., & Ma, X. (2019, December). Live emoji: A live storytelling vr system with programmable cartoon-style emotion embodiment. In *2019 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR)* (pp. 251-2511). IEEE.

ALEXANDRA SIERRA RATIVA



English

Alexandra was born in Bogota, Colombia. She is a researcher in immersive learning technologies (virtual reality, augmented reality and mixed reality) and conventional technologies (educational platforms, robotics and video games). She worked as a lecturer in Research and Media at Breda University of Applied Sciences and PhD candidate in Cognitive Sciences and Artificial Intelligence at Tilburg University, The Netherlands. She is magister in education at Universidad de los Andes with a Bachelor in electronics at Universidad Pedagógica Nacional. In 2021, she received an award for revolutionary research in immersive technology at Laval Virtual, France. She is a founding member of the Colombian Association of Immersive, Interactive, and Emerging Realities (XRCOL). Currently, she is organizing the international conference for teachers and researchers called XR ACADEMIA, and the book publication XR ACADEMIA.

Español

Alexandra Sierra Rativa nació en Bogotá, Colombia. Es investigadora en tecnologías de aprendizaje inmersivo (realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta) y tecnologías convencionales (plataformas educativas, robótica y videojuegos). Trabajo como profesora de Investigación y Medios en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Breda y candidata a doctorado en Ciencias Cognitivas e Inteligencia Artificial en la Universidad de Tilburg, Países Bajos. Ella es Magíster en Educación de la Universidad de los Andes con Licenciatura en Electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional. En 2021, recibió un premio por investigación revolucionaria en tecnología inmersiva en Laval Virtual, Francia. Ella es miembro fundador de la Asociación Colombiana de Realidades Inmersivas, Interactivas y Emergentes (XRCOL). Actualmente, coordina la conferencia internacional para profesores e investigadores llamada XR ACADEMIA, y la publicación del libro XR ACADEMIA.



ANDRES BURBANO



English

Andrés Burbano holds a Ph.D. in 3D Image Processing from the Paris-Saclay University (2018) in France, a Master's Degree in Systems and Networks from the Ecole centrale électronique de Paris (2013), and computer science engineer's degree at the Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito" (2008). He divides his time as an artist and XR experience producer, IT expert and researcher. He is the director of CANVAR, co-founder of XRCOL, and director of Artizen's XR LATAM grant.

As an artist, he uses immersive technologies as a tool to produce cultural, social and research projects, in a transdisciplinary and collaborative practice. Since 2018, he has been introducing immersive technologies to artists and minorities through labs where everyone can experience, learn, and use them as a means of creation. He is currently a fellow of the Art of Practice Interdisciplinary Program at Sundance Institute.

As a technology expert, he has experience developing scalable applications that integrate artificial intelligence and image processing services. He has developed his experience in positions as CTO and Research director in French companies and is currently developing a platform to promote the CO2 emissions reduction in the transport of goods under the GreenTech French label.

As a researcher, he studies the impact of immersive technologies used on the creative process of performing artists. He has published scientific articles related to the evaluation of volumetric cameras and their use in the study of human behavior. He participates in Latin American Panels such as Stereopsia Latam (Chile), EXPYLAB (Paraguay), VR FEST MX (Mexico) and XR ACADEMIA (Colombia / The Netherlands).



Español

Andres Burbano tiene un Ph.D. en Procesamiento de Imágenes 3D de la Universidad París-Saclay (2018) en Francia, un Máster en Sistemas y Redes de la Ecole centrale électronique de París (2013), e Ingeniería de sistemas en Escuela de Ingeniería de Colombia “Julio Garavito” (2008). Divide su tiempo como activista y productor de experiencias XR, experto en TI e investigador. Co-fundador de XR COL, director de la beca XR LATAM de Artizen y director de CANVAR.

Como artista, utiliza tecnologías inmersivas como herramienta para producir proyectos culturales, sociales y de investigación, en una práctica transdisciplinar y colaborativa. Desde 2018, ha estado presentando las tecnologías inmersivas a artistas y minorías a través de laboratorios donde todos pueden experimentarlas, aprender y usarlas como medio de creación. Actualmente es miembro del Programa Interdisciplinario el Arte de la Práctica en Sundance Institute 2021-2022.

Como experto en tecnología, tiene experiencia en el desarrollo de aplicaciones escalables que integran inteligencia artificial y servicios de procesamiento de imágenes. Ha desarrollado su experiencia en puestos como CTO y director de Investigación en empresas francesas y actualmente está desarrollando una plataforma para fomentar la reducción de emisiones de CO2 en el transporte de mercancías bajo la etiqueta francesa GreenTech.

Como investigador, estudia el impacto de los usos de tecnologías inmersivas en el proceso creativo de artistas escénicos. Ha publicado artículos científicos relacionados con la evaluación de cámaras volumétricas y su uso en el estudio del comportamiento humano. Es editor de la conferencia internacional XR Academia. Dicta conferencias y participa en Paneles latinoamericanos tales como Stereopsia Latam (Chile), EXPYLAB (Paraguay), VR FEST MX (México) y XR ACADEMIA (Colombia/Holanda).

AURA FORERO



English

She was born in Bogotá, Colombia. She is Mechatronic Engineer and Master's in Biomedical Engineering from the National University of Colombia. She has worked on geomatics projects, such as precision agriculture and geolocation by using satellite images and teledetección. She worked in the area of medical imaging developing a model for movement correction to detect the default neural network in patients with Alzheimer's disease in functional magnetic resonance images in a resting state, integrating information from the nuclei of the basal ganglia. Currently, she is CEO of the company CETREAL SAS in Colombia, where mixed reality, artificial intelligence, analytics and blockchain projects are developed. She is also cofounder of XRCOL and currently is the vice president of the association.

Español

Nació en Bogotá, Colombia. Es egresada del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia y Máster en Ingeniería Biomédica. Ha trabajado en proyectos de geomática, como agricultura de precisión y geolocalización. Trabajó en el área de imagenología médica desarrollando un modelo para la corrección de movimiento para detectar la red neuronal por defecto en pacientes con enfermedad de alzheimer en imágenes de resonancia magnética funcional en estado de reposo integrando información de los núcleos del ganglio basal. Actualmente es CEO de la empresa CETREAL SAS en Colombia, donde se desarrollan proyectos de realidad mixta, inteligencia artificial, analítica y blockchain.



ARBEBY ARAGON



English

Arbey Aragon was born in Colombia. He studied at the Manuel Cepeda Vargas High School. He has a bachelor's degree in mechatronics engineering from the National University of Colombia. He has expertise in C++ and designing low-cost flight simulators. He is an entrepreneur with his company CETREAL. In 2020, he participated in two events at MIT Latin America AI and Real Mixed reality. Also, he won an Artificial Intelligence hackathon with a Latin American team at MIT University with a project about crime prediction in São Paulo, Brazil. In 2021, he won an award for revolutionary research in immersive technology in Laval Virtual with Justin Beaver Stories. Finally, in 2022 he participated with CETREAL and VisMarCo in the Space Hackathon in Colombia. His project won third place in this competition.

Español

Arbey Aragón nació en Colombia. Estudió en el Liceo Manuel Cepeda Vargas. Tiene una licenciatura en ingeniería mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en C++ y en el diseño de simuladores de vuelo de bajo costo. Actualmente es empresario y su empresa se llama CETREAL. En 2020, él participó en dos eventos en MIT Latinoamérica AI y Real Mixed reality. Además, ganó un hackathon de Inteligencia Artificial con un equipo latinoamericano de la Universidad MIT con un proyecto sobre la predicción del crimen en São Paulo, Brasil. En 2021, ganó un premio por la investigación revolucionaria en tecnología inmersiva en Laval Virtual con Justin Beaver Stories. Finalmente, en 2022 participó con CETREAL y VisMarCo en el Space Hackathon en Colombia. Su proyecto ganó el tercer lugar en esta competencia.



NELSON ALBERTO ARIAS ARIAS



English

Nelson Alberto Arias Arias, was born in Jenesano-Boyacá, Colombia. He studied elementary school and high school in the field, standing out as one of the best students, he represented his school in physics and mathematics Olympiad, achieving important qualifications for his school. After finishing his secondary studies in the countryside, he moved to Bogotá, the capital city of Colombia, where he applied to the National University of Colombia and began to study Mechatronics Engineering, during his bachelor studies at the University he focused on automation, robotics and artificial intelligence applications. After completing his studies in Mechatronics Engineering, he worked as an Automation Engineer at the oil company Mansarovar Energy Colombia Ltda, later he worked as a Software Developer Engineer in the bunker of the Attorney General's Office in Bogotá. Then, he became an associated member of CETREAL S.A.S. as an entrepreneur and developer of artificial intelligence, virtual reality, augmented reality and mixed reality and currently continues working with CETREAL S.A.S.

Español

Nelson Alberto Arias Arias, Nació en Jenesano-Boyacá, Colombia. Estudió la primaria y bachillerato en el campo destacándose como uno de los mejores estudiantes, representó a su colegio en olimpiadas de física y matemáticas logrando importantes calificaciones para su colegio. Luego de terminar sus estudios de bachillerato en el campo se trasladó a Bogotá, se presentó a la Universidad Nacional de Colombia y entró a estudiar Ingeniería Mecatrónica, durante sus estudios de Ingeniería en la Universidad se enfocó en automatización, robótica y aplicaciones de inteligencia artificial. Después de culminar sus estudios en Ingeniería Mecatrónica trabajó como Ingeniero en automatización en la empresa petrolera Mansarovar Energy Colombia Ltda, posteriormente trabajó



como Ingeniero desarrollador de Software en el búnker de la fiscalía general de la nación en Bogotá, luego se asocia con CETREAL S.A.S. como emprendedor y desarrollador de inteligencia artificial, realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta y actualmente continúa con CETREAL S.A.S.

MENNO VAN ZAAZEN



English

Menno van Zaanen was born in 's-Gravenhage, the Netherlands. He received an Msc in computer science from the Vrije University in Amsterdam, the Netherlands in 1997 and an MA in computational linguistics in 1998 from the University of Amsterdam, the Netherlands. Menno received his PhD in computer science from Leeds University, UK in 2002. He worked as research fellow at the University of Amsterdam, Tilburg University (both the Netherlands) and Macquarie University (Australia) as well as a guest researcher at the University of Groningen (the Netherlands). After that, he worked as a researcher, lecturer and assistant professor at Tilburg University, the Netherlands. Currently, he works as a professor in digital humanities at the South African Centre for Digital Language Resources (SADiLaR) which is hosted at North-West University, South Africa.

His current research interests deal with unsupervised grammatical inference and applied machine learning to sequential data (in particular natural language). Among others, he worked on multi-modal structuring of data (music) and multi-modal information retrieval, as well on proofing tools (spelling checkers for African languages). More recently, he has been concentrating on applying digital techniques in the field of humanities. Menno is a founding member of the International Community in Grammatical Inference (ICGI), which he chaired from 2007-2010. Currently, he is chair of the Digital Humanities Association of Southern Africa (DHASA) and member of the Constituent Organization Board of the international Alliance of Digital Humanities Organizations (ADHO).

Español

Menno van Zaanen nació en la ciudad de 's-Gravenhage, Países Bajos. En 1997, Menno es magíster en ciencias de la computación de la Universidad de Vrije localizada en Amsterdam, Holanda. En 1998, obtuvo su segunda maestría como lingüística computacional en la Universidad de Amsterdam. En 2002, Menno obtuvo su doctorado en ciencias de la computación de la Universidad de Leeds, Reino Unido. Trabajó como investigador asociado en la Universidad de Amsterdam, la Universidad de Tilburgo (ambos Países Bajos) y la Universidad Macquarie (Australia). Fue investigador invitado en la Universidad de Groningen (Países Bajos). Luego trabajó como investigador, conferencista y profesor asistente en la Universidad de Tilburgo. Actualmente, trabaja como profesor de humanidades digitales en el Centro Sur Africano de Recursos Digitales en Lenguaje (SADiLaR) que se encuentra ubicado en la Universidad Norte Oeste de Suráfrica. Sus intereses de investigación actuales se ocupan de la inferencia gramatical no supervisada y el aprendizaje automático aplicado a datos secuenciales (en particular, el lenguaje natural). Así mismo, trabajó en la estructuración multimodal de datos (música) y la recuperación de información multimodal, así como en herramientas de corrección (correctores ortográficos para idiomas africanos). Más recientemente, se ha concentrado en la aplicación de técnicas digitales en el campo de las humanidades. Es miembro fundador de la Comunidad Internacional de Inferencia Gramatical (ICGI), que presidió de 2007 a 2010. Actualmente, es presidente de la Asociación de Humanidades Digitales de África Austral (DHASA) y miembro del Consejo de Organización Constituyente de la Alianza Internacional de Organizaciones de Humanidades Digitales (ADHO).

MARIE POSTMA



English

Marie Postma is associate professor in Cognitive Science and Artificial Intelligence at Tilburg University in the Netherlands where she established several educational programs in the area of data science and artificial intelligence. She obtained her PhD at the Institute of Logic, Language and Computation at the University of Amsterdam. Prior to taking up a position in Tilburg, she worked at the IRIT institute in Toulouse, France. The research topics she works on center around modelling of attentional and perceptual phenomena with applications in education. In 2018, she was awarded a grant to examine the use of virtual reality for the purposes of STEM education.

Español

Marie Postma es profesora asociada de Ciencia Cognitiva e Inteligencia Artificial en la Universidad de Tilburgo en los Países Bajos, donde estableció varios programas educativos en el área de ciencia de datos e inteligencia artificial. Obtuvo su doctorado en el Instituto de Lógica, Lenguaje y Computación de la Universidad de Amsterdam. Antes de ocupar un puesto en Tilburgo, trabajó en el Instituto IRIT en Toulouse, Francia. Los temas de investigación en los que trabaja se centran en el modelado de fenómenos de atención y percepción con aplicaciones en la educación. En 2018, recibió una subvención para examinar el uso de la realidad virtual con fines de educación STEM.



Chapter 5

Prototype of an augmented reality system to support the university induction yincana

Prototipo de un sistema de realidad aumentada para el apoyo a la yincana de inducción en la universidad

Elizabeth Carolina Moncada Dorado &
Jonathan Asprilla Saavedra

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://youtu.be/8DdV7ulmYLc>



Prototype of an augmented reality system to support the university induction yincana¹

Elizabeth Carolina Moncada Dorado
Jonathan Asprilla Saavedra
Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia
leezym@javerianacali.edu.co
totoaspri11a@javerianacali.edu.co

Abstract

Human beings are social beings by nature and seek to live together in community. For this reason, guiding processes go hand in hand with their coexistence, since, when several individuals congregate, a community is formed that seeks, as far as possible, to achieve a common goal. Among the benefits offered by this type of activity, the fact of improving observation, exploration and companionship skills stands out. The yincana of the induction process at Pontificia Universidad Javeriana Cali emphasizes and highlights the collaborative learning between inductors and new students (neojaverians), based on the guidance provided by the induction leaders to the teams and the subsequent feedback among the students that make up each team. Therefore, a group work environment is generated, which we seek to support through a solution that makes use of technologies such as augmented reality (AR) and gamification techniques. This document first explains the problem, then the proposed development process, and finally the conclusions of the project.

Keywords: Computer Graphics, Augmented Reality, Gamification, Guidance Processes, Smart Cities.

1. Ludic competition to overcome challenges.

Introduction

The induction process for neojaverians of the Pontificia Universidad Javeriana Cali, proposes a yincana-type group activity. In addition to rewarding the participants, it shows the university facilities and provides a space for the neojaverians to share and get to know each other. It is considered a macro event that involves the inductor, who oversees leading the group, and the neojaverians, who form teams to go to the stations, which are locations in the university that must be reached to carry out the proposed activity and solve the problems.^{2 3} Among the functions of the inductor are: (1) Handle documentation with relevant information regarding the activity being carried out (total students registered, students per team, scores, among others). (2) Directing and assisting the corresponding group during the tour to avoid disorientation and confusion during the journey through the campus. (3) Support the achievement of all proposed physical and/or mental exercises so that they successfully complete the entire experience. (4) Count the scores of the exercises to know the winners of the prizes when the yincana ends. Meanwhile, the student performs the activities of each station that have been organized for them so that they can get to know the university campus, achieve the best time, the best score and create bonds with others (see Fig. 1.1 and Fig. 1.2).

-
2. Interview of a guiding inductor (seventh semester of Systems and Computer Engineering), November 25, 2019.
 3. Interview of a coordinator inductor (fifth semester of Visual Communication Design and eighth semester of Computer and Systems Engineering), February 6, 2020.

YINCANA 2020-1 Número de grupo:

Pista: Para ir al laboratorio donde podrás generar luz, deberás encontrar 2 palmas que rodeadas de tecnología están.

Pista: Nuestra diversidad es nuestra mayor riqueza. Dirígete al edificio más alto que veas y buscando biodiversidad la sabiduría encontrarás.

Pista: Bajo la torre más alta me encuentro, al frente de libros y conocimiento, si tienes hambre cerca de mi vendrás, pero si un gran espectáculo quieres disfrutar, en mi te sentaras.

Pista: Si plagio has de realizar por la justicia debes pasar. Si el edificio quieres encontrar, un café con mucho sabor tienes que buscar. Justo al lado de "El Lago" donde los patos no pueden nadar.

Pista: Depronto muchas clases aquí verás. En estos largos pasillos junto al lago a muchas carreras encontrarás. Busca en el primer piso el salón de la mitad (1.5).

Pista: En este espacio muy alejado vas a estar, es un lugar poco visitado pero genial, en este el ingenio artístico necesitarás para increíbles obras poder crear.

Pista: Aquí te vas a mover y vas a quemar todo lo que acabas de comer. Una linda quebrada podrás escuchar y en el segundo piso

Pista: Aquí podrás encontrar muchas actividades que feliz te harán. Por el parqueadero has de pasar y la calle debes cruzar.

Pista: Entre zonas de deportes está, rodeada de carros se esconde, si almuerzas lo ves, si emprendes también y si quieres mezclar acá tienes que llegar.

Pista: Desde el lente yo te veo, pero tú no me verás, sube un piso y me encontrarás. En los letreros te debes concentrar, pues conmigo una foto te puedes tomar pero a Gessell primero debes encontrar.

Figure 1.2. Scheme of the clues that must be solved in each season of the yincana of the 2020-1 semester.

Thus, the problems in the case of the inductor are the amount of information that is handled in an analogous way does not allow the data collection processes to be carried out in an agile manner. The counting of scores is arduous and takes up time that could be invested in other activities. Finally, the lack of knowledge of the location of the other inductors with their respective groups means that there is a risk of collapse between teams when arriving at the stations. On the other hand, in the case of the neojaverians: the challenge of travelling the campus to go to each station limits the interaction among team members due to the almost complete dependence on the inductors. The information they receive about the university is superficial and is not feedback. Finally, the inductor by reserving score information generates uncertainty for the students and does not allow them to take an action plan in time to evaluate their performance. In order to corroborate the above, a student survey was conducted to evaluate the effectiveness of the yincana (see Table 1.1). For example, students are in favor of the implementation of a Kahoot-like system with building information to earn extra points, the visualization of all groups' scores, and the implementation of a system to help them locate themselves in the campus. In addition, suggestions include: a live scoring system, some method to identify where other groups are located, increased competitiveness, didactic games that teach about the buildings, among others. It can be said that, although there is evidence that the classic yincana is effective, improvements can bring greater benefits.

Therefore, this project seeks to solve the question "How to develop the prototype of an application that allows to support the process of neojaverian students about the knowledge of the campus of the Pontificia Universidad Javeriana Cali using augmented reality?". Kuikkaniemi et al. (2014) suggest that learning processes seek to obtain a learner-centered model with a personalized and adaptive learning solution, based on interactive and collaborative tools, with contextual and omnipresent access.

Question 1	In general, how satisfied you with the induction yincana were taught at the university?
Question 2	In general, was your experience working as a group in the induction yincana satisfactory?
Question 3	In general, how much would you agree on earning bonuses or extra points, in addition to the points for the activities with hints of the induction yincana?
Question 4	What is your level of satisfaction with the information acquired from each building?
Question 5	Please rate your satisfaction on the following attributes of the induction yincana: The quality of the information provided by the inductor, efficacy of the inductor and applying the knowledge acquired in the day-to-day life of the university.
Question 6	Feels that the duration of the yincana of the induction was...
Question 7	In general, how much would you agree with the implementation of a system that helps you place yourself in the university and your lead inductor?
Question 8	In general, how much would you agree about showing the scores of all the groups and extra points obtained in a ranking?
Question 9	In general, how much would you agree with the implementation of a system similar to Kahoot with the information of the buildings, which provides extra points to the physical activities of the yincana?
Question 10	What would have improved from the induction yincana you had?
Question 11	What suggestions do you have for the induction yincana in the future?

Table 1.1. Survey based on open-ended and single-response questions, conducted with third, fourth and fifth semester students.

Related research

In the search to support the process of the inductions yincana of the Pontificia Universidad Javeriana Cali, background studies, research, projects or similar and related articles were reviewed. Authors Han et al. (2014) say that AR is a new technology increasingly used in the public space. Their objective was to investigate the requirements of tourists for the development of an AR mobile tourism application in urban heritage. The results suggest that this technology is on the verge of significant implementation in the tourism industry and needs to be designed to serve a specific purpose. Borrero et al. (2015) present a pilot experience of a serious game developed on the Museo de la Casa de la Mosquera during Easter 2015, to promote learning and information reception by visitors. The development of this work demonstrates that a serious game has a positive and enriching impact for museum visitors, making their journey a dynamic and interactive experience. On the other hand, A. Somasekhar-Goud and K. Basavaraju (2020) develop a prototype guide for the Sreenidhi Institute of Science and technology for any visitor. In this, they create a virtual view of different objects that provide a great user experience. They use Image Recognition of Wikitude for different direction boards and images of buildings present on the campus. By clicking on the AR generated images of each destination, they are redirected to the university website. Finally, Kriti Chopra and Bhoomi Gupta (2020) explain an AR and location-based prototype, which allows creating points of interest and search for tourist destinations, interactive advertisements, map views and routes to these places. Wikitude extracts details from Wikipedia and overlays the geolocated data on the screen.

Methodology

This project followed the XP (Extreme Programming) agile software development methodology. Given the estimated short-term development time and the number of developers (two), this methodology was chosen based on communication, code reuse and feedback. Partial deliveries at the end of each iteration and subsequent evaluation of prototypes allowed for timely review and correction (see Fig. 3.1, Fig. 3.2 and Fig. 3.3). In addition, the support of gamification guidelines was used,

which is a learning technique that transfers the mechanics of games to the educational-professional field, to achieve better results, to better assimilate some knowledge, improve some skill, reward specific actions, among others (Educativa, 2017) Particularly, it was required to make the learning experience of the yincana of the induction process of the Pontificia Universidad Javeriana Cali more playful and competitive. Also, surveys were applied to inductors and neojaverianos during the analysis, design, and testing stage.



Figure 3.1. Select session (inductor or neojaverian).

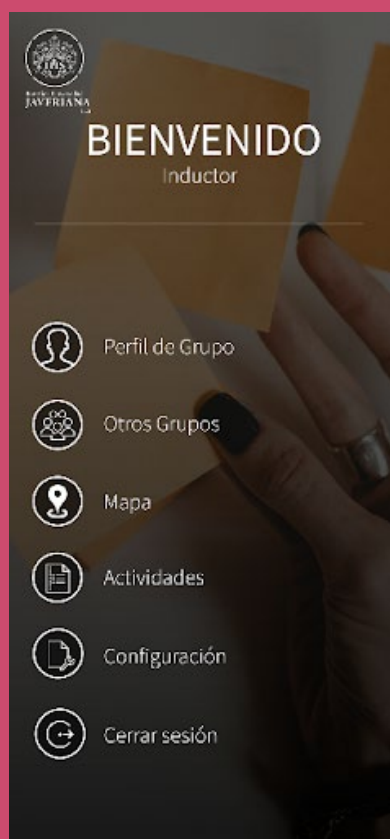


Figure 3.2. Inductor menu.



Figure 3.3. Student menu.

Results

A prototype application is developed that integrates AR, representing some buildings of the Pontificia Universidad Javeriana Cali, which supports the work done by the inducers in the activity of the yincana in the inductions of the same university. In addition, gamification is used through Kahoot type trivia, to give feedback on the information provided by the inductors to the students during the activity in a more didactic, entertaining, and competitive way. The prototype consists of the presentation component that provides the user interfaces depending on who logs in (inductor or neojaverian). Priority was given to the creation of comfortable and intuitive interfaces that facilitate the control and feedback of actions throughout the application with the help of notifications. Inductor's view has a role of organizer, colors that fulfill the role of formality, easy visualization, and interpretation in a quick way. In contrast, neojaverians view is more didactic, entertaining, with flashy colors and animations. A survey was conducted to validate the inductors acceptance of the prototype (see Table 4.1). When reviewing the different responses and suggestions (see from Fig. 4.1 to Fig. 4.5), most of the inductors agreed that the project was on track with the functionalities (clues, trivia, scores and geolocation) and with the minimalist design. Among other things, they highlight that the application provides game dynamics (gamification) by integrating trivias, which allows for better feedback of the information provided to the neojaverians in a more fun way. In conclusion, they consider this tool useful for the work they must do during the activity. The logic component lists the subsystems and functions allowed for each user. Finally, the services component is responsible for controlling access to users with the permissions associated with their type (inductor or neojaverian), the management of the activity log (hints and trivia) and respective scores in real time through the Firebase database. Likewise, communication with the Vuforia database and the Google Maps API, which allow AR to be displayed and real geographical locations to be shown, respectively.

Question 1	Are the colors of the application pleasing to the eye?
Question 2	In general, how much do you agree with the following features for the application?
Question 3	Which of the following functionalities would you modify?
Question 4	Would you add other functionality to the application?
Question 5	What aspect(s) of the application caught your attention?
Question 6	Do you have suggestions for the application?

Table 4.1. Survey based on open and single-response questions, carried out with the inductors about the prototype.

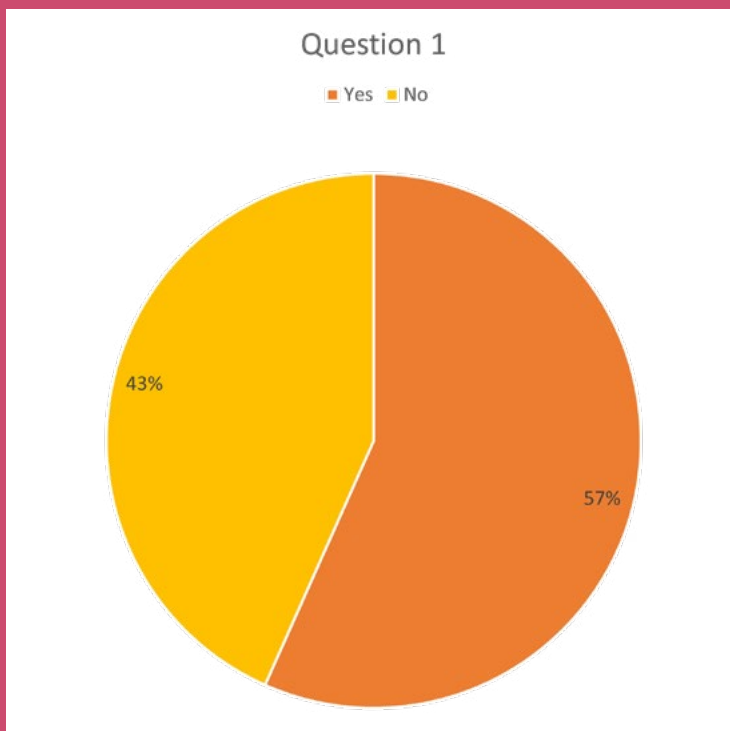


Figure 4.1. Results of question 1: “Are the colors of the application pleasing to the eye?”.

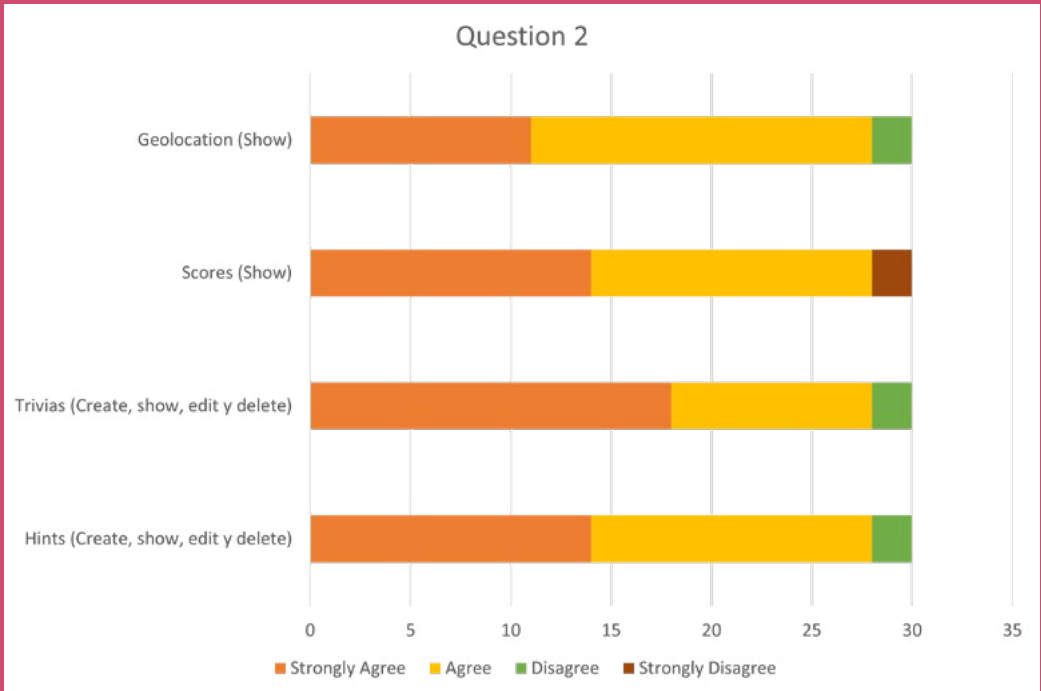


Figure 4.2. Results of question number 2: “In general, how much do you agree with the following functionalities for the application?”.

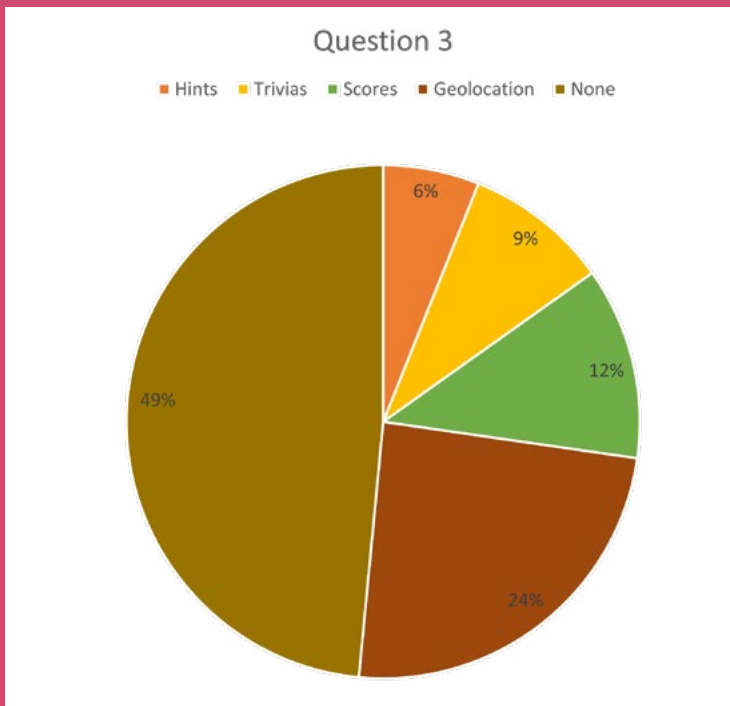


Figure 4.3. Results of question number 3: “Which of the following functionalities would you modify?”.

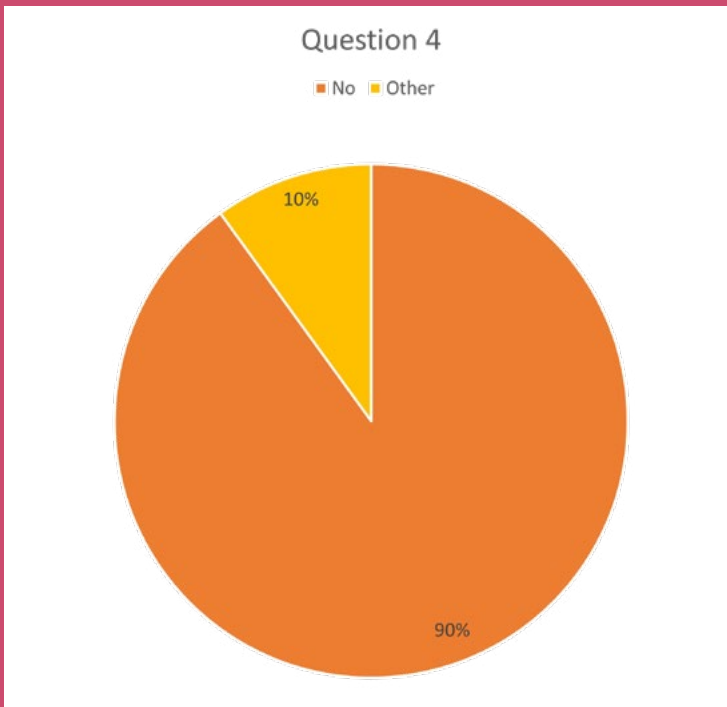


Figure 4.4. Results of question number 4: "Would you add another functionality to the application?".

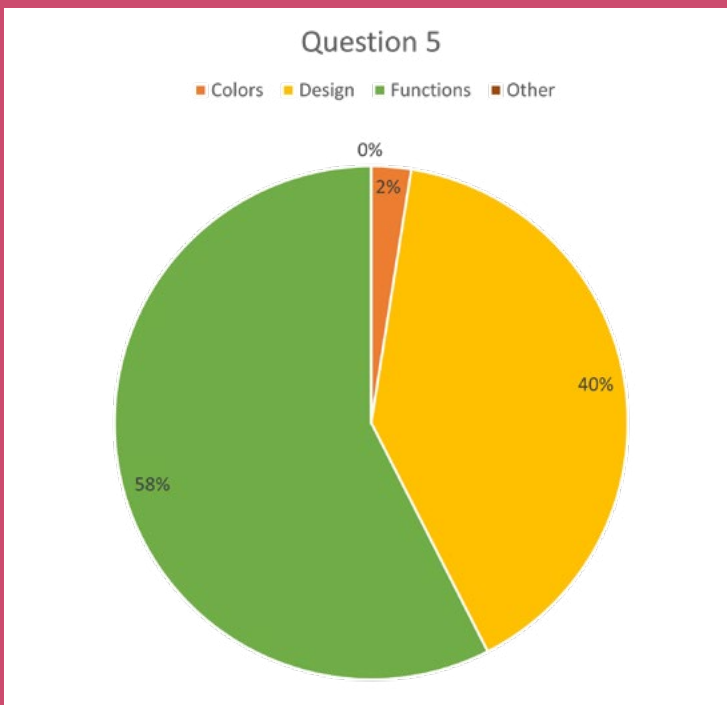


Figure 4.5. Results of question number 5: "What aspect(s) of the application caught your attention?".

The test plan consisted of two cases. In Case A, the inducers had the role of coordinators, who are responsible for creating, editing, and deleting clues and trivia information prior to the start of the gymkhana. Survey results in this test scenario indicated more than 80% satisfaction in managing (creating, editing and deleting). In Case B, the yincana was simulated with inductors and students. The inductora had the role of guides, who oversaw leading the groups during each station of the yincana. The results of the surveys of this scenario by the inductors indicated 100% satisfaction when managing the information of their group, 87% when visualizing the other groups and more than 80% when visualizing and activating the activities (clues and trivia). However, 12.5% suggested that the 2D map should be dynamic rather than static. On the part of the students, 100% indicate satisfaction when visualizing the group information, the scores, the clues and the final ranking. However, 33.3% indicate that sometimes the 2D map interface presents a delayed response.

Conclusions

The development of an app was proposed in the logistical and educational aspect using computer graphics, AR, gamification and computer-supported collaborative learning, with the aim of facilitating and making more entertaining the experience of the campus tour through the treasure hunt conducted by the inductors to the neojaverians. Finally, the acceptance by the inductors and the neojaverians is key to advance in the future development and implementation of the prototype and, in turn, adapt it to different problems to support the management and efficiency of services in the areas of smart tourism, smart logistics and smart learning of a smart city. In the future, it is intended to implement the other buildings involved in the yincana; secondly, to optimize the geolocation system; and finally, to implement “Digital Twins” when deploying the AR of each building.

References

- Borrero, F., Sanjuán, P. & Ramírez-González, G. (2015). Gamification techniques in tourism, application test, casa mosquera museum. *Sistemas Telemática*, 13(33), 63–76. <https://doi.org/10.18046/syt.v13i33.2081>
- Chopra, K. & Gupta, B. (2020). Location-based augmented reality application for tourism. *Xi'an University of Architecture Technology* 12(4), 973–982.
- Educativa. (2017). *Gamificación: el aprendizaje divertido* <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido>
- Han, D., Jung, T. & Gibson, A. (2014). Dublin ar: Implementing augmented reality (ar) in tourism. *Information and Communication Technologies in Tourism*, 511–523. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03973-2_37
- Kuikkaniemi, K., Lucero, A., Orso, V., Jacucci, G. & Turpeinen, M. (2014). Lost lab of professor millennium: Creating a pervasive adventure with augmented reality-based guidance [conferencia]. *ACE '14 Proceedings of the 11th Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, New York, United States.
- Somasekhar-Goud, A. & Basavaraju, K. (2020). Augmented reality in tourism: An application to provide virtual view in real world. *International Journal of New Innovations in Engineering and Technology*, 12(4), 112–119.

Prototipo de un sistema de realidad aumentada para el apoyo a la yincana¹ de inducción en la universidad

Elizabeth Carolina Moncada Dorado
Jonathan Asprilla Saavedra
Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia
leezym@javerianacali.edu.co
totoaspri11a@javerianacali.edu.co

Resumen

Los seres humanos son seres sociales por naturaleza y buscan convivir en comunidad. Por este motivo, los procesos de guía van de la mano con su convivencia, ya que, al congregarse varios individuos, se conforma una comunidad que busca, en lo posible, cumplir con un objetivo en común. Entre los beneficios que ofrece este tipo de actividad, se destaca el hecho de mejorar aptitudes de observación, exploración y compañerismo. La yincana del proceso de inducción de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, enfatiza y resalta el aprendizaje colaborativo entre inductores y estudiantes de nuevo ingreso (neojaverianos), basado en la guía efectuada por los inductores líderes hacia los equipos y la posterior retroalimentación entre los estudiantes que conforman cada equipo. Por ende, se genera un ambiente de trabajo en grupo que se busca apoyar a través de una solución que haga uso de tecnologías como la realidad aumentada (RA) y técnicas de gamificación. Este documento explica primero el problema, luego el proceso de desarrollo propuesto y, por último, las conclusiones del proyecto.

Palabras claves: Computación Gráfica, Realidad Aumentada, Gamificación, Procesos de Guía, Ciudades Inteligentes.

1. Competencia lúdica para superar retos.

Introducción

El proceso de inducción a neojaverianos de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, propone una actividad grupal tipo yincana. Además de premiar a los participantes, da a conocer las instalaciones de la universidad y brinda un espacio a los neojaverianos para compartir y conocerse. Se considera un macro evento que involucra al inductor, quién es el encargado de dirigir el grupo, y al neojaveriano, quiénes forman equipos para dirigirse a las estaciones, que son ubicaciones de la universidad a las que se debe llegar para realizar la actividad propuesta y solucionar los problemas^{2 3}. Entre las funciones del inductor se destacan: (1) Manipular la documentación con información relevante respecto a la actividad que se lleva a cabo (estudiantes totales registrados, estudiantes por equipo, puntuaciones, entre otros). (2) Dirigir y asistir al grupo correspondiente durante el recorrido para evitar desorientación y confusión durante el trayecto por el campus. (3) Apoyar el logro de todos los ejercicios físicos y/o mentales propuestos de manera que finalicen exitosamente toda la experiencia. (4) Realizar el conteo del puntaje de los ejercicios para saber los ganadores de los premios al final de la yincana. Mientras tanto, el estudiante realiza las actividades de cada estación que se han organizado para que puedan conocer el campus universitario, lograr el mejor tiempo, la mejor puntuación y crear vínculos con los demás (ver Fig. 1.1 y Fig. 1.2).

-
2. Entrevista a un inductor guía (séptimo semestre de Ingeniería de Sistemas y Computación), 25 de noviembre de 2019.
 3. Entrevista a un inductor coordinador (quinto semestre de Diseño de Comunicación Visual y octavo de Ingeniería de Sistemas y Computación), 6 de febrero de 2020.

YINCANA 2020-1 Número de grupo:

Pista: Para ir al laboratorio donde podrás generar luz, deberás encontrar 2 palmas que rodeadas de tecnología están.

Pista: Nuestra diversidad es nuestra mayor riqueza. Dirígete al edificio más alto que veas y buscando biodiversidad la sabiduría encontrarás.

Pista: Bajo la torre más alta me encuentro, al frente de libros y conocimiento, si tienes hambre cerca de mi vendrás, pero si un gran espectáculo quieres disfrutar, en mi te sentaras.

Pista: Si plagio has de realizar por la justicia debes pasar. Si el edificio quieres encontrar, un café con mucho sabor tienes que buscar. Justo al lado de "El Lago" donde los patos no pueden nadar.

Pista: Depronto muchas clases aquí verás. En estos largos pasillos junto al lago a muchas carreras encontrarás. Busca en el primer piso el salón de la mitad (1.5).

Pista: En este espacio muy alejado vas a estar, es un lugar poco visitado pero genial, en este el ingenio artístico necesitarás para increíbles obras poder crear.

Pista: Aquí te vas a mover y vas a quemar todo lo que acabas de comer. Una linda quebrada podrás escuchar y en el segundo piso

Pista: Aquí podrás encontrar muchas actividades que feliz te harán. Por el parqueadero has de pasar y la calle debes cruzar.

Pista: Entre zonas de deportes está, rodeada de carros se esconde, si almuerzas lo ves, si emprendes también y si quieres mezclar acá tienes que llegar.

Pista: Desde el lente yo te veo, pero tú no me verás, sube un piso y me encontrarás. En los letreros te debes concentrar, pues conmigo una foto te puedes tomar pero a Gessell primero debes encontrar.

Figura 1.2. Esquema de las pistas que deben resolver en cada estación de la yincana del semestre 2020-1.

Así pues, los problemas en el caso del inductor son: la cantidad de información que se manipula de forma análoga no permite que los procesos de recolección de datos se realicen de forma ágil. El conteo de las puntuaciones es arduo y ocupa tiempo que se podría invertir en otras actividades. Por último, el desconocimiento de la ubicación de los demás inductores con sus respectivos grupos hace que se corra el riesgo de llegar al colapso entre equipos al llegar a las estaciones. Por otro lado, en el caso de los neojaverianos: el desafío de recorrer el campus para ir a cada estación limita la interacción entre los integrantes del equipo gracias a la dependencia casi completa en los inductores. La información que reciben acerca de la universidad es superficial y no es retroalimentada. Finalmente, el inductor al reservar la información de los puntajes genera incertidumbre a los estudiantes y no les permite tomar un plan de acción a tiempo para evaluar su desempeño. Con el objetivo de corroborar lo anterior, se realizó una encuesta a los estudiantes para evaluar la efectividad de la yincana (ver Tabla 1.1). Por ejemplo, los estudiantes están a favor de la implementación de un sistema similar al Kahoot con la información de los edificios para ganar puntos extra, la visualización de las puntuaciones de todos los grupos y la implementación de un sistema que le ayude a ubicarse en la universidad y a su inductor líder. Además, entre las sugerencias se encuentran: un sistema de puntuaciones en vivo, algún método para identificar dónde se encuentran los demás grupos, mayor competitividad, juegos didácticos que enseñen sobre los edificios, entre otras. Se puede decir que, aunque existe evidencia de que la yincana clásica es efectiva, las mejoras pueden traer mayores beneficios.

De esta manera, este proyecto busca resolver la pregunta “¿Cómo desarrollar el prototipo de una aplicación que permita apoyar el proceso de los estudiantes neojaverianos sobre el conocimiento del campus de la Pontificia Universidad Javeriana Cali utilizando realidad aumentada?”. Kuikkaniemi et al. (2014) sugieren que los procesos de aprendizaje buscan obtener un modelo centrado en el aprendiz con una solución de aprendizaje personalizado y adaptable, basado en herramientas interactivas y colaborativas, con acceso contextual y omnipresente.

Pregunta 1	En general, ¿Qué tan satisfecho estuvo usted con la yincana de inducciones impartida en la universidad?
Pregunta 2	En general, ¿Su experiencia de trabajo en grupo en la yincana de inducciones fue satisfactoria?
Pregunta 3	En general, ¿Qué tan de acuerdo estaría usted sobre ganar bonus o puntos extra, además de los puntos por las actividades con pistas de la yincana de inducciones?
Pregunta 4	¿Cuál es su nivel de satisfacción con la información adquirida de cada edificio?
Pregunta 5	Por favor, califique su satisfacción en los siguientes atributos de la yincana de inducciones: La calidad de la información brindada por el inductor, eficacia del inductor y aplicar el conocimiento adquirido en el día a día de la universidad
Pregunta 6	Siente que la duración de la yincana de inducciones fue...
Pregunta 7	En general, ¿Qué tan de acuerdo estaría usted con la implementación de un sistema que le ayude a ubicarse en la universidad y a su inductor líder?
Pregunta 8	En general, ¿Qué tan de acuerdo estaría usted acerca de mostrar las puntuaciones de todos los grupos y puntos extra obtenidos en un ranking?
Pregunta 9	En general, ¿Qué tan de acuerdo estaría usted con la implementación de un sistema similar al Kahoot con la información de los edificios, que brinde puntos extras a las actividades físicas de la yincana?
Pregunta 10	¿Qué habría mejorado de la yincana de inducciones que tuvo?
Pregunta 11	¿Qué sugerencias tiene para la yincana de inducciones en el futuro?

Tabla 1.1. Encuesta basada en preguntas abiertas y de única respuesta, realizada a los estudiantes de tercer, cuarto y quinto semestre.

Trabajos relacionados

En la búsqueda de apoyar el proceso de la yincana de inducciones de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, se revisaron antecedentes de estudios, investigaciones, proyectos o artículos similares y relacionados. Los autores Han et al. (2014) dicen que la RA es una nueva tecnología utilizada cada vez más en el espacio público. Su objetivo fue investigar los requisitos de los turistas para el desarrollo de una aplicación turística móvil de RA en el patrimonio urbano. Los resultados sugieren que esta tecnología está a punto de ser implementada de forma significativa en la industria del turismo y es necesario diseñarla para que sirva a un propósito específico. Borrero et al. (2015) presentan una experiencia piloto de un juego serio desarrollado para el Museo de la Casa de la Mosquera durante la Semana Santa de 2015, para fomentar el aprendizaje y la recepción de información por parte de los visitantes. El desarrollo de este trabajo demuestra que un juego serio tiene un impacto positivo y enriquecedor para los visitantes del museo, haciendo de su viaje una experiencia dinámica e interactiva. Por otro lado, A. Somasekhar-Goud y K. Basavaraju (2020) desarrollan un prototipo guía para Sreenidhi Institute of Science and Technology a cualquier visitante. En este, crean una vista virtual de diferentes objetos que proporcionan una gran experiencia al usuario. Utilizan *Image Recognition of Wikitude* para los diferentes tableros de dirección e imágenes de edificios presentes en el campus. Al hacer clic en las imágenes generadas en RA de cada destino son redirigidos al sitio web de la universidad. Finalmente, Kriti Chopra y Bhoomi Gupta (2020) explican un prototipo basado en RA y localización, que permite crear puntos de interés y buscar destinos turísticos, anuncios interactivos, vistas de mapas y rutas de estos lugares. Wikitude extrae detalles de Wikipedia y superpone los datos geolocalizados en la pantalla.

Metodología

Este proyecto siguió la metodología de desarrollo de software ágil XP (Extreme Programming). Dado el tiempo de desarrollo estimado a corto plazo y la cantidad de desarrolladores (dos), se escogió esta metodología basada en la comunicación, la reutilización de código y la retroalimentación. Las entregas parciales al final de cada iteración y la posterior evaluación

de prototipos permitieron revisar y corregir a tiempo (ver Fig. 3.1, Fig. 3.2 y Fig. 3.3). Además, se utilizó el apoyo de pautas de gamificación, que es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional, con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para asimilar mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, recompensar acciones concretas, entre otros (Educativa, 2017). Particularmente, se requirió para hacer más lúdica y competitiva la experiencia de aprendizaje de la yincana del proceso de inducciones de la Pontificia Universidad Javeriana Cali. También, se aplicaron encuestas a inductores y neojaverianos durante la etapa de análisis, diseño y pruebas.



Figura 3.1. Seleccionar sesión (inductor o neojaveriano).



Figura 3.2. Menú del inductor.



Figura 3.3. Menú del estudiante.

Resultados

Se desarrolla un prototipo de aplicación que integra la RA, representando algunos edificios de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, el cual apoya el trabajo que realizan los inductores en la actividad de la yincana en las inducciones de la misma universidad. Además, se hace uso de la gamificación a través de trivias tipo Kahoot, para dar una retroalimentación de la información brindada por los inductores a los estudiantes durante la actividad de forma más didáctica, entretenida y competitiva. El prototipo consta del componente de presentación que provee las interfaces de usuario dependiendo de quién inicie sesión (inductor o neojaveriano). Se priorizó la creación de interfaces cómodas e intuitivas que faciliten el control y la retroalimentación de acciones a lo largo de la aplicación con la ayuda de notificaciones. La vista de los inductores tiene un rol de organizador, colores que cumplen el papel de formalidad, fácil visualización e interpretación de forma rápida. En cambio, la vista de los neojaverianos es más didáctica, entretenida, con colores llamativos y animaciones. Se realizó una encuesta para validar la aceptación de los inductores acerca del prototipo (ver Tabla 4.1). Al revisar las diferentes respuestas y sugerencias, la mayoría de los inductores estaban de acuerdo en que el proyecto iba bien encaminado con las funcionalidades (pistas, trivias, puntuaciones y geolocalización) y con el diseño minimalista. Entre otras cosas, destacan que la aplicación otorga dinámicas de juegos (gamificación) al integrar trivias, que permiten una mejor retroalimentación de la información brindada a los neojaverianos de forma más divertida (ver desde la Fig. 4.1 a la Fig. 4.5). En conclusión, ellos consideran útil esta herramienta para el trabajo que deben realizar durante la actividad. El componente de lógica lista los subsistemas y funciones permitidas para cada usuario. Finalmente, el componente de servicios se encarga del control de acceso a los usuarios con los permisos asociados a su tipo (inductor o neojaveriano), la gestión del registro de actividades (pistas y trivias) y puntajes respectivos en tiempo real a través de la base de datos Firebase. Asimismo, la comunicación con la base de datos de Vuforia y la API de Google Maps, que permiten desplegar la RA y mostrar ubicaciones geográficas reales respectivamente.

Pregunta 1	¿Los colores de la aplicación son amables a la vista?
Pregunta 2	En general, ¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes funcionalidades para la aplicación?
Pregunta 3	¿Cuál de las siguientes funcionalidades modificaría?
Pregunta 4	¿Añadiría otra funcionalidad a la aplicación?
Pregunta 5	¿Qué aspecto o aspectos le llamaron la atención de la aplicación?
Pregunta 6	¿Tiene sugerencias para la aplicación?

Tabla 4.1. Encuesta basada en preguntas abiertas y de única respuesta, realizada a los inductores sobre el prototipo.

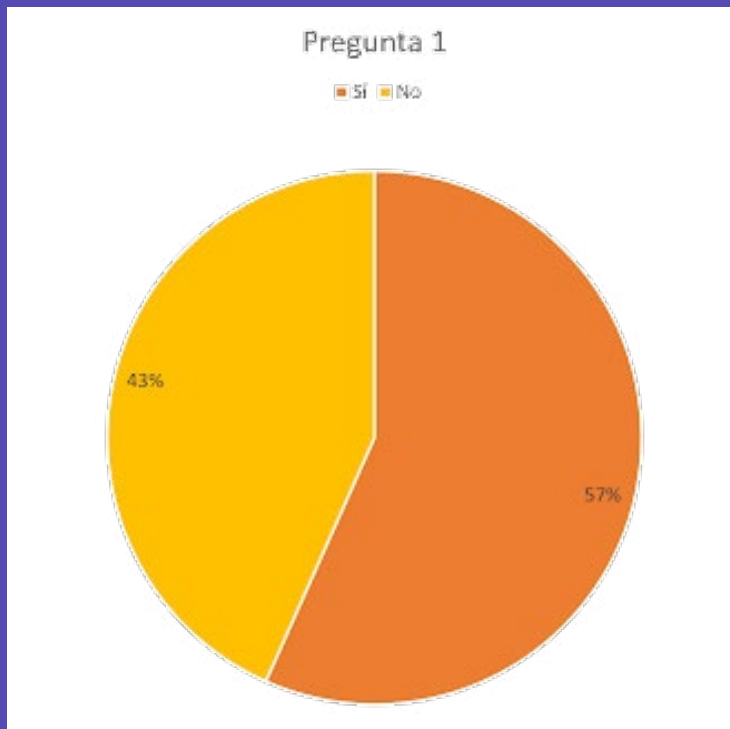


Figura 4.1. Resultados de la pregunta número 1: "¿Los colores de la aplicación son amables a la vista?".

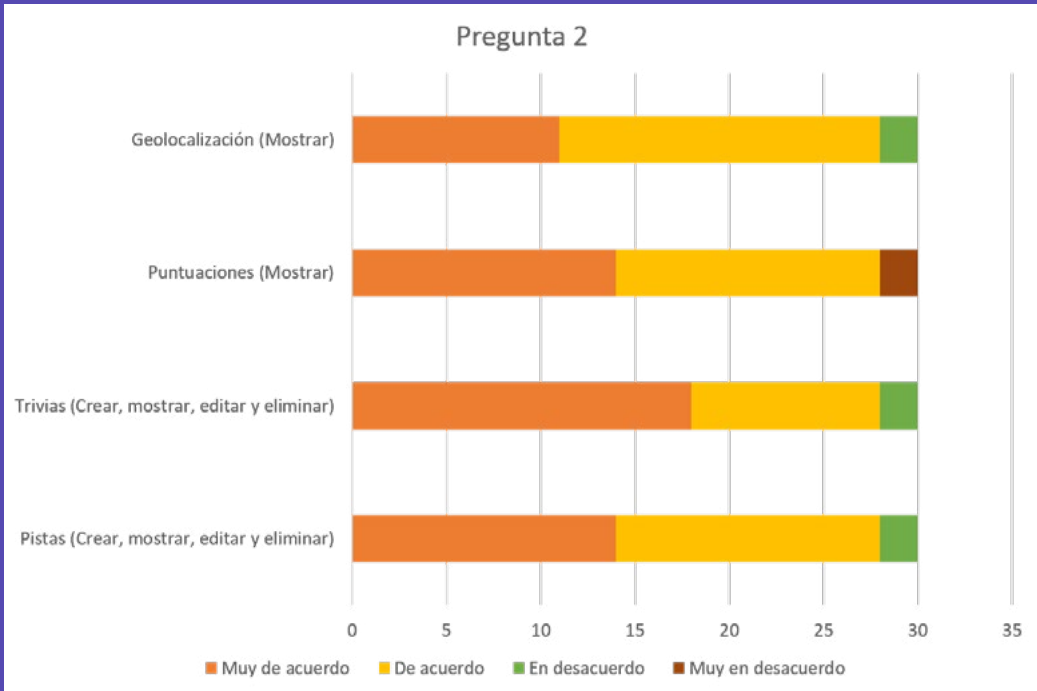


Figura 4.2. Resultados de la pregunta número 2: “En general, ¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes funcionalidades para la aplicación?”.

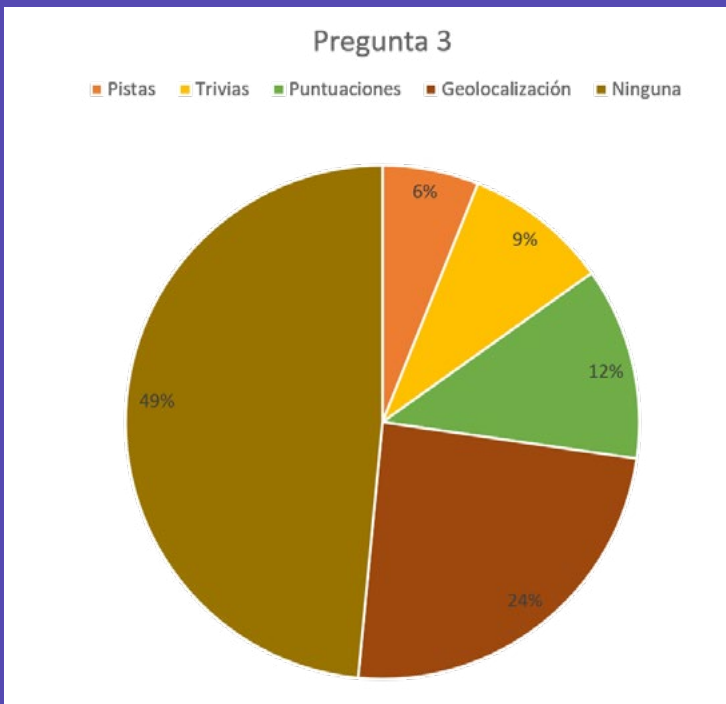


Figura 4.3. Resultados de la pregunta número 3: “¿Cuál de las siguientes funcionalidades modificaría?”.

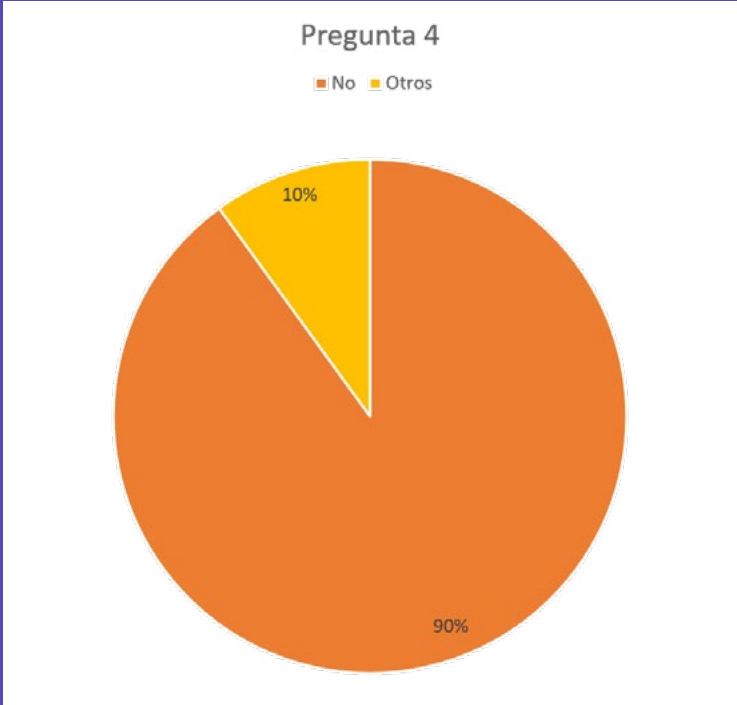


Figura 4.4. Resultados de la pregunta número 4: “¿Añadiría otra funcionalidad a la aplicación?”.

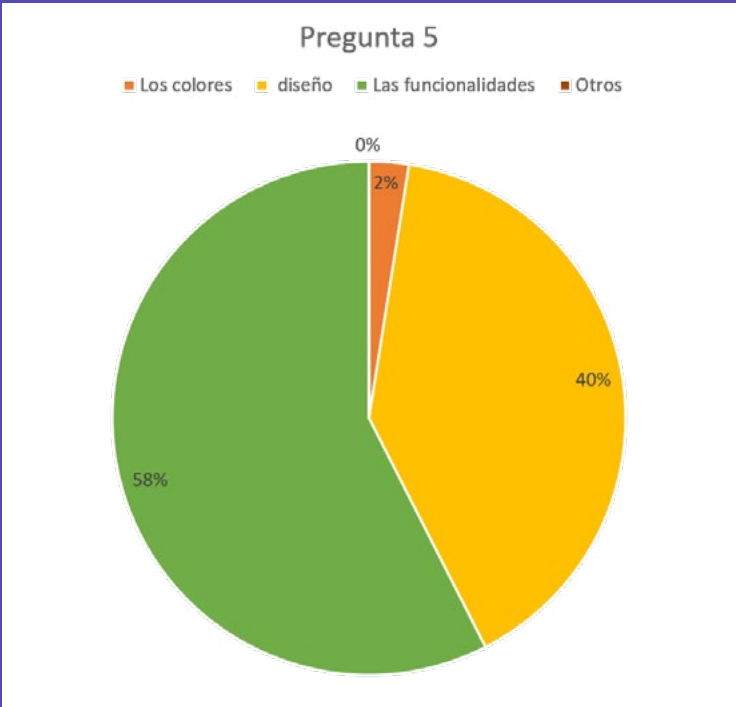


Figura 4.5. Resultados de la pregunta número 5: “¿Qué aspecto o aspectos le llamaron la atención de la aplicación?”.

El plan de prueba consistió en dos casos. En el Caso A, los inductores tenían el rol de coordinadores, quienes se encargan de crear, editar y eliminar la información de las pistas y las trivias antes de comenzar la yincana. Los resultados de las encuestas en este escenario de prueba indicaron más de un 80% de satisfacción al gestionar (crear, editar y eliminar). En el Caso B, se simuló la yincana con inductores y estudiantes. Los inductores tenían el rol de guías, quienes se encargan de liderar a los grupos durante cada estación de la yincana. Los resultados de las encuestas de este escenario por parte de los inductores señalaron satisfacción del 100% al gestionar la información de su grupo, un 87% al visualizar los demás grupos y más del 80% al momento de visualizar y activar las actividades (pistas y trivias). Sin embargo, el 12.5% sugiere que el mapa 2D sea dinámico en lugar de estático. Por parte de los estudiantes, el 100% señala satisfacción al visualizar la información del grupo, las puntuaciones, las pistas y el ranking final. No obstante, el 33.3% indica que en algunas ocasiones la interfaz del mapa 2D presenta una respuesta tardía.

Conclusiones

Se propuso el desarrollo de una app en el aspecto logístico y educativo utilizando la computación gráfica, la RA, la gamificación y el aprendizaje colaborativo apoyado por computadora, con el objetivo de facilitar y hacer más entretenida la experiencia del recorrido del campus a través de la yincana realizada por los inductores a los neojaverianos. Finalmente, la aceptación por parte de los inductores y los neojaverianos es clave para avanzar en el futuro desarrollo e implementación del prototipo y, a su vez, adaptarlo a diferentes problemáticas con el fin de apoyar la gestión y eficiencia de servicios en las áreas de *smart tourism*, *smart logistic* y *smart learning* de una ciudad inteligente. A futuro, se pretende implementar los demás edificios involucrados en la yincana; segundo, optimizar el sistema de geolocalización; por último, implementar “Digital Twins” al momento de desplegar la RA de cada edificio.

Referencias

- Borrero, F., Sanjuán, P. & Ramírez-González, G. (2015). Gamification techniques in tourism, application test, casa mosquera museum. *Sistemas Telemática*, 13(33), 63–76. <https://doi.org/10.18046/syt.v13i33.2081>
- Chopra, K. & Gupta, B. (2020). Location-based augmented reality application for tourism. *Xi'an University of Architecture Technology* 12(4), 973–982.
- Educativa. (2017). *Gamificación: el aprendizaje divertido* <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido>
- Han, D., Jung, T. & Gibson, A. (2014). Dublin ar: Implementing augmented reality (ar) in tourism. *Information and Communication Technologies in Tourism*, 511–523. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03973-2_37
- Kuikkaniemi, K., Lucero, A., Orso, V., Jacucci, G. & Turpeinen, M. (2014). Lost lab of professor millennium: Creating a pervasive adventure with augmented reality-based guidance [conferencia]. *ACE '14 Proceedings of the 11th Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, New York, United States.
- Somasekhar-Goud, A. & Basavaraju, K. (2020). Augmented reality in tourism: An application to provide virtual view in real world. *International Journal of New Innovations in Engineering and Technology*, 12(4), 112–119.

JONATHAN ASPRILLA SAAVEDRA



English

He was born in Santiago de Cali, Colombia, in 1998. He received his bachelor's degree from Colegio Americano de Cali, Cali, Colombia, in the first half of 2016. In the second half of 2016, he joined the Department of Systems and Computer Engineering at Pontificia Universidad Javeriana Cali as a student with interest in computer graphics, interactive systems, gamification, graphic design, and software development. In early 2020, he developed with fellow students a project of a prototype of a web application for the management of patient records with EPS (Entidad Promotora de Salud). The same year, he created Infester, a game about The Black Death from the point of view of the rat, Daxter. This one has abilities of an animal and a person; he must spread the virus to increase his threat level and defend himself with whatever he has at his disposal. In June 2021, he presented his research thesis to the department, which consisted in the development of a prototype of an augmented reality system to support the induction yincana at the Pontificia Universidad Javeriana Cali.

Español

Él nació en Santiago de Cali, Colombia, en 1998. Recibió su título de bachiller en el Colegio Americano de Cali, Cali, Colombia, en la primera mitad de 2016. En la segunda mitad de 2016, se incorporó al Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación en la Pontificia Universidad Javeriana Cali como estudiante con interés en el área de la computación gráfica, sistemas interactivos, gamificación, diseño gráfico y desarrollo de software. A principios de 2020, desarrolló en compañía de compañeros de carrera un proyecto de un prototipo de una aplicación web para la gestión de historias clínicas de pacientes con EPS (Entidad Promotora de Salud). El mismo año, creó Infester, es un juego sobre La peste negra desde el punto de vista de la rata Daxter. Esta tiene

habilidades de un animal y una persona, debe propagar el virus para aumentar su nivel de amenaza y defenderse con lo que tenga a su alcance. En junio de 2021, presentó su tesis de investigación al departamento que consistía, en el desarrollo del prototipo de un sistema de realidad aumentada para el apoyo a la yincana de inducción en la Pontificia Universidad Javeriana Cali.



ELIZABETH CAROLINA MONCADA DORADO

English

She was born in Yopal, Casanare in 1998. She received her diploma in Video Game Development Technology from Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Cali, Colombia, in 2016, and her undergraduate degree in Computer Science from Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, in 2021. Her interests include computer graphics, interactive systems, gamification, video games and software development. In 2014, she developed a prototype called Another Story, which unveils children's stories in a modern way, linking young people from 18 to 24 years old through the game. During her years at the university, she was an assistant in the Computer Science Lab. She directed an auxiliary course of Unity3D to school youngsters for the Intercollegiate JavAtar 2017 in charge of Dr. Andrés Navarro Newball. The same year, she supported the XXXI National Programming Marathon ACIS-REDIS. She was a member of the ACM (Association for Computing Machinery) in 2018 and attended the 13th Colombian Computing Congress, Cartagena, Colombia. In 2019 she was part of a multidisciplinary academic team where they created Resvit. It is a website for restaurants that want to showcase their business, facilitating the management of their services and reservations. It also offers the diners the possibility to share and meet people through reservations. In 2020, she created Infester, a game about The Black Death from the point of view of the rat, Daxter. This one has abilities of an animal and a person; he must spread the virus to increase his threat level and defend himself with whatever he has at his disposal. Her undergraduate thesis was a prototype of an augmented reality system to support the induction yincana at the Pontificia Universidad Javeriana Cali. This event stands out for the collaborative learning between inductors and incoming students, based on the guidance of the leading inductors to the teams, and the subsequent feedback between them. This project proposes a solution based on augmented reality and gamification to support this yincana.

Español

Ella nació en Yopal, Casanare en 1998. Recibió el diploma de la Tecnología en Desarrollo de Videojuegos del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Cali, Colombia, en 2016, y el pregrado de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia, en 2021. Sus intereses incluyen el área de la computación gráfica, sistemas interactivos, gamificación, videojuegos y desarrollo de software. En 2014, desarrolló un prototipo llamado Another Story, el cual da a conocer los cuentos infantiles de una forma moderna, vinculando a los jóvenes de 18 a 24 años a través del juego. Durante sus años en la universidad fue asistente del Laboratorio de Ingeniería de Sistemas y Computación. Dirigió un curso auxiliar de Unity3D a niños de colegio para el Intercolegiado JavAtar 2017 a cargo del Dr. Andrés Navarro Newball. El mismo año, apoyó la XXXI Maratón Nacional de Programación ACIS-REDIS. Fue miembro de la ACM (Association for Computing Machinery) en 2018 y asistió al 13avo Congreso Colombiano de Computación, Cartagena, Colombia. En 2019 hizo parte de un equipo académico multidisciplinar donde crearon Resvit. Es un sitio web para los restaurantes que desean exhibir su negocio, facilitando la gestión de sus servicios y las reservas. Además, ofrece a los comensales la posibilidad de compartir y conocer personas a través de las reservas. En 2020, creó Infester, es un juego sobre La peste negra desde el punto de vista de la rata Daxter. Esta tiene habilidades de un animal y una persona, debe propagar el virus para aumentar su nivel de amenaza y defenderse con lo que tenga a su alcance. Su tesis de pregrado fue un prototipo de un sistema de realidad aumentada para el apoyo a la yincana de inducción en la Pontificia Universidad Javeriana Cali. Este evento se destaca por el aprendizaje colaborativo entre inductores y estudiantes de nuevo ingreso, basado en la guía de los inductores líderes hacia los equipos, y la posterior retroalimentación entre ellos. Este proyecto propone una solución basada en realidad aumentada y gamificación para apoyar esta yincana.

Chapter 6

Virtual space used as a pedagogical tool to understand real space

El espacio virtual como herramienta pedagógica para entender el espacio real

Andres Leon-Geyer

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://youtu.be/O8pSSqAN0ng>



Virtual space used as a pedagogical tool to understand real space

Andres Leon-Geyer

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)

Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

leongeyer@pucp.edu.pe

Abstract

The aim of this research is to explore the pedagogical use of virtual reality (and its spatial perception within it) as a tool to sensitize people to the complex use of real space within a specific case: the teaching of virtual reality for an audiovisual project course adapted to the COVID-19 situation, which made visible the contribution of Virtual Reality to the objectives of this course. It was observed that by replacing video installations in a real-physical space with the construction of virtual spaces, which contain audiovisual elements, it is possible to enhance the understanding of how physical space works perceptually and its relationship with the construction of sense. Said empowerment would be based not only on an emulation of the rules of physical space, but also on construction possibilities exclusive to the mediated immersive space that nevertheless allow us to understand the functioning of the physical space.

Keywords: Education, Perception, Virtual Reality

Teaching Virtual Reality through Virtual Reality

The Audiovisual and Interactive Projects (AIP) course case

The Audiovisual and Interactive Projects course of the Audiovisual Communication and Interactive Media Program (PAI, in Spanish) has been taught since 2015 in the Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Professor Raúl Del Águila designed this course originally, and then several professors who joined the teaching team enriched it. Apart from the research and foundation competences, this eighth semester course aims to teach the interactivity with the user and the audiovisual applications in different physical space contexts. For that reason, there were theory hours and montage practice hours in the laboratories, which included mapping, interactivity and computing, all of them taught on-site. However, when universities were forced by the pandemic to switch from face-to-face to remote, the course had to become virtual. The teaching team formed by Del Águila, Eleazar Herrera and the author of this article redesigned this course implementing the teaching of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR). This research will focus on the phase where students must investigate, justify with basis and design a video installation, and then virtually construct it in Mozilla Hubs. This task was one of the projects for the previous semester, and its montage included the use of scenography. For the adapted version of this course, students prepare the space using Mozilla Spoke, which gives them the possibility to manipulate spatial features such as wall shape, use of interiors and exteriors, bigger space without boundaries, etc.. At the same time, they do not depend on the available equipment since acoustic resources, lighting resources and visual elements' placement are not limited. Despite that, the already existing on-site problem arises again: the lack of spatial imagination for the installation design.

Challenges

Several students' initial proposals suggest spaces such as simple rooms with rectangles placed on the walls as if they were monitors. As a result, the specific possibilities involving space in the presentation of audiovisual elements are not exploited. Among the plausible causes is the habit of editing linear contents aimed at the consumption on traditional screens. The possibilities of creating sense through space, which implies the spectator displacement and his consequent influence in the order in which he assimilates contents, the ability to watch several contents at the same time, and the relationships that can be suggested by the space layout could be denominated as the "complex use of the physical-real space". The description of this use will be detailed, as well as the way in which the specific characteristics of this virtual space can help to make this use evident, so that one of the aims of the course is fulfilled: to sensitize the student to a varied spatial conception that allows full use of audiovisual tools.

The course consisted of two theoretical and four practical hours per week during the semester through the institutional video conference platform, in which exercises with the Mozilla Spoke and Mozilla Hubs tools were indicated. These tools were chosen for their technological accessibility, since they run in browsers on students' home computers; for its easy learning for students without experience in programming or 3D imaging; and for being free software with an active community that generates tutorials and other support material.

Contributions of virtual space

The complex use of space

Space perception is an issue dating from a long time ago in several areas (Hoffman, 2004). Research about the principles we are using to construct the sense of the environment surrounding us, recognizing, assimilating and interpreting it, has been supplemented significantly with the Extended Reality resources (Spatial Cognition, s.f.) (AUDICTIVE, s.f.). Some of these principles are listed below, the eventually existing deficit will be confronted in a student with no experience in this topic, and also the specific contribution of the virtual reality use in this matter will be described.

Spatial visuality:

The characteristics of visual thinking, such as the parallel composition of meanings and the recognition of non-linear relationships (Sousanis, 2015) are extended in the visual perception of space. The elements layout in space leads to an interaction between the topographical dimension and the semantic dimension, enhancing the construction of contextual sense (Rode, Pérennou, & Azouvi, 2017). In other words, it is not only important what you see, but also where you see it.

In this case, these students as they are from the audiovisual career, have experience in producing content, but they are often ill prepared to think about the space layout. That is why they frequently present videos as if they were paintings in a gallery, like rectangular blocks, without considering the relation with their surroundings. Apart from the need to deconstruct this “gallery effect”, it is necessary for students to unlearn the fact that a video must have a monitor format. What we could call “monitor mentality” presumes that a video must be a rectangle of 4x3 or 16x9 dimension. This undermines the fact that visual content merges with the space that contains it (Leon-Geyer, 2019). In this case, the requirement of constructing the space by oneself is especially useful.

The spatial flexibility, resulting from their own ability to construct by themselves the environment where they mount videos using the Mozilla Spoke program, allows them to insert visual content in surfaces they are not used to: floor, ceiling, baseboard, “crooked” walls, etc. Moreover, manipulating the virtual reality characteristics and the corresponding proprioception make visible the role of conforming the space itself, amplifying its understanding.

As applied examples of visual-spatial thinking, two cases are presented here in which the perception of simultaneous contents, in order to facilitate the interconnection of semantic elements, is considered in the construction of a virtual space.

The first example creates a spatial arrangement that allows to order and classify the information: three houses are built to group the themes, and in turn within these houses are simultaneous visual contents in semantic interrelation. The houses are visited sequentially, the ordering function being manifest for the viewer. This structuring strategy is central to the proposal, but it would have been impossible to carry out -both in time and in physical and technical resources- with the material available in the study in which the course was usually taught.

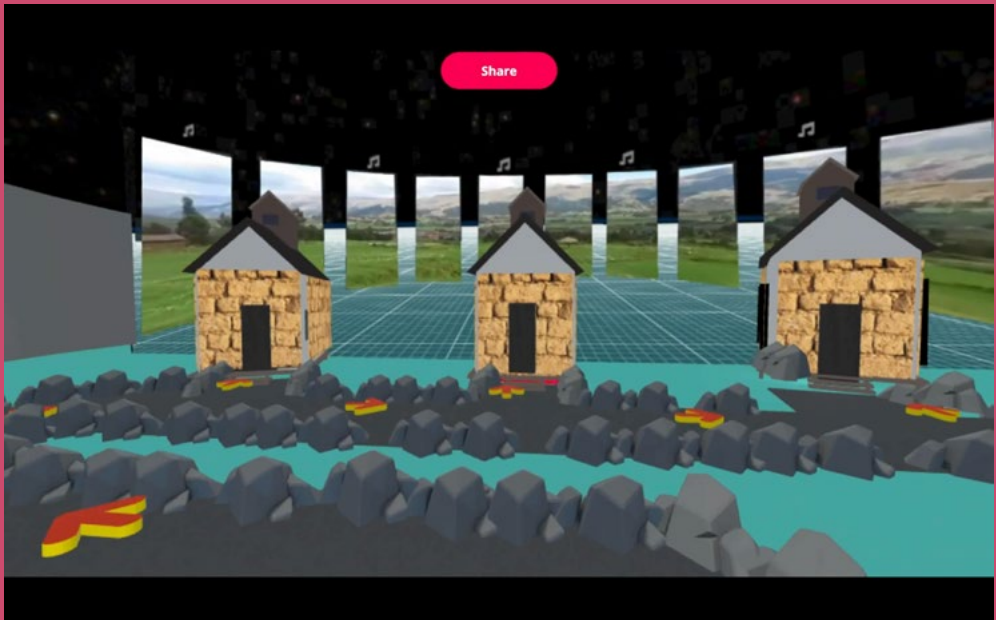


Figure 1. Screenshot of the space built for the project “Diseños creativos en las mascarillas artesanales”.

In the following example, the proposed arrangement is not of a sequential structure, but multi-parallel. The viewer sees a trident of options, without hierarchy or sequence. The three thematic spaces are accessible indistinctly, and there is also an image in the sky that encompasses them. This image, placed in a physically unfeasible way, is a good example of a video not conceived as a screen, but as part of, or forming the environment.



Figure 2. Screenshot of the space built for the project “Esclavas de la comida”.

Locomotion:

A main characteristic of the spatial layout of sense elements is that the spectator can choose what to see, especially if he can move around. This enriches the notion of space in a dynamic order (Hoffman, 2004) because as the spectator is able to choose where to look, he ends up being the creator of its own montage. This is a challenge for the student who is used to making decisions as a director because he cannot control the order in which the spectator sees the contents and, as a result, he has to learn to influence the direction of the attention and gaze using visual stimuli. Virtual reality application is especially productive since avatars can emulate the locomotion of our physical-real body, and also navigation brings variability of displacement (Di Luca, Seifi, Egan, & Gonzalez-Franco, 2021).

The following examples show how the viewer, through their movement and kinetic choice of field of vision, can decide the sequence and therefore the assembly of visual stimuli. It is of special relevance to consider that how we constitute meaning implies being conscious of the fragmentary: we know that we do not perceive everything at once. The latent contents, that is to say, those not visible, can be patent and / or be discovered gradually, causing curiosity and expectation.

In this case, the design proposes a route that reveals videos to the viewer behind opposite windows on both sides of the corridor, in an arrangement that shows that there is always something out of frame.

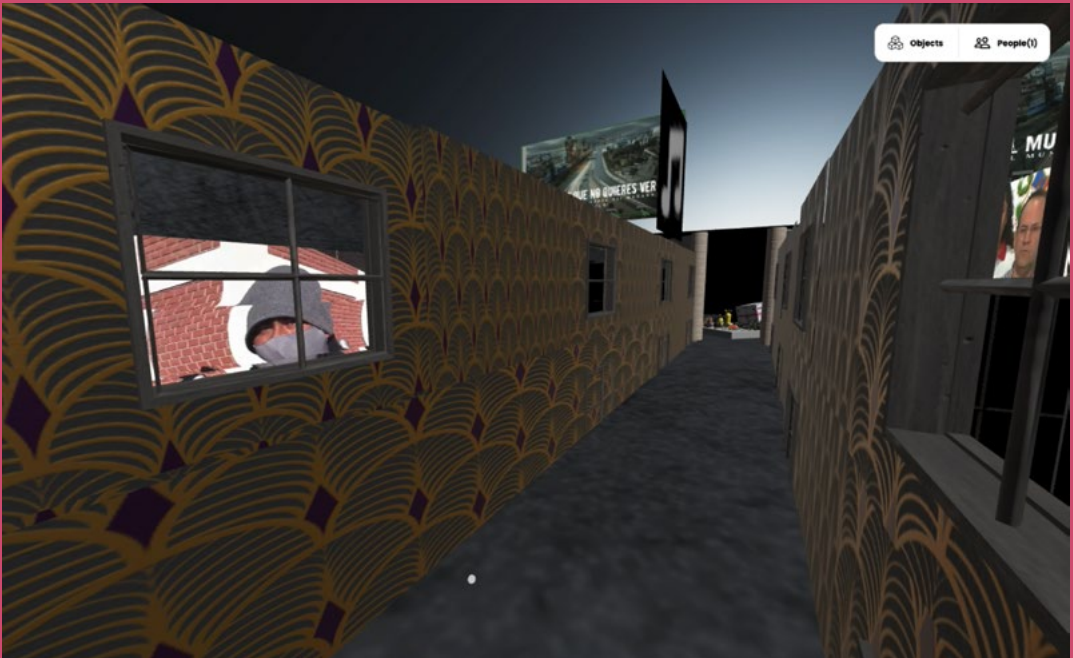


Figure 3. Screenshot of the space built for the project “El mundo que no quieres ver”.

In this other case, locomotion emulates corporeality and with it, involvement in the environment, facilitating an emotional effect related to the theme: harassment of women in the streets. The viewer moves from a dark street to a space where images seek to create uncertainty and strangeness (for example, characters with a glitch texture).



Figure 4. Screenshot of the space built for the project “No es un piropo”.

Acoustic space:

Along with visual attentional management, space allows auditory attentional management (Flückiger, 2006). The visual and the acoustic elements have different behaviors: while we can actively direct our gaze towards the first element, the second one comes to us. That is why it is of special interest to sensitize students to this difference, since they often assume that every video must have a corresponding audio track and do not foresee that the audios could superimpose each other (Jentsch, 2012). The design in virtual space can help to prevent such crossings, but it also provides control capabilities that do not exist in the real world: the form, start and end of the sound dispersion, the interaction with the avatar's movement, among others can be accurately managed. This unnatural

management of audio also contributes to enhancing the understanding of the sound in the real world and to plan attentional management in this area.

This case is an example of a spatial arrangement in which the multiplicity of sound sources (videos) contributes to the feeling of confusion sought to provoke in the viewer. Control of the acoustic behavior exceeds what would be possible in a physical environment.



Figure 5. Screenshot of the space built for the project “Encasilladas”.

Immersion:

One of the major topics of virtual reality is the possibility for the spectator to be immersed in a created environment. Similar to the sensation of the incarnation related to displacement, the fact that the visual content surrounds the spectator emulates the everyday form of perception and has a greater emotional effect than an audio-visual seen on a two-dimensional screen (Heers, 2005). Such simulation potential is a substantial factor when making students understand the difference between the two forms

of assimilation. A related tool is the notion of creating an atmosphere: with lighting effects, fog and other elements that are not usually very accessible in the real world. Those elements are able to create sensations that, together with the contents, involve the spectator, increasing the rational and emotional communicative effect (Pietschmann, 2015). No examples are inserted since this notion, like the others, is transversal to the cases shown.

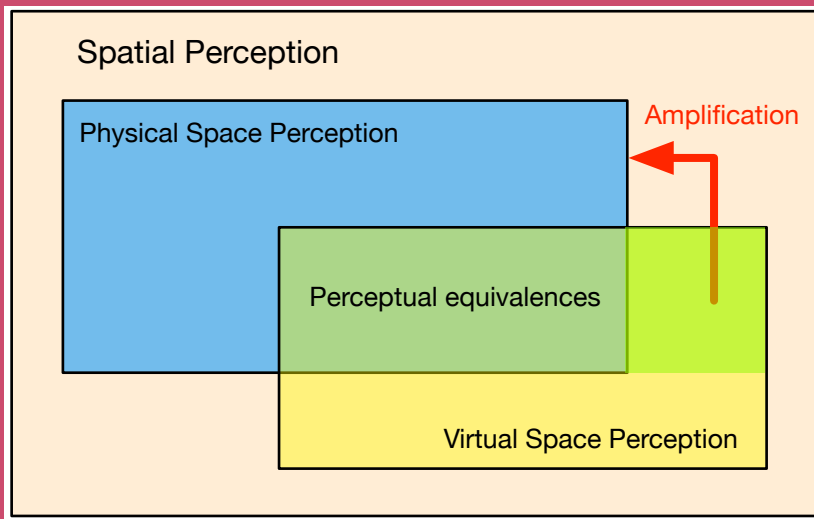


Figure 6. This image illustrates the intersection in the ways of perceiving the physical and virtual space, and its extensions.

Discussion

In the examples we have seen creations that use visual thinking mechanisms, such as the complex interrelations mentioned by Sousanis (Sousanis, 2015), and visual-spatial thinking, creating a contextual sense through the topographic-semantic interaction (Rode, Pérennou & Azouvi, 2017). It should be noted that the course was not planned as a perceptual or epistemic experiment. What is narrated in this article are observations that arose when replacing one type of space with another. The students were not instructed on how they should construct their spaces but were

merely told that the space itself should be an agent of meaning - which was also indicated in the face-to-face mode.

What is clear is that, although the possibility of experimenting with the spatial dimension to create meaning is not exclusive to a virtual environment, it can be said that the wide freedom to manipulate it, facilitates a creative game that touches the boundaries of what is spatially possible, and in this way amplifies the knowledge of the expressible through space and its interactions. In turn, virtual construction options that transcend physical possibilities acted as a catalyst to revise this knowledge. What is observed in this course will serve to strengthen pedagogical strategies in its future evolution, especially when collecting feedback from students. On the other hand, it feeds related research, for which it would be interesting to create links with other courses in the career curriculum.

Conclusions

As we have observed, even though the perception and construction of sense in the physical-real space and in the virtual space have their own specificities, the common characteristics prevails. In this matter, the pedagogical use of Virtual Reality cannot only make more evident the characteristics shared by both, but also contains a specific area that, without existing in the physical-real perception or emulating it, it can enhance the understanding of how our daily spatial perception works. This way, the course showed that the construction of virtual spaces fosters an understanding of how we visually and acoustically perceive space, how this can influence sense formation and, consequently, how we can optimize communication in both virtual and real environments.

References

- AUDICTIVE. (n.d.). <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/422686707>
- Di Luca, M., Seifi, H., Egan, S., & Gonzalez-Franco, M. (2021). Locomotion Vault: the Extra Mile in Analyzing VR Locomotion Techniques. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Association for Computing Machinery.
- Flückiger, B. (2006). *Sound Design: Die virtuelle Klangwelt des Films*. Schüren Verlag.
- Heers, R. (2005). *Being There. Untersuchungen zum Wissenserwerb in virtuellen Umgebungen*. https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/bitstream/handle/10900/48724/pdf/Diss_Heers.pdf
- Hoffman, F. (2004). Dynamische Räume, nordöstlich gelegen. Raumdenken als Erkenntnispraxis nach Aby Warburg und Ernst Cassirer. In F. Hoffman, J. E. Sennewald & S. Lazaris (Ed.), *Raum - Dynamik / Dynamique de l'espace* (pp. 27–51). Transcript Verlag.
- Jentsch, M. (2012). *Audiovisuelle Raumwahrnehmung*. TU-Berlin. https://www2.ak.tu-berlin.de/~akgroup/ak_pub/abschlussarbeiten/2012/JentschMatthias_MagA.pdf
- Leon-Geyer, A. (2019). Proyección Inmersiva en el Aula - Interactividad del espacio como método didáctico. *En Cuadernos de Innovación en la Docencia Universitaria 2019* (pp. 147-157). PUCP.
- Pietschmann, D. (2014). *Spatial Mapping in virtuellen Umgebungen: Relevanz räumlicher Informationen für die User Experience und Aufgabenleistung*. Springer.
- Rode, G., Pérennou, D. & Azouvi, P. (2017). Spatial cognition. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(3), 123.
- Sousanis, N. (2015). *Unflattening*. Amsterdam University Press.
- Spatial Cognition*. (n.d.). <https://www.tu-chemnitz.de/informatik/KI/projects/agents-vr/>.

Links to the Virtual Space projects:

Project *Encasilladas*: <https://www.behance.net/gallery/119564407/ENCASILLADAS-PAI>

Project *No es un piropo*: <https://www.behance.net/gallery/119550607/NO-ES-UN-PIROPO>

Project *El mundo que no quieres ver*: https://www.behance.net/gallery/105833631/El-Mundo-Que-no-quieres-ver-%28TP1_Arias_Alexander_2020%29

Project *Esclavas de la Comida*: <https://www.behance.net/gallery/119554327/Esclavas-de-la-Comida>

Project *Diseños creativos en las mascarillas artesanales*: <https://www.behance.net/gallery/105726929/Diselos-creativos-en-las-mascarillas-artesanales>

El espacio virtual como herramienta pedagógica para entender el espacio real

Andres Leon-Geyer
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)
Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)
leongeyer@pucp.edu.pe

Resumen

La presente investigación busca explorar el uso pedagógico de la realidad virtual -y de la percepción espacial dentro de ella- como una herramienta para sensibilizar hacia el uso complejo del espacio real. Narra un caso específico, el de la enseñanza de realidad virtual dentro un curso de proyectos audiovisuales adaptado por las circunstancias del COVID-19, en el cual se constató el aporte de la Realidad Virtual a los objetivos de dicho curso. Se observó que al suplir instalaciones de video en un espacio físico real con la construcción de espacios virtuales que contengan los audiovisuales, se puede lograr potenciar la comprensión de cómo funciona perceptivamente el espacio físico y la relación de ello con la construcción de sentido. Dicha potenciación estaría basada no solo en una emulación de las reglas del espacio físico, sino también en posibilidades de construcción exclusivas al espacio inmersivo mediado que sin embargo permiten comprender el funcionamiento del físico.

Palabras claves: Educación, Percepción, Realidad Virtual.

La enseñanza de y mediante Realidad Virtual

El caso del curso “Proyectos Audiovisuales e Interactivos”

El curso Proyectos Audiovisuales e Interactivos (PAI) de la carrera de Comunicación Audiovisual y Medios Interactivos existe en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas desde el año 2015. Diseñado originalmente por el docente Raúl Del Águila, fue enriquecido por los diversos profesores que se integraron al equipo de docentes responsables de este curso. Los objetivos de este curso de octavo semestre son, aparte de competencias de investigación y fundamentación, enseñar la interactividad con el usuario y las aplicaciones del audiovisual en diversos contextos de espacio físico. Con tal fin, contaba con horas presenciales tanto teóricas como prácticas de montaje en laboratorios, instruyendo en mapping, interactividad y computación física. Sin embargo, cuando las universidades se vieron forzadas por la pandemia a cambiar de modalidad presencial a remota, el curso se tuvo que virtualizar. El equipo docente conformado por Del Águila, Eleazar Herrera y el autor de este artículo rediseñó el curso hacia la enseñanza de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA). Esta investigación se centrará en la fase en la cual los estudiantes tienen que investigar, fundamentar y diseñar una videoinstalación, para luego construirla virtualmente en Mozilla Hubs. Dicha elaboración era uno de los proyectos del ciclo anterior y su montaje en los estudios implicaba el uso de escenografía. En la adaptación, los estudiantes elaboran el espacio mediante Mozilla Spoke, con lo cual adquieren mayor posibilidad de manipular características espaciales: la forma de las paredes, el uso de interiores o exteriores, mayor recorrido en un espacio sin fronteras etc. A la vez, ya no dependen del equipo disponible: sus recursos acústicos, lumínicos y de colocación de visuales son ilimitados. A pesar de esto, se hace visible una problemática ya existente en la versión presencial: la falta de imaginación espacial en el diseño de las instalaciones.

Retos

En varias de las propuestas iniciales de los estudiantes se puede encontrar que plantean espacios como habitaciones simples, en cuyas paredes colocan rectángulos cual monitores. Quedan así desaprovechadas posibilidades específicas de la involucración del espacio en la presentación de los elementos audiovisuales. Entre las causas plausibles se halla la habituación a editar contenidos lineales dirigidos al consumo en pantallas tradicionales. Las posibilidades de creación de sentido mediante el espacio, que implican el desplazamiento del espectador y su consiguiente influencia en el orden en el que asimila los contenidos, el poder observar varios contenidos simultáneamente y las relaciones que puede sugerir la distribución en el espacio, podrían ser denominadas como 'uso complejo del espacio físico real'. A continuación, se entrará con mayor detalle en la descripción de este uso, y se observará a la vez de qué manera las características específicas al espacio virtual pueden ayudar a evidenciar de dicho uso, cumpliendo así uno de los objetivos del curso: sensibilizar al estudiante hacia una concepción espacial variada que permita el aprovechamiento pleno de las herramientas audiovisuales.

La modalidad de instrucción consistió en dos horas semanales teóricas y cuatro prácticas durante el semestre dictadas mediante la herramienta de videoconferencia institucional, en las cuales se indicaban ejercicios con las herramientas Mozilla Spoke y Mozilla Hubs. Se eligió estas herramientas por su accesibilidad tecnológica, dado que corren en navegadores en las computadoras domésticas de los estudiantes; por su fácil aprendizaje para estudiantes sin experiencia en programación ni imagen 3D; y por ser software gratuito con una comunidad activa que genera tutoriales y otro material de apoyo.

Los aportes del espacio virtual

El uso complejo del espacio

La percepción del espacio es un tema de larga data en diversas disciplinas (Hoffman, 2004). La investigación acerca de los principios con los que construimos el sentido del entorno que nos rodea, reconociendo, asimilando e interpretando el mismo, ha sido complementada de manera

significativa con los recursos de la Realidad Extendida (Spatial Cognition, s.f.) (AUDICTIVE, s.f.). A continuación, se enumeran algunos de estos principios, se confronta al déficit eventualmente existente en un estudiante sin experiencia en el tema y se describe el aporte específico del uso de la realidad virtual en este aspecto. Veremos

La visualidad espacial:

Las características propias del pensamiento visual, tales como la composición paralela de significados y el reconocimiento de relaciones no lineales (Sousanis, 2015), son amplificadas en la percepción visual del espacio. La disposición de elementos en el espacio lleva a una interacción entre la dimensión topográfica y la dimensión semántica, potenciando la construcción del sentido contextual (Rode, Pérennou, & Azouvi, 2017). Dicho de otro modo: no sólo es importante qué se ve, sino dónde está.

En el caso observado, los estudiantes de la carrera audiovisual tienen experiencia en la producción de los contenidos, mas a menudo no están preparados para idear su repartición en el espacio. Por esta razón colocan frecuentemente los videos como cuadros en una galería, cual bloques rectangulares sin relación con el espacio que los circunda. Aparte de la necesidad de deconstruir este 'efecto galería', es menester que los estudiantes desaprendan la premisa de qué un video debe tener el formato de un monitor. Lo que se podría llamar 'mentalidad monitor' presume que un video debe ser un rectángulo de relación 4x3 o 16x9, lo cual merma el que un contenido visual se funda con el espacio que lo contiene (Leon-Geyer, 2019). También aquí es de especial utilidad la exigencia de construir uno mismo el espacio.

La flexibilidad espacial que resulta de poder los estudiantes mismos construir, mediante el programa Mozilla Spoke, el entorno en el cual montan permite insertar los contenidos visuales en superficies a las cuales no están habituados: piso, techo, zócalo, paredes 'chuecas', etc. La manipulación de las características en la realidad virtual y la propiocepción correspondiente logran hacer patente el rol de la conformación misma del espacio, amplificando de este modo el entendimiento de este.

Como ejemplos de aplicación de pensamiento visual-espacial, se exponen aquí dos casos en los que la percepción de contenidos simultáneos, con el fin de facilitar la interconexión de elementos semánticos, es considerada en la construcción del espacio virtual.

En el primer ejemplo se crea una disposición espacial que permite ordenar y clasificar la información: se construyen tres casas para agrupar las temáticas, y a su vez dentro de estas casas hay contenidos visuales simultáneos en interrelación semántica. Las casas son visitadas de manera secuencial, siendo manifiesta para el espectador la función de ordenamiento. Esta estrategia de estructuración es medular a la propuesta, pero habría sido imposible de realizar -tanto en tiempo como en recursos físicos y técnicos- con el material disponible en el estudio en el cuál se solía dictar el curso.



Figura 1. Screenshot del espacio construido para el proyecto “Diseños creativos en las mascarillas artesanales”.

En el siguiente ejemplo, la disposición propuesta no es de una estructura secuencial, sino multi-paralela. El espectador ve un tridente de opciones, sin jerarquía ni secuencialidad. Los tres espacios temáticos son accesibles indistintamente, y aparte hay una imagen en el cielo que los abarca. Dicha imagen, colocada de una manera físicamente irrealizable, es un buen ejemplo de un video no concebido como una pantalla, sino que forma parte de, o forma, el entorno.

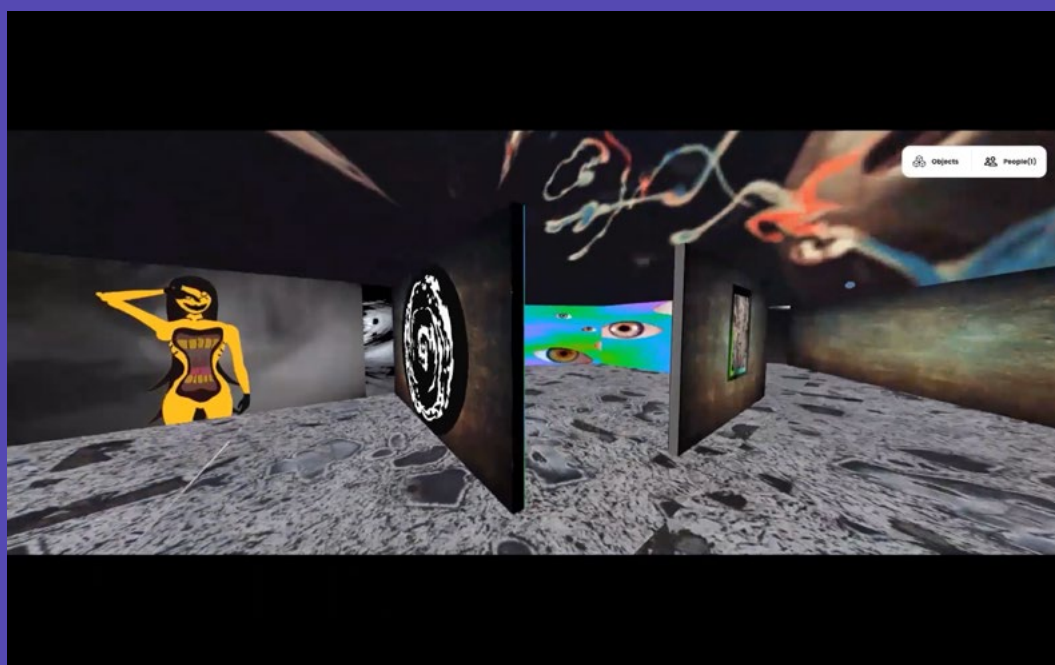


Figura 2. Screenshot del espacio construido para el proyecto “Esclavas de la Comida”.

La locomoción:

Una característica medular de la disposición espacial de elementos de sentido es que el espectador puede elegir que ver, sobre todo si se puede desplazar. Esto enriquece la noción de espacio como orden dinámico (Hoffman, 2004), dado que el espectador, al elegir a dónde mirar, termina siendo el creador de su propio montaje. Esto representa un reto para el estudiante acostumbrado a tomar decisiones como editor: dado que no controla el orden con el cual su espectador ve los contenidos, tiene que aprender a influenciar a dónde se dirige la atención y la mirada mediante estímulos visuales. También aquí es especialmente fructífera la aplicación de la realidad virtual, toda vez que los avatares no solo pueden emular la locomoción de nuestro cuerpo físico real, sino que la navegación aporta variabilidad de desplazamiento (Di Luca, Seifi, Egan, & Gonzalez-Franco, 2021).

En los siguientes ejemplos se muestra cómo el espectador, mediante su desplazamiento y elección cinética de campo de visión, decide la secuencia y con ello el montaje de los estímulos visuales. Es de especial relevancia considerar que nuestra constitución de sentido implica la conciencia de lo fragmentario: sabemos que no percibimos todo a la vez. Los contenidos latentes, es decir, no visibles, pueden ser patentes y/o ser descubiertos gradualmente, causando curiosidad y expectativa.

En este caso el diseño propone un recorrido que revela al espectador videos detrás de ventanas opuestas a ambos lados del pasillo, en una disposición que le evidencia que siempre hay algo fuera de encuadre.

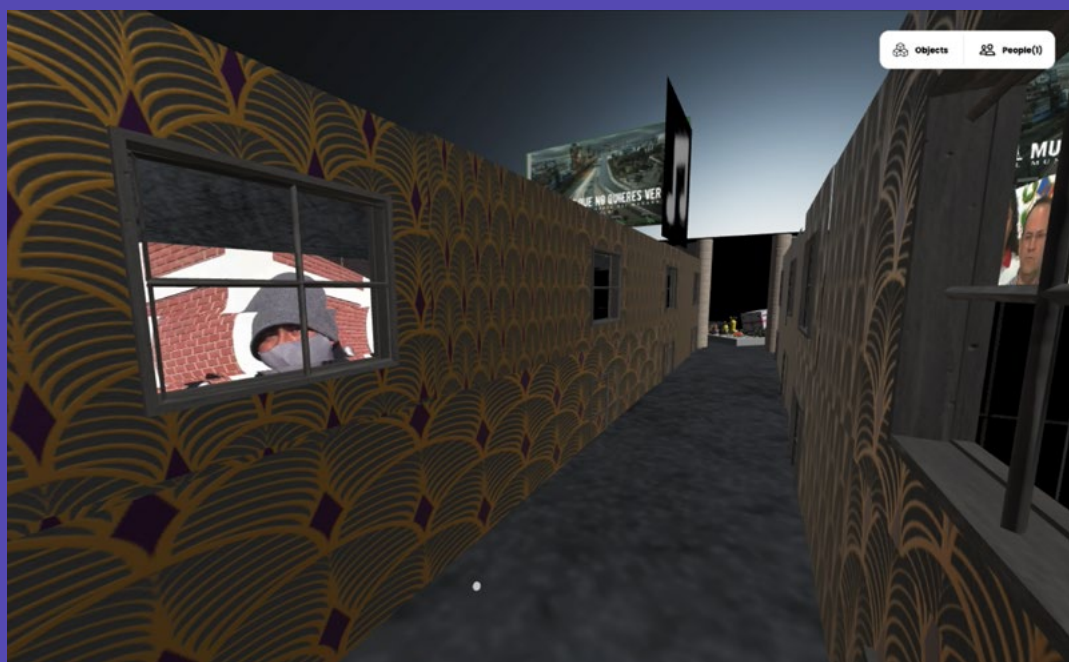


Figura 3. Screenshot del espacio construido para el proyecto “El mundo que no quieres ver”.

En este otro caso, la locomoción emula la corporeidad y con ello la involucración en el entorno, facilitando un efecto emocional relacionado con la temática: el acoso en las calles a las mujeres. El espectador se desplaza de una calle oscura hacia un espacio cuyas imágenes buscan crear incertidumbre y extrañeza (por ejemplo personajes con una textura de glitch).



Figura 4. Screenshot del espacio construido para el proyecto “No es un piropo”.

El espacio acústico:

Junto con el manejo atencional visual, el espacio permite un manejo atencional auditivo (Flückiger, 2006). Lo visual y lo acústico tienen conductas diferentes: mientras podemos dirigir activamente la mirada hacia lo primero, lo segundo llega a nosotros. Es de especial interés sensibilizar a los estudiantes hacia esta diferencia, dado que a menudo presuponen que todo video ha de tener una pista sonora correspondiente y al colocarlos no prevén que los audios se pueden sobreponer (Jentsch,

2012). El diseño en el espacio virtual puede ayudar a precaver dichos cruces, pero también provee capacidades de control no existentes en el mundo real: se puede manejar con exactitud forma, inicio y final de la dispersión sonora, la interacción con el desplazamiento del avatar, etc. Este manejo no natural de audio también contribuye a potenciar la comprensión del sonido en el mundo real y a planear el manejo atencional en este ámbito.

Este caso es un ejemplo de una disposición espacial en la que la multiplicidad de fuentes sonoras (los videos) colabora a la sensación de confusión buscada en el espectador. El control de la conducta acústica excede el que sería posible en un contexto físico.



Figura 5. Screenshot del espacio construido en el proyecto “Encasilladas”.

La inmersión:

Uno de los grandes temas de la realidad virtual es la posibilidad de qué el espectador esté inmerso en el entorno creado. Al igual que la sensación de encarnación relacionada con el desplazamiento, el que los contenidos visuales rodeen al espectador emula la forma de percepción cotidiana y tiene con ello un mayor efecto emocional que un audiovisual visto en pantalla bidimensional (Heers, 2005). Dicho potencial de simulación es un factor sustancial para hacer comprender a los estudiantes la diferencia entre ambas formas de asimilación. Una herramienta relacionada es la noción de creación de ambiente: mediante efectos de iluminación, neblina y otros elementos que no suelen ser tan accesibles en el mundo real son capaces de crear sensaciones que, en coherencia con los contenidos, envuelven al espectador, aumentando el efecto comunicativo racional y emocional (Pietschmann, 2015). No se insertan ejemplos, ya que esta noción, al igual que las demás, es transversal a los casos mostrados.

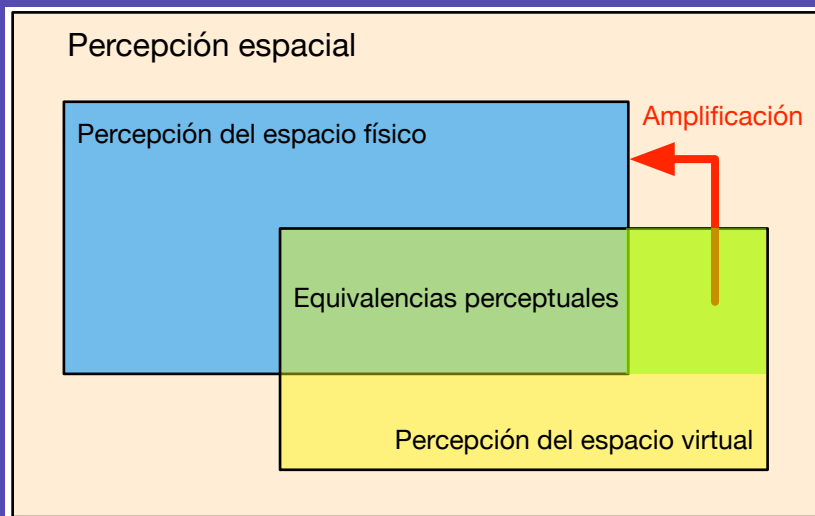


Figura 6. El dibujo ilustra la intersección entre las formas de percibir el espacio físico y las del espacio virtual, así como la extensión de la misma. Dibujo del autor.

Discusión

En los ejemplos se han visto creaciones que se sirven de mecanismos del pensamiento visual, tales como las interrelaciones complejas mencionadas por Sousanis (Sousanis, 2015), y del visual-espacial, creando un sentido contextual por la interacción topográfica-semántica (Rode, Pérennou, & Azouvi, 2017). Cabe recalcar que el curso no fue planteado como un experimento de percepción o epistémico. Lo que se narra en este artículo son observaciones que surgieron al reemplazar un tipo de espacio por otro. A los estudiantes no se le instruyó cómo concretamente debían construir sus espacios, sino meramente se les dio la consigna de que el espacio mismo fuese un agente de sentido – lo cual también se indicaba en la modalidad presencial.

Lo que queda claro es que, si bien la posibilidad de experimentar con la dimensión espacial para crear significados no es exclusiva a un entorno virtual, sí se puede afirmar que la amplia libertad para manipularla facilita un juego creativo que palpa las fronteras de lo espacialmente posible, y de este modo amplifica el conocimiento de lo expresable mediante el espacio y sus interacciones. A su vez, las opciones de construcción virtual que trascienden las posibilidades físicas fungieron de catalizador para revisar dicho conocimiento. Lo observado en este curso servirá para fortalecer las estrategias pedagógicas en su evolución futura, sobre todo al recabar la retroalimentación de los estudiantes. Por otro lado, alimenta investigaciones relacionadas, para lo cual sería interesante crear nexos con otros cursos de la malla curricular de la carrera.

Conclusiones

A pesar de que la percepción y construcción de sentido en el espacio físico real y del espacio virtual tienen especificidades propias, prevalecen las características comunes. Dentro de ello, el uso pedagógico de la Realidad Virtual no solo puede hacer más evidentes características compartidas por ambas, sino también contiene un área específica que, sin que exista en la percepción física real ni la emule, puede potenciar la comprensión de cómo funciona nuestra percepción espacial cotidiana. De esta manera, el curso mostró que la construcción de los espacios virtuales fomenta la comprensión de cómo percibimos visual y acústicamente el espacio, cómo esto puede influenciar nuestra constitución de sentido y en consecuencia cómo podemos optimizar la comunicación en entornos tanto virtuales como reales.

Referencias

- AUDICTIVE. (n.d.). <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/422686707>
- Di Luca, M., Seifi, H., Egan, S., & Gonzalez-Franco, M. (2021). Locomotion Vault: the Extra Mile in Analyzing VR Locomotion Techniques. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Association for Computing Machinery.
- Flückiger, B. (2006). *Sound Design: Die virtuelle Klangwelt des Films*. Schüren Verlag.
- Heers, R. (2005). *Being There. Untersuchungen zum Wissenserwerb in virtuellen Umgebungen*. https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/bitstream/handle/10900/48724/pdf/Diss_Heers.pdf
- Hoffman, F. (2004). Dynamische Räume, nordöstlich gelegen. Raumdenken als Erkenntnispraxis nach Aby Warburg und Ernst Cassirer. En F. Hoffman, J. E. Sennewald & S. Lazaris (Ed.), *Raum - Dynamik / Dynamique de l'espace* (pp. 27–51). Transcript Verlag.
- Jentsch, M. (2012). *Audiovisuelle Raumwahrnehmung*. TU-Berlin. https://www2.ak.tu-berlin.de/~akgroup/ak_pub/abschlussarbeiten/2012/JentschMatthias_MagA.pdf
- Leon-Geyer, A. (2019). Proyección Inmersiva en el Aula - Interactividad del espacio como método didáctico. *En Cuadernos de Innovación en la Docencia Universitaria 2019* (pp. 147-157). PUCP.
- Pietschmann, D. (2014). *Spatial Mapping in virtuellen Umgebungen: Relevanz räumlicher Informationen für die User Experience und Aufgabenleistung*. Springer.
- Rode, G., Pérennou, D. & Azouvi, P. (2017). Spatial cognition. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(3), 123.
- Sousanis, N. (2015). *Unflattening*. Amsterdam University Press.
- Spatial Cognition*. (n.d.). <https://www.tu-chemnitz.de/informatik/KI/projects/agents-vr/>.

Links a los proyectos de Espacios Virtuales:

Proyecto Encasilladas: <https://www.behance.net/gallery/119564407/ENCASILLADAS-PAI>

Proyecto No es un piropo: <https://www.behance.net/gallery/119550607/NO-ES-UN-PIROPO>

Proyecto El mundo que no quieres ver: https://www.behance.net/gallery/105833631/El-Mundo-Que-no-quieres-ver-%28TP1_Arias_Alexander_2020%29

Proyecto Esclavas de la Comida: <https://www.behance.net/gallery/119554327/Esclavas-de-la-Comida>

Proyecto Diseños creativos en las mascarillas artesanales: <https://www.behance.net/gallery/105726929/Diselos-creativos-en-las-mascarillas-artesanales>

ANDRES LEON-GEYER



English

He was born in Lima, Peru, in 1973. He received his magister degree at the Freie Universität Berlin with main studies in philosophy and theaterology and musicology as minor fields of studies in 2007. He finished his PhD in the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) in 2020. He also studied film direction at the Filmarche Berlin, 2006-2008. As researcher, teacher and new media artist, he is interested in the intersection between theory and praxis in arts. In the theoretical aspect his fields of research are aesthetics and epistemology in arts, as well as the forms and expressions of digital culture with focus on extended reality. In the practical aspect he focuses on producing, researching, advising and training in the context of creative professions, with an emphasis on new media. He has taught in Peru, Mexico and Germany about conceptualization methods for artistic projects, art theory, scenic use of media, interdisciplinary communication and new technologies' tools. He has been co-founder of the film school Filmarche in Berlin, and of the laboratory of research in new technologies LabInteract and the dance and media company rAumkAy in Mexico. He is also co-founder of the research groups of scenic media MEDES and of digital Media & Arts GIAMD in Lima, Peru. He has taught in Peru, Mexico and Germany about conceptualization methods for artistic projects, art theory, scenic use of media, interdisciplinary communication and new technologies' tools. Currently he forms part of diverse groups of theoretical and applied research, and works as an adjunct professor in Universidad Católica del Perú in the faculties of Arts and Design and of Scenic Arts, and in the Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas in the areas of Audiovisual Communication and Interactive Media and Scenic Arts.

Español

Nació en Lima, Perú, en 1973. Realizó su maestría en la Freie Universität Berlín con la materia principal filosofía y las materias secundarias teatrología y musicología, en Berlín, Alemania, en 2007 y se doctoró en filosofía en la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México, en 2020. Aparte de ello estudió dirección de Cine en la Filmarche Berlín, 2006-2008.

Es investigador, docente y creador en nuevos medios para el contexto escénico, con especial foco en la intersección entre teoría y praxis del arte. En el campo teórico, sus temas de investigación son percepción y epistemología en artes, así como las formas y manifestaciones de la cultura digital y en especial de la Realidad Extendida. En el ámbito práctico se dedica a producir, investigar, asesorar y formar en el contexto de profesiones creativas, con acento en la aplicación de nuevos medios. Ha dictado en instituciones académicas de Perú, México y Alemania cursos acerca de métodos de conceptualización para proyectos artísticos, teoría del arte, uso escénico de medios, comunicación interdisciplinar y herramientas de nuevas tecnologías.

Ha sido cofundador de la escuela autogestionada de cine Filmarche en Berlín, del laboratorio de investigación en nuevas tecnologías LabInteract y de la compañía de danza y medios rAumkAy en México, así como del grupo de investigación en medios escénicos MEDES y de medios y artes digitales GIAMD en Lima, Perú. Actualmente, aparte de formar parte de diversos grupos de investigación teórica y aplicada, se desempeña como docente en la Universidad Católica del Perú en las facultades de Artes Escénicas y de Arte y Diseño, así como en las especialidades de Artes Escénicas y de Comunicación Audiovisual e Interactiva en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Chapter 7

A virtual reality application with haptic feedback as a psychotherapy tool for schizophrenia

Una aplicación de realidad virtual con retroalimentación háptica como una herramienta de psicoterapia para la esquizofrenia

Gisler Garcés Vargas, Maria Patricia Trujillo Uribe & Juan Carlos Rivas

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://youtu.be/Na7LeO1-Qyg>



A virtual reality application with haptic feedback as a psychotherapy tool for schizophrenia

Gisler Garcés Vargas, Maria Patricia Trujillo Uribe, Juan Carlos Rivas
Universidad del Valle

gisler.garces@correounivalle.edu.co

maria.trujillo@correounivalle.edu.co

juan.c.rivas@correounivalle.edu.co

Abstract

Schizophrenia is a psychiatric syndrome that implies positive and negative symptoms. Positive symptoms include delusions, disorganized thinking and hallucinations. Negative symptoms include social withdrawal, decreased emotional expression, and lack of motivation. Symptoms impact daily life and make it hard for patients to socialize and continue with a normal life. Through psychotherapy, patients could question the interpretation of reality and consider alternative explanations of hallucinations. Cognitive-behavioral therapy helps patients counteract the force of offensive or imperative voices they hear; they learn to downplay hallucinations. Virtual Reality (VR) is a technology that appears promising in furthering understanding and treatment of schizophrenia. Applications of VR in schizophrenia are addressed social skills training direction, where patients are immersed in virtual environments. However, those applications are focused on using visual and auditory senses, and patients do not “touch” a virtual environment. The main objective of this research project is to study the use of haptic technology, looking for the advantages or disadvantages of using haptic feedback in virtual reality therapy for schizophrenia. We built a virtual reality application with haptic feedback to conduct a study with volunteering patients from Hospital Departamental Psiquiátrico Universitario del Valle located in Cali - Colombia. The VR application is a low-cost solution that can be easily replicated in a low-income context like Latin America.

Keywords: Schizophrenia, Virtual Reality, Haptic Feedback, Virtual Reality Psychotherapy, Haptic Technology, Arduino Haptic Gloves.

Introduction

In Global Epidemiology and Burden of Schizophrenia: Findings From the Global Burden of Disease Study (Charlson, 2018) specifies that the global age-standardized point prevalence of schizophrenia in 2016 be estimated to be 0.28% (95% uncertainty interval [UI]: 0.24 – 0.31). After a century of studying schizophrenia, the cause of the disorder is not fully known. Treatments, especially pharmacological treatments and psychotherapy, have been in wide use for nearly half a century. Virtual Reality (VR) appears as an alternative. Not only as a treatment and appeared as a tool in psychotherapy, experiments, studies and new proposals can be found in the last decade around the topic, like Virtual reality for Psychotherapy (Glanz, 2003) that describes previous uses of VR in treating acrophobia, fear of flying, fear of driving among others fears and disorders. In Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders (Freeman, 2008) Freeman indicates that there have been 44 VR studies about schizophrenia and related problems, with 23 concerning theory development, 15 concerning assessment, and six testing treatment until 2017. In the article Visuo-haptic-based multimodal feedback virtual reality solution to improve anxiety symptoms: A proof-of-concept study (Kim, 2019) the haptic feedback is introduced, our motivation is to continue testing with haptic feedback looking to improve VR psychotherapy for schizophrenia giving patients and psychiatrists another sense to explore.

Problem statement

The problem resides in schizophrenia itself, the patients with this illness present psychosis and a variety of symptoms that in psychiatry are classified as positive and negative symptoms. Positive symptoms include hallucinations, delusions, and disorganized thinking. Negative symptoms include social withdrawal, decreased emotional expression, and lack of motivation, this resulting in isolation from the real world making it difficult to socialize and continue a normal life. Virtual reality appears as an alternative treatment, as is explained in Studying and treating schizophrenia using virtual reality: A new paradigm (Freeman, 2008) VR immersive computer environments allows one of the key variables in understanding psychosis, social environments to be controlled by psychiatrics, providing exciting

applications to research and treatment. Recent works and applications are going in this social skills training direction, but just a few of them are starting to include haptics to it, like text it Visuo-haptic based multimodal feedback virtual reality solution to improve anxiety symptoms: A proof-of-concept study (Kim, 2019) used a haptic device in a virtual reality application to expose to social panic allowing the patients to “sense” their own heart beats at the end of the experience grabbing a device that simulates those beats with a hand. Nevertheless the haptic perception is still unexplored. Thus the sense of touch has not been used in touching scenarios of VR psychotherapy for schizophrenia, therefore becoming the main focus of this research.

Research question

Can we introduce haptic feedback into a virtual reality therapy application for schizophrenia?

Research sub-questions

- What is the role of the haptic feedback into a virtual reality therapy application for schizophrenia?
- How can we introduce haptic feedback into a virtual reality therapy application with a low-cost solution?

Method

We selected articles using the following search formula: (“Virtual Reality” OR “VR” OR “Telemental”) AND (“CBT” OR “Cognitive Behavior Therapy”) AND “schizophrenia”. Between more than 100 hundred articles were initially searched and then filtered down to 31 articles from 2003 to 2020 about Virtual Reality and psychotherapy, then we selected the ones aimed to Schizophrenia getting down to a number of 17 articles and organizing them in a game engines evolution timeline table, in order to find the trending topics for this kind of applications (see Fig. 1).

A virtual reality application with haptic feedback as a psychotherapy tool for schizophrenia

	EXPENSIVE HEAD MOUNTED DISPLAYS	EMERGING HMD AND VR TECHNOLOGIES FOR THE HOME CONSUMER	EXPLOSION OF HMD FOR VR AT HOME AND EMERGING OF MOBILE VR	REDUCTION OF PRICE AND INCREASE IN POWER OF CONSUMER COMPUTERS AND HMDS	EXPLOSION OF MOBILE VR, INCREASE OF POWER IN CELLPHONES AND LOWER PRICES
	2000 - 2004	2005 - 2009	2010 - 2014	2015 - 2019	2020 - 2030?
VR & MENTAL HEALTH & PSYCHOTHERAPY & OTHER MENTAL ILLNESS	<p>freeman_can_2003: Can virtual reality be used to investigate persecutory ideation?</p> <p>glantz_virtual_2003: Virtual reality for psychotherapy: Current reality and future possibilities.</p>	<p>freeman_virtual_2008: Virtual reality study of paranoid thinking in the general population.</p>	<p>mohr_behavioral_2013: Behavioral Intervention Technologies: Evidence review and recommendations for future research in mental health.</p> <p>turner_outcomes_2014: Outcomes associated with virtual reality in psychological interventions: where are we now?</p>	<p>teo_does_2016: Does a combination of virtual reality, neuromodulation and neuroimaging provide a comprehensive platform for neurorehabilitation?</p> <p>freeman_virtual_2017: Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders.</p> <p>maples-keller_use_2017: The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders.</p> <p>freeman_automated_2019: Automated psychological therapy using virtual reality (VR) for patients with persecutory delusions: Study protocol for a single-blind parallel-group randomized controlled trial (THRIVE).</p> <p>kim_visuo-haptic-based_2019: Visuo-haptic-based multimodal feedback virtual reality solution to improve anxiety symptoms: A proof-of-concept study.</p>	<p>Mobile VR Applications for self help of other mental illness.</p>
VR & SCHIZOPHRENIA	<p>tichon_application_2003: The application of virtual reality to the understanding and treatment of schizophrenia.</p> <p>da_costa_acceptance_2004: The acceptance of virtual reality devices for cognitive rehabilitation: A report of positive results with schizophrenia.</p>	<p>kim_characteristics_2007: Characteristics of social perception assessed in schizophrenia using virtual reality.</p> <p>ku_vr-based_2007: VR-based conversation training program for patients with schizophrenia: A preliminary clinical trial.</p> <p>freeman_studying_2008: Studying and treating schizophrenia using virtual reality: A new paradigm.</p>	<p>la_barbera_schizophrenia_2010: Schizophrenia and virtual reality: A review of clinical applications.</p>	<p>dellazizzo_comprehensive_2019: Comprehensive review on virtual reality for the treatment of violence: implications for youth with schizophrenia.</p> <p>thomas_potential_2019: Potential Applications of Digital Technology in Assessment, Treatment, and Self-help for Hallucinations.</p>	<p>Mobile VR Applications to treat Schizophrenia at home.</p>
VR & SCHIZOPHRENIA & SOCIAL SKILLS THERAPY & VOCATIONAL REHABILITATION & EMOTION RECOGNITION & COGNITIVE BEHAVIOR THERAPY		<p>sorkin_distortion_2008: The distortion of reality perception in schizophrenia patients, as measured in Virtual Reality.</p> <p>josman_using_2009: Using virtual reality to evaluate executive functioning among persons with schizophrenia: A validity study</p>	<p>park_virtual_2011: A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: A randomized, controlled trial.</p> <p>tsang_virtual_2013: A virtual reality-based vocational training system (VRVTS) for people with schizophrenia in vocational rehabilitation.</p> <p>rus-calafell_virtual_2014: Virtual Reality And Schizophrenia.</p>	<p>bekele_design_2017: Design of a Virtual Reality System for Affect Analysis in Facial Expressions (VR-SAAFE); Application to Schizophrenia.</p> <p>donker_effectiveness_2019: Effectiveness of Self-guided App-Based Virtual Reality Cognitive Behavior Therapy for Acrophobia: A Randomized Clinical Trial.</p> <p>harvey_virtual_2019: Virtual reality assessment of functional capacity in people with Schizophrenia: Associations with reduced emotional experience and prediction of functional outcomes.</p> <p>siddiqui_goal-directed_2019: Goal-directed planning and action impairments in schizophrenia evaluated in a virtual environment</p>	<p>Mobile VR Apps for emotion recognition</p> <p>Mobile VR Apps for Social Skills Therapy</p> <p>Mobile VR frameworks that should provide emotion recognition, cognitive behaviour tools, avatars, vocational rehabilitation, and other mental health capabilities to easy setup environments by doctors.</p>
VR & TELEMENTAL HEALTH & SELF HELP & MOBILE THERAPY				<p>aboujaoude_telemental_2015: Telemental health: A status update.</p>	<p>Emerging VR Mental Health Frameworks to build Mobile VR Mental Health Apps</p>
RECOVERY & SCHIZOPHRENIA				<p>vidal_recovery_2019: Recovery Oriented Cognitive Therapy for schizophrenia: A case report.</p>	<p>Explosion of mobile VR apps to use at home to treat, assess and provide self help for schizophrenia.</p>

Figure 1. VR - Therapy by Game Engines Evolution Table

The discovered tendency was the social skills, cognitive behavior, using of avatars and easy to set up environments and experiments. After discovering the trends we aimed to find the haptic use cases (software and hardware) to answer the research question, so we needed a quick prototyping that allowed us to fail fast. We selected some practices from an agile methodology and some user centered design (UCD) principles, in order to receive quick feedback and refinement from Psychiatrists. From the Scrum agile framework we selected the sprint and retrospective meeting practices to receive quick feedback over the haptic gloves prototypes, UI, data collection, virtual world, 3D models and User Experience. It is possible to create and customize novel psychotherapeutic approaches with gaming technologies and platforms (Brander, 2021) based on this we selected Unity as our main 3D engine. For the main user interface we selected an “ATM like” UI because it is easier to prototype, develop, test and more common to non-technical users. Keeping the same quick prototyping philosophy for the hardware we decide to use Arduino, which is an electronic low cost prototyping platform.

Results

What the role of the haptic feedback is for a VR therapy application for schizophrenia

We introduced the sense of touch as a “game”, the psychiatrist setup a touching experiment with avatars (see Fig. 3.), selecting which avatars are hallucinations, those avatars will not produce haptic feedback, this requires that the patient has to differentiate which avatars are real or hallucinations using the sense of touch.

A virtual reality application with haptic feedback as a psychotherapy tool for schizophrenia



Figure 3. Therapy setup screen, avatars are selected from a list and marked as real or hallucinations.

The patient can see his or her own hands in the virtual environment due to the leap motion controller. If a hand collides with an avatar that is considered as hallucination the haptic glove attached to that hand will not vibrate, when the avatar is “real” the gloves vibrates. This simple game proposes the sense of touch to find the hallucination that is producing the simulated voices.



Figure 4. The psychiatrist view, the UI elements control the experience during the therapy.

How we introduced haptic feedback into a VR therapy application with a low-cost solution

For the head mounted display (HMD) we selected the Oculus Rift DK2 (Development Kit) because it was less expensive and widely used HMD technology, also this gives us the opportunity to replicate the application in more facilities in the future with a low cost. For the haptic gloves we developed a custom pair of haptic gloves using an arduino nano and mini vibrating motors (see Fig. 2), to include the patient hands into the virtual environment we used the Leap Motion Device.

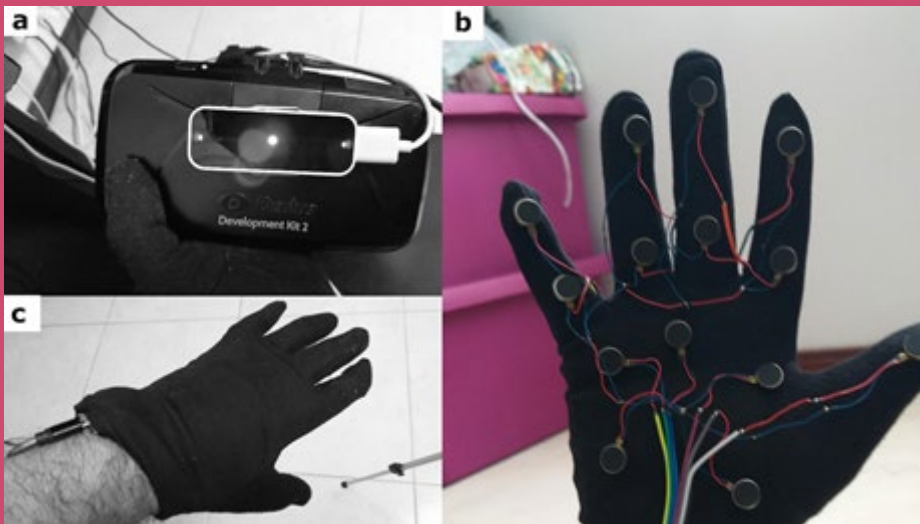


Figure 2. (a) Leap motion on HMD to detect hands into VR. (b) Custom made arduino haptic gloves. The vibrating motors are placed on the inner glove. (c) An USB cable is connected to each glove to receive signals from the VR application.

Discussion

It is relevant to propose alternatives to support virtual reality therapy for the treatment and study of schizophrenia that allows the psychotherapist to explore other senses other than visual and auditory. Traditionally, avatars and exposure therapy have been used but haptic technology has been explored very little, the basis of this research was finding a way in how the sense of touch could play a more important role within the virtual reality therapy application, to achieve this we developed a custom haptic glove and we did not buy a commercial one, also we proposed a game where touch was the protagonist.

We don't know if this allows to greatly improve this type of therapy and if patients will manage through the game to understand that in their daily lives they can make use of other senses to differentiate and endure with their hallucinations, in order to answer this question the next step is to carry out a study with patients, we have already answered the first research question, that was to find a way to introduce haptic technology in this kind of therapy. Some new studies are also going into remote psychotherapy (Matsangidou, 2020) and its observed positive impact on both therapists and participants; it is also possible in the future to propose remote psychotherapy with haptic technology too, making it more relevant to start exploring haptic technology in this field today.

It is important that these types of solutions become more economical in the future to be able to extend their use, especially in low-income countries, also a wider study in the future could answer if haptic therapy improves virtual reality therapy for patients with schizophrenia or not.

Conclusions

It is possible to introduce haptic feedback into a virtual reality therapy application giving it a more important role to the sense of touch. The next step is to conduct a study to validate if the sense of touch improves the virtual reality therapy for schizophrenia. The patients could have different hallucinations contexts, so it is important the flexibility in the setup and variety of avatars and sounds. Using low cost HMDs and arduino expand the possibility to share this solution with other psychiatrists or hospitals.

To reduce sickness and eyestrain we do not use mobile VR, we used a PC with a standard video game graphics card to have a better frame rate, also keeping therapy time no longer than 15 minutes and a virtual nose helped too. This project was developed during COVID-19 so during our tests we used masks with the HMD and alcohol to clean the haptic gloves and HMD visor after each test.

References

- Brander, M., Egger, S. T., Hürlimann, N., Seifritz, E., Sumner, R. W., Vetter, S., & Magnenat, S. (2021). Virtual Reality Human–Human Interface to Deliver Psychotherapy to People Experiencing Auditory Verbal Hallucinations: Development and Usability Study. *JMIR Serious Games*, 9(2), e26820.
- Charlson, F. J., Ferrari, A. J., Santomauro, D. F., Diminic, S., Stockings, E., Scott, J. G., ... & Whiteford, H. A. (2018). Global epidemiology and burden of schizophrenia: findings from the global burden of disease study 2016. *Schizophrenia bulletin*, 44(6), 1195-1203.
- Freeman, D. (2008). Studying and treating schizophrenia using virtual reality: a new paradigm. *Schizophrenia bulletin*, 34(4), 605-610.
- Freeman, D., Pugh, K., Antley, A., Slater, M., Bebbington, P., Gittins, M., Dunn, G., Kuipers, E., Fowler, D. and Garety, P., (2008). Virtual reality study of paranoid thinking in the general population. *The British Journal of Psychiatry*, 192(4), 258-263.
- Glanz, K., Rizzo, A. S., & Graap, K. (2003). Virtual reality for psychotherapy: Current reality and future possibilities. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 40(1-2), 55.
- Im Kim, Y., Jung, S. Y., Min, S., Seol, E., Seo, S., Hur, J. W., ... & Cho, C. H. (2019). Visuo-haptic-based multimodal feedback virtual reality solution to improve anxiety symptoms: a proof-of-concept study. *Psychiatry investigation*, 16(2), 167.
- Matsangidou, M., Otkhmezuri, B., Ang, C.S., Avraamides, M., Riva, G., Gaggioli, A., Iosif, D. and Karekla, M., (2022). “Now i can see me” designing a multi-user virtual reality remote psychotherapy for body weight and shape concerns. *Human–Computer Interaction*, 37(4), 314-340.

Una aplicación de realidad virtual con retroalimentación háptica como una herramienta de psicoterapia para la esquizofrenia

Gisler Garcés Vargas, Maria Patricia Trujillo Uribe, Juan Carlos Rivas
Universidad del Valle

gisler.garces@correounivalle.edu.co

maria.trujillo@correounivalle.edu.co

juan.c.rivas@correounivalle.edu.co

Resumen

La esquizofrenia es un síndrome psiquiátrico que implica síntomas positivos y negativos. Los síntomas positivos incluyen delirios, pensamiento desorganizado y alucinaciones. Los síntomas negativos incluyen aislamiento social, disminución de la expresión emocional y falta de motivación. Los síntomas afectan la vida diaria y dificultan a los pacientes socializar y continuar con una vida normal. A través de la psicoterapia, los pacientes pueden cuestionar la interpretación de la realidad y considerar explicaciones alternativas de las alucinaciones que presentan. La terapia cognitivo-conductual ayuda a los pacientes a contrarrestar las voces ofensivas que escuchan; aprenden a restar importancia a las alucinaciones. La realidad virtual (RV) es una tecnología que parece prometedora para promover la comprensión y el tratamiento de la esquizofrenia. Las aplicaciones de la RV en la esquizofrenia se abordan en la dirección del entrenamiento de habilidades sociales, donde los pacientes se encuentran inmersos en entornos virtuales. Sin embargo, esas aplicaciones se centran en el uso de los sentidos visuales y auditivos, y los pacientes no “tocan” un entorno virtual. El objetivo principal de este proyecto de investigación es estudiar el uso de la tecnología háptica, buscando las ventajas o desventajas del uso de la retroalimentación háptica en la terapia de realidad virtual para la esquizofrenia. Construimos una aplicación de realidad virtual con retroalimentación háptica para realizar un estudio con pacientes voluntarios del Hospital Departamental Psiquiátrico Universitario del Valle ubicado en Cali - Colombia, la aplicación

de realidad virtual es una solución de bajo costo que se puede replicar fácilmente en un contexto de bajos ingresos como América Latina.

Palabras clave: esquizofrenia, realidad virtual, retroalimentación háptica, psicoterapia de realidad virtual, tecnología háptica, guantes de háptica, arduino.

Introducción

En “Epidemiología mundial y carga de la esquizofrenia: hallazgos del estudio de carga mundial de enfermedad” (Charlson, 2018) se especifica que la prevalencia puntual estandarizada por edad global de la esquizofrenia en 2016 se estimó en 0,28% (con un intervalo de incertidumbre del 95% [IU]: 0,24 - 0,31). Después de un siglo de estudiar la esquizofrenia, la causa del trastorno no se conoce completamente. Los tratamientos, especialmente los tratamientos farmacológicos y la psicoterapia, se han utilizado ampliamente durante casi medio siglo. La Realidad Virtual (RV) aparece como alternativa, no solo como tratamiento sino como herramienta en la psicoterapia. En la última década se pueden encontrar experimentos, estudios y nuevas propuestas en torno al tema, como “Realidad virtual para Psicoterapia” (Glanz, 2003) que describe usos previos de la RV en el tratamiento de la acrofobia, miedo a volar, miedo a conducir entre otros miedos y trastornos. En “Realidad virtual en la evaluación, comprensión y tratamiento de los trastornos de salud mental” (Freeman, 2008) Freeman indica que se han realizado 44 estudios de realidad virtual sobre la esquizofrenia y problemas relacionados, con 23 relacionados con el desarrollo de la teoría, 15 con la evaluación y seis con el tratamiento de prueba hasta el momento. En el artículo “Solución de realidad virtual de retroalimentación multimodal basada en visual-háptica para mejorar los síntomas de ansiedad: un estudio de prueba de concepto” (Kim, 2019) se presenta la retroalimentación háptica por primera vez a este tipo de aplicaciones. Nuestra motivación es continuar probando con retroalimentación háptica buscando mejorar la psicoterapia de realidad virtual para la esquizofrenia, porque brinda a los pacientes y psiquiatras otro sentido para explorar, diferentes al auditivo y visual.

Planteamiento del problema

El problema reside en la propia esquizofrenia, los pacientes con esta enfermedad presentan psicosis y una variedad de síntomas que en psiquiatría se clasifican como síntomas positivos y negativos. Los síntomas positivos incluyen alucinaciones, delirios y pensamiento desorganizado. Los síntomas negativos incluyen aislamiento social, disminución de la expresión emocional y falta de motivación, lo que resulta en el aislamiento del mundo real, lo que dificulta la socialización y la continuación de una vida normal. La realidad virtual aparece como un tratamiento alternativo, como se explica en “Estudiar y tratar la esquizofrenia utilizando la realidad virtual: un nuevo paradigma” (Freeman, 2008) donde se plantea que los entornos informáticos inmersivos de RV permiten manipular una de las variables clave en la comprensión de la psicosis, debido a que facilita que los entornos sociales sean controlados por el psiquiatra, proporcionando aplicaciones interesantes para la investigación y el tratamiento. Trabajos y aplicaciones recientes van en esta dirección apuntando al entrenamiento de habilidades sociales, pero solo uno de ellos está comenzando a incluir tecnología háptica en este tipo de aplicaciones, como el artículo “Una solución de realidad virtual de retroalimentación multimodal basada en visual-háptica para mejorar los síntomas de ansiedad: una prueba de concepto” (Kim, 2019) en este trabajo se utilizó un dispositivo de háptica en una aplicación de realidad virtual para exponer al paciente al pánico social permitiendo que pueda “sentir” sus propios latidos al final de la experiencia agarrando un dispositivo que simula esos latidos con su mano. Sin embargo, la percepción háptica aún está inexplorada. El sentido del tacto tampoco se ha utilizado en escenarios de psicoterapia con realidad virtual para esquizofrenia, por lo que se ha convertido en el foco principal de nuestra investigación.

Pregunta de investigación

¿Podemos introducir la retroalimentación háptica en una aplicación de terapia de realidad virtual para la esquizofrenia?

Subpreguntas de investigación

- ¿Cuál es el papel de la retroalimentación háptica en una aplicación de terapia de realidad virtual para la esquizofrenia?
- ¿Cómo introducir la retroalimentación háptica en una aplicación de terapia de realidad virtual con una solución de bajo costo?

Metodología

Seleccionamos los artículos utilizando la siguiente fórmula de búsqueda: (“Virtual Reality” OR “VR” OR “Telemental”) AND (“CBT” OR “Cognitive Behavior Therapy”) AND “schizophrenia”. Inicialmente se buscaron entre más de 100 artículos y luego filtramos entre 31 artículos de 2003 a 2020 que hablaban sobre Realidad Virtual y psicoterapia, de estos luego seleccionamos los dirigidos a la Esquizofrenia reduciendo a un número de 17 artículos y organizándose en una tabla con una línea de tiempo que muestra la evolución de motores de videojuegos, esto con el fin de encontrar las tendencias para este tipo de aplicaciones (ver Fig. 1).

Una aplicación de realidad virtual con retroalimentación háptica como una herramienta de psicoterapia para la esquizofrenia

	EXPENSIVE HEAD MOUNTED DISPLAYS	EMERGING HMD AND VR TECHNOLOGIES FOR THE HOME CONSUMER	EXPLOSION OF HMD FOR VR AT HOME AND EMERGING OF MOBILE VR	REDUCTION OF PRICE AND INCREASE IN POWER OF CONSUMER COMPUTERS AND HMDS	EXPLOSION OF MOBILE VR, INCREASE OF POWER IN CELLPHONES AND LOWER PRICES
	2000 - 2004	2005 - 2009	2010 - 2014	2015 - 2019	2020 - 2030?
VR & MENTAL HEALTH & PSYCHOTHERAPY & OTHER MENTAL ILLNESS	<p>freeman_can_2003: Can virtual reality be used to investigate persecutory ideation?</p> <p>glantz_virtual_2003: Virtual reality for psychotherapy: Current reality and future possibilities.</p>	<p>freeman virtual 2008: Virtual reality study of paranoid thinking in the general population.</p>	<p>mohr_behavioral_2013: Behavioral Intervention Technologies: Evidence review and recommendations for future research in mental health.</p> <p>turner_outcomes_2014: Outcomes associated with virtual reality in psychological interventions: where are we now?</p>	<p>teo_does_2016: Does a combination of virtual reality, neuromodulation and neuroimaging provide a comprehensive platform for neurorehabilitation?</p> <p>freeman_virtual_2017: Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders.</p> <p>maples-keller_use_2017: The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders.</p> <p>freeman_automated 2019: Automated psychological therapy using virtual reality (VR) for patients with persecutory delusions: Study protocol for a single-blind parallel-group randomized controlled trial (THRIVE).</p> <p>kim_visuo-haptic-based 2019: Visuo-haptic-based multimodal feedback virtual reality solution to improve anxiety symptoms: A proof-of-concept study.</p>	<p>Mobile VR Applications for self help of other mental illness.</p>
VR & SCHIZOPHRENIA	<p>tichon_application_2003: The application of virtual reality to the understanding and treatment of schizophrenia.</p> <p>da_costa_acceptance_2004: The acceptance of virtual reality devices for cognitive rehabilitation: A report of positive results with schizophrenia.</p>	<p>kim_characteristics_2007: Characteristics of social perception assessed in schizophrenia using virtual reality.</p> <p>ku_vr-based 2007: VR-based conversation training program for patients with schizophrenia: A preliminary clinical trial.</p> <p>freeman_studying_2008: Studying and treating schizophrenia using virtual reality: A new paradigm.</p>	<p>la_barbera_schizophrenia_2010: Schizophrenia and virtual reality: A review of clinical applications.</p>	<p>dellazizzo_comprehensive_2019: Comprehensive review on virtual reality for the treatment of violence: implications for youth with schizophrenia.</p> <p>thomas_potential_2019: Potential Applications of Digital Technology In Assessment, Treatment, and Self-help for Hallucinations.</p>	<p>Mobile VR Applications to treat Schizophrenia at home.</p>
VR & SCHIZOPHRENIA & SOCIAL SKILLS THERAPY & VOCATIONAL REHABILITATION & EMOTION RECOGNITION & COGNITIVE BEHAVIOR THERAPY		<p>sorkin_distortion_2008: The distortion of reality perception in schizophrenia patients, as measured in Virtual Reality.</p> <p>josman_using_2009: Using virtual reality to evaluate executive functioning among persons with schizophrenia: A validity study</p>	<p>park_virtual_2011: A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: A randomized, controlled trial.</p> <p>tsang_virtual_2013: A virtual reality-based vocational training system (VRVTS) for people with schizophrenia in vocational rehabilitation.</p> <p>rus-calafell_virtual_2014: Virtual Reality And Schizophrenia.</p>	<p>bekele_design_2017: Design of a Virtual Reality System for Affect Analysis in Facial Expressions (VR-SAAFE); Application to Schizophrenia.</p> <p>donker_effectiveness_2019: Effectiveness of Self-guided App-Based Virtual Reality Cognitive Behavior Therapy for Acrophobia: A Randomized Clinical Trial.</p> <p>harvey_virtual_2019: Virtual reality assessment of functional capacity in people with Schizophrenia: Associations with reduced emotional experience and prediction of functional outcomes.</p> <p>siddiqui_goal-directed_2019: Goal-directed planning and action impairments in schizophrenia evaluated in a virtual environment</p>	<p>Mobile VR Apps for emotion recognition</p> <p>Mobile VR Apps for Social Skills Therapy</p> <p>Mobile VR frameworks that should provide emotion recognition, cognitive behaviour tools, avatars, vocational rehabilitation, and other mental health capabilities to easy setup environments by doctors.</p>
VR & TELEMENTAL HEALTH & SELF HELP & MOBILE THERAPY				<p>aboujaoude_telemental_2015: Telemental health: A status update.</p>	<p>Emerging VR Mental Health Frameworks to build Mobile VR Mental Health Apps</p>
RECOVERY & SCHIZOPHRENIA				<p>vidal_recovery_2019: Recovery Oriented Cognitive Therapy for schizophrenia: A case report.</p>	<p>Explosion of mobile VR apps to use at home to treat, assess and provide self help for schizophrenia.</p>

Figura 1. VR – Evolución de motores de videojuegos vs Terapia

La tendencia descubierta fueron: habilidades sociales, el comportamiento cognitivo, el uso de avatares, entornos y experimentos fáciles de configurar. Después de descubrir estas tendencias, nuestro objetivo era encontrar los casos de uso donde la retroalimentación háptica jugará un papel importante dentro de la aplicación de psicoterapia para la esquizofrenia, para esto necesitábamos un prototipado ágil que nos permitiera fallar rápidamente. Seleccionamos algunas prácticas de las metodologías ágiles y algunos principios de diseño centrado en el usuario (DCU), con el fin de recibir retroalimentación rápida y refinamiento por parte de los psiquiatras. De la metodología Scrum, seleccionamos las prácticas de reunión por sprint y retrospectiva con el fin de recibir comentarios rápidos sobre los prototipos de guantes de háptica, la interfaz de usuario, la recopilación de datos, el mundo virtual, los modelos 3D y la experiencia del usuario. Es posible crear y personalizar enfoques psicoterapéuticos novedosos con tecnologías y plataformas de videojuegos (Brander, 2021) basándonos en esto, seleccionamos Unity como nuestro principal motor 3D. Para la interfaz de usuario principal, seleccionamos una interfaz de usuario “similar a un cajero automático”, porque es más fácil de prototipar, desarrollar, probar y más es muy común para los usuarios no técnicos. Manteniendo la misma filosofía de creación de prototipado rápido también para el hardware, decidimos utilizar Arduino, que es una plataforma de creación de prototipos de electrónica de bajo costo.

Resultados

¿Cuál es el papel de la retroalimentación háptica en una aplicación de terapia de realidad virtual para la esquizofrenia?

Introdujimos el sentido del tacto como un “juego”, el psiquiatra organiza un experimento táctil con avatares (ver Fig. 3), seleccionando qué avatares son alucinaciones, estos avatares no producirán retroalimentación vibratoria, esto requiere que el paciente tenga que diferenciar qué avatares son reales o alucinaciones usando el sentido del tacto.



Figura 3. En la pantalla de configuración de terapia, los avatares se seleccionan de una lista y se marcan como reales o alucinaciones.

El paciente puede ver sus propias manos en el entorno virtual gracias al controlador Leap Motion. Si una mano choca con un avatar que se considera una alucinación, el guante de háptica adjunto a esa mano no vibrará, cuando el avatar es “real”, los guantes vibran. Este sencillo juego propone el sentido del tacto como una alternativa para encontrar la alucinación que está produciendo las voces simuladas.



Figura 4. En la vista del psiquiatra, los elementos de la interfaz de usuario controlan la experiencia durante la terapia y no son vistos por el paciente.

¿Cómo introducimos la retroalimentación háptica en una aplicación de realidad virtual con una solución de bajo costo?

Para el casco de realidad virtual (HMD) seleccionamos el Oculus Rift DK2 (Kit de desarrollo) porque era menos costoso y es un casco ampliamente usado hoy en día a pesar de que lleva un tiempo en el mercado, además esto nos da la oportunidad de replicar la aplicación en más instalaciones en el futuro con un bajo costo. Para los guantes de háptica, desarrollamos un par de guantes de háptica personalizados usando un arduino nano y mini motores vibradores (ver Fig. 2), para incluir las manos del paciente en el entorno virtual usamos el dispositivo Leap Motion.

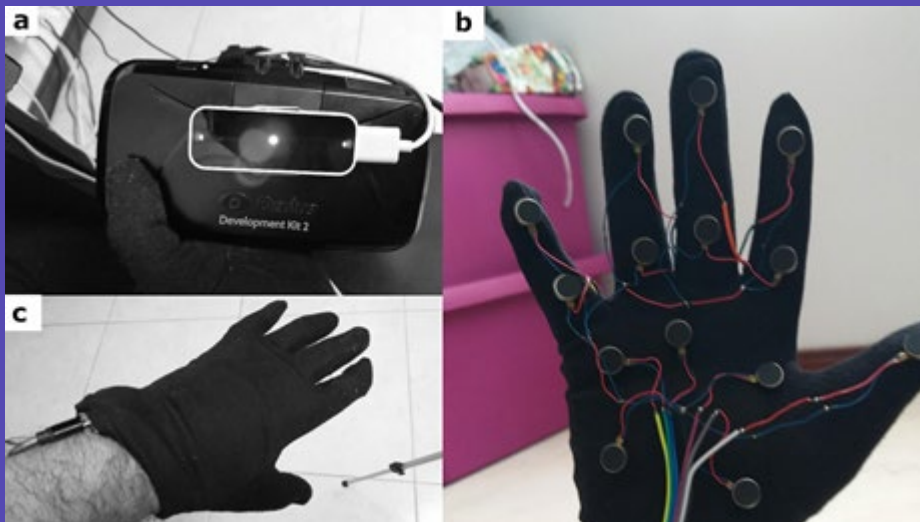


Figura 2. (a) Controlador Leap Motion sobre el HMD para detectar manos en RV. (b) Guantes hápticos arduino hechos a medida. Los motores vibradores se colocan en el guante interior. (c) Se conecta un cable USB a cada guante para recibir señales de la aplicación RV.

Discusión

Es relevante proponer alternativas de apoyo a la terapia de realidad virtual para el tratamiento y estudio de la esquizofrenia que permita al psicoterapeuta explorar otros sentidos además del visual y auditivo. Tradicionalmente, los avatares y la terapia de exposición se han utilizado, pero la tecnología háptica se ha explorado muy poco, la base de esta investigación fue encontrar una forma de cómo el sentido del tacto podría desempeñar un papel más importante dentro de la terapia de realidad virtual.

Desarrollamos un guante de háptica personalizado y no compramos uno comercial, también propusimos un juego donde el tacto era el protagonista. No sabemos si esto permite mejorar mucho este tipo de terapias y si los pacientes lograrán a través del juego entender que en su vida diaria pueden hacer uso de otros sentidos para diferenciarse y sobrellevar sus alucinaciones, para poder dar respuesta a esto el siguiente paso es realizar un estudio con pacientes. Ya hemos respondido a la primera pregunta de investigación, que era encontrar la forma de introducir la tecnología háptica en este tipo de terapias, algunos estudios nuevos también se están enfocando en la psicoterapia remota (Matsangidou, 2020) y han mostrado su impacto positivo tanto en los terapeutas como en los participantes; También es posible en el futuro proponer psicoterapia remota con tecnología háptica, haciendo más relevante comenzar a explorar la tecnología háptica en este campo hoy.

Es importante que este tipo de soluciones se vuelvan más económicas en el futuro para poder extender su uso, especialmente en países de bajos ingresos, además un estudio más amplio en el futuro podría responder si la terapia háptica mejora la terapia de realidad virtual para pacientes con esquizofrenia o no.

Conclusiones

Es posible introducir retroalimentación háptica a una aplicación de terapia de realidad virtual dándole un papel más importante al sentido del tacto. El siguiente paso es realizar un estudio para validar si el sentido del tacto mejora la terapia de realidad virtual para la esquizofrenia. Los

pacientes pueden tener diferentes contextos de alucinaciones, por lo que es importante la flexibilidad en la configuración y la variedad de avatares y sonidos. El uso de cascos de realidad virtual de bajo costo y guantes a la medida con arduino amplía la posibilidad de compartir esta solución con otros psiquiatras y hospitales. Para reducir la enfermedad y la fatiga visual, no usamos RV con dispositivos móviles, usamos una PC con una tarjeta gráfica de videojuegos estándar para tener una mejor velocidad de refresco, también mantener el tiempo de terapia por no más de 15 minutos y una nariz virtual ayudó a evitar fatiga. Este proyecto fue desarrollado durante COVID-19, por lo que durante nuestras pruebas usamos máscaras con el Oculus y alcohol para limpiar los guantes de háptica, al igual que la visera del casco después de cada prueba.

Referencias

- Brander, M., Egger, S. T., Hürlimann, N., Seifritz, E., Sumner, R. W., Vetter, S., & Magnenat, S. (2021). Virtual Reality Human–Human Interface to Deliver Psychotherapy to People Experiencing Auditory Verbal Hallucinations: Development and Usability Study. *JMIR Serious Games*, 9(2), e26820.
- Charlson, F. J., Ferrari, A. J., Santomauro, D. F., Diminic, S., Stockings, E., Scott, J. G., ... & Whiteford, H. A. (2018). Global epidemiology and burden of schizophrenia: findings from the global burden of disease study 2016. *Schizophrenia bulletin*, 44(6), 1195-1203.
- Freeman, D. (2008). Studying and treating schizophrenia using virtual reality: a new paradigm. *Schizophrenia bulletin*, 34(4), 605-610.
- Freeman, D., Pugh, K., Antley, A., Slater, M., Bebbington, P., Gittins, M., Dunn, G., Kuipers, E., Fowler, D. and Garety, P., (2008). Virtual reality study of paranoid thinking in the general population. *The British Journal of Psychiatry*, 192(4), 258-263.
- Glanz, K., Rizzo, A. S., & Graap, K. (2003). Virtual reality for psychotherapy: Current reality and future possibilities. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 40(1-2), 55.
- Im Kim, Y., Jung, S. Y., Min, S., Seol, E., Seo, S., Hur, J. W., ... & Cho, C. H. (2019). Visuo-haptic-based multimodal feedback virtual reality solution to improve anxiety symptoms: a proof-of-concept study. *Psychiatry investigation*, 16(2), 167.
- Matsangidou, M., Otkhmezuri, B., Ang, C.S., Avraamides, M., Riva, G., Gaggioli, A., Iosif, D. and Karekla, M., (2022). “Now i can see me” designing a multi-user virtual reality remote psychotherapy for body weight and shape concerns. *Human–Computer Interaction*, 37(4), 314-340.

GISLER GARCÉS VARGAS



English

He was born in Cali, Colombia, in 1983. He received a degree in Computer Engineering from the Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia, in 2010, and currently in 2021 he is a student of the Master's Degree in Computer and Systems Engineering at the Universidad del Valle Cali, Colombia. In 2012, he became a professor of the Department of Operations and Systems at the Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia, where he was dictating the courses of fundamentals of virtual reality and 3D video game development for the Multimedia Engineering program. In 2020 he was appointed Ad-honorem professor at the Universidad del Valle. His current research interests include virtual reality for psychotherapy, development of haptic devices, and development of virtual reality and augmented reality experiences. His work experience since 2006 in different software companies is varied, and he is currently a full-time developer for the industry, with experience in different backend and frontend technologies.

Español

El nació en Cali, Colombia, en 1983. Recibió el título en Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia, en 2010, y actualmente en 2021 es estudiante de último semestre de la Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Valle Cali, Colombia. En 2012, se incorporó cómo profesor del Departamento de Operaciones y Sistemas de la Universidad autónoma de Occidente, Cali, Colombia, donde ha dictando los cursos de fundamentos de realidad virtual y desarrollo de videojuegos en 3D para el programa de Ingeniería Multimedia. En 2020 fue nombrado profesor Ad-honorem de la Universidad del Valle. Sus intereses de investigación actuales incluyen la realidad virtual para la psicoterapia, desarrollo de dispositivos de háptica y desarrollo de experiencias de realidad virtual y realidad aumentada. Su experiencia laboral desde 2006 en diferentes empresas de software es variada, y actualmente es desarrollador de tiempo completo para la industria, con experiencia en diferentes tecnologías de backend y frontend.

MARIA PATRICIA TRUJILLO URIBE



English

She is a PhD in Electronic Engineering from the University of London. She is currently an associate professor at the Universidad del Valle and director of the Multimedia and Computer Vision Research Group of the Universidad del Valle. María is a senior researcher recognized by Minciencias, and currently works in the areas of Computing and Information Sciences, Computer Sciences, Natural Sciences, Mathematics, Statistics and Probabilities. She is program committee member for more than a dozen of conferences, organized and chaired a number of special sessions. Trujillo is one of the first to automate the analysis of char (coal after a devolatilization process) images for setting combustion parameters in sugar mills and pulp and paper industry. Also, she and her group automated the maceral identification using image analysis based on the ASTM D2799-05 (2005a) norms. She is involved in the project Biomarkers in silico for epilepsy surgery, with the aims: to automate the application of neuropsychological tests, data storage and transmission between medical entities; to establish a protocol for the standardization of intensities in brain magnetic resonance imaging for epilepsy surgery; to automate the detection of cortical lesions in epilepsy patients using brain magnetic resonance imaging; to create a brain normality atlas of a Colombian regional sample based on magnetic resonance images; to develop a fusion algorithm between CT and MRI images, which considers the presence of stereo electroencephalographic electrodes; and to locate and render epileptogenic tissue samples in silico, extracted during resective surgery with the identification of Brodmann's areas. The technology transfer is guaranteed by the collaboration with the Imbanaco Medical Center.

Español

Ella es doctora en Ingeniería Electrónica de la Universidad de Londres. Actualmente es profesora asociada de la Universidad del Valle y directora del Grupo de Investigación Multimedia y Visión por Computador. María es investigadora senior reconocida por Min Ciencias, y actualmente trabaja en las áreas de Computación y Ciencias de la Información, Ciencias de la Computación, Ciencias Naturales, Matemática, Estadísticas y Probabilidades. Es miembro del comité de programa de más de una docena de conferencias, organizó y presidió una serie de sesiones especiales. Trujillo es uno de los primeros en automatizar el análisis de imágenes de carbonilla (carbón después de un proceso de desvolatilización) para establecer parámetros de combustión en ingenios azucareros y en la industria de pulpa y papel. Además, ella con su grupo automatizó la identificación de macerales usando análisis de imágenes basado en las normas ASTM D2799-05 (2005a). Está involucrada en el proyecto Biomarcadores in silico para cirugía de epilepsia, con los objetivos: automatizar la aplicación de pruebas neuropsicológicas, almacenamiento y transmisión de datos entre entidades médicas; establecer un protocolo para la estandarización de intensidades en la resonancia magnética cerebral para la cirugía de la epilepsia; automatizar la detección de lesiones corticales en pacientes con epilepsia mediante resonancia magnética cerebral; para crear un atlas de normalidad cerebral de un muestra regional colombiana basada en imágenes de resonancia magnética; desarrollar un algoritmo de fusión entre imágenes de CT y MRI, que considere la presencia de electrodos estereo-electroencefalográficos; y localizar y renderizar in silico muestras de tejido epileptogénico, extraídas durante la cirugía resectiva con la identificación de las áreas de Brodmann. La transferencia de tecnología está garantizada por la colaboración con el Centro Médico Imbanaco.

JUAN CARLOS RIVAS NIETO



English

He was born in Cali, Colombia in 1962. He graduated as a physician from the Universidad del Valle. Then, he graduated as a psychiatrist from the same University. In 1998 he was a research fellow in neuropsychiatry at the University of Illinois, Chicago-USA. In 2020 he graduated from the PhD in Biomedical Sciences at the Universidad del Valle, with the thesis “Cognitive and structural changes in schizophrenic patients who develop dementia.”

In 1999 he created the Neuropsychiatry Clinic of the Hospital Departamental Psiquiátrico Universitario del Valle (HDPUV), in Cali. This is the main mental hospital in southwestern Colombia. Likewise, he participated in the implementation of the first critical care unit for psychiatric patients in Colombia. In 2014, he was appointed Chairman of the Department of Psychiatry at the Universidad del Valle, a position that he left to begin his doctoral training in 2017. He is currently an associate professor in the Department of Psychiatry at the Universidad del Valle and an ad-honorem professor at the Universidad ICESI . He works in private practice at the Fundación Valle del Lili, and in the neuropsychiatry consultation of the HDPUV. His current research interests are focused on the study of neuropsychiatric disorders, especially frontotemporal dementias and early-onset Alzheimer’s disease. Likewise, he is leading a research project on structural changes in the brain of patients with first psychotic episodes, as well as a project on cognitive changes secondary to COVID19 infection and the cognitive effects of congestive heart failure.



Español

El nació en Cali, Colombia en 1962. Se graduó como Médico-Cirujano de la Universidad del Valle. Luego se graduó como psiquiatra de la misma Universidad. En el año 1998 fue Research Fellow en neuropsiquiatría de la Universidad de Illinois, Chicago-USA. En el año 2020 se graduó del Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Universidad del Valle, con la tesis “Cambios cognitivos y estructurales en pacientes esquizofrénicos que desarrollan demencia”.

En el año 1999 creó la Clínica de Neuropsiquiatría del Hospital Departamental Psiquiátrico Universitario del Valle, en Cali. Este es el principal hospital mental del suroccidente colombiano. Así mismo, participó en la implementación de la primera unidad de cuidado crítico para pacientes psiquiátricos en Colombia. En el año 2014 fue nombrado Jefe del Departamento de Psiquiatría de la Universidad del Valle, cargo que dejó para empezar la formación doctoral en el año 2017. Actualmente es profesor asociado del Departamento de Psiquiatría de la Universidad del Valle y profesor ad honorem de la Universidad ICESI. Se desempeña en práctica privada en la Fundación Valle del Lili y en la consulta de neuropsiquiatría del Hospital Psiquiátrico. Sus intereses de investigación en la actualidad están centrados en el estudio de trastornos neuropsiquiátricos, especialmente las demencias frontotemporales y la enfermedad de Alzheimer de inicio temprano. Así mismo, está liderando un proyecto de investigación de cambios estructurales en el cerebro de pacientes con primeros episodios psicóticos, cambios cognitivos secundarios a la infección por COVID19 y los efectos cognitivos de la falla cardíaca.

Chapter 8

Reflections on storytelling in Virtual Reality: the experience of virtual reality “Entre Luces y Sombras”

**Reflexiones sobre la narración en la realidad Virtual:
la experiencia de realidad virtual “Entre Luces y Sombras”**

Nazly López Díaz

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://youtu.be/-oF0PRWkaVg>



Reflections on narration in Virtual Reality: the experience of virtual reality “Entre Luces y Sombras”

Nazly López Díaz
Universidad Nacional de Rosario, Argentina
nazlymaryiths@gmail.com

Abstract

This article collects some findings from designing and realizing the virtual reality series “Entre Luces y Sombras”. The approach emphasizes the implementation of narrative and interactive resources, making it easier for the user to navigate within the virtual space. For this purpose, the text documents the difficulties and successes of the prototyping process of chapter 1 and, from the learning derived, the design and realization of chapter 3. The exercise allowed us to understand that in addition to the generation of effects such as immersion and presence, characteristic of VR, it is necessary to operationalize interactivity as its third foundation. This was achieved by establishing an action guide for the user, ranking the information and stimuli he had to follow to unfold the story. In this way, an effective balance between the sensory and the cognitive was achieved in the VR experience.

Keywords: virtual reality, audiovisual narrative, experience design.

Introduction

“Entre Luces y Sombras” is a four-part virtual reality series that tells the life of film pioneer Félix Joaquín Rodríguez and the social and political circumstances in which the first films made in Colombia were produced. During the year 2018, the experience was prototyped with the first chapter called “Life in the Province”, and in 2020, the third chapter entitled “The life and miracles of a filmmaker in Bogotá” was produced.

The administration of information in space and the intelligibility of navigation by the user were two of the main challenges faced during the realization. The prototyping process of the first chapter, which in its beginnings aspired to tell the complete story of the character, allowed us to understand the scope and limitations of the initial design, focused on intuitive exploration and sound stimuli. From this trial, it was possible to advance in creating a narrative structure, which would give order to the information provided through the different episodes and facilitate the user experience within each one.

The technique chosen to create the universe of “Entre Luces y Sombras” was illustration. The main characters and many secondary characters are animated in 2D and played in a loop. These were integrated into the programming engine, emulating a spherical diorama in whose centre the user is and seeking to generate three-dimensionality through the effect of parallax. At the technological level, an experience with three degrees of freedom was chosen, which would allow basic interactivity through the point and click system. The development was made for mid-range Android cell phones, compatible with generic glasses that did not require additional gadgets for their operation.

The story of Don Félix Joaquín, the central character of “Entre Luces y Sombras”, is full of events that make him the protagonist of a dramatic and adventurous plot: from his birth the same year that the cinema arrived in Colombia, through the journey which brought him to the United States after the cinematograph; his highly successful film *Alma Provinciana* (1926), a social fresco from a country on the way to industrialization and the only film from the silent period that reaches the present entirely and

in its original montage; His never-filmed film With the name of Isabel on the lips and finally his death, which was produced by his own hand, make talking about him an exciting exercise in memory, which forces us to look to the past, to understand the present of cinema and the country.

Methodology

The findings of the prototyping process of the “Entre Luces y Sombras” experience were identified through the case study. The observations were collected in a field journal and analyzed to recognize the effectiveness of the narrative resources applied, to later implement them in the development of chapter 3 of the same project. Within the process, certain interactivity experiments were iterated, which allowed the elaboration of a clear narrative structure and the design of propitious interactivity for the type of story and technology applied in the creation of the experience.

Implementation

Initial considerations in the design of the experience Between Lights and Shades.

Louchart and Aylett (2003) argue that virtual reality is a different medium from its predecessors due to its technical characteristics and narrative scope. It should be taken into account that the way of telling stories in virtual reality is conditioned by the space without frame and, in the case of experiences with 3 degrees of freedom, the static location of the camera in the centre of the area. However, this is not a limitation but a condition of the dive. For Zilles (2020), virtual reality makes it possible to expand the user’s perception through the illusion of presence in space. This allows you to be on the pronunciation stage, either in an observation exercise or in participation. This immersion occurs through stimuli projected on the body, through stereoscopic images, binaural sound and sensations produced on other senses such as touch or smell. The author associates presence with mental rather than sensory stimuli, which motivate the user to get involved, generating a commitment to the story.

Starting from the principles of immersion and presence, the first thing that was done in the design of “Entre Luces y Sombras” was to assign

the user a role, deciding to take the body of Félix Joaquín and observe the world from his perspective. For him to recognize his identity, the visual resource of a mirror was used. The user would be reflected with the body of the protagonist and the introduction of a character who challenged him at various moments of the experience. This character is Isabel the muse, the protagonist of the film that Félix never shot. Sometimes only her voice would be heard, and at other times she would appear to the user. She would anchor some information while she would communicate the rules of that narrative universe. Although her presence sought to mediate between sensations and cognitive processes, her participation was timid at first since she did not want to overwhelm the user with an authoritarian voice.

Under these premises, the prototype or chapter 1 was made, called Life in the province. In this, we wanted to introduce more intuitive navigation, which did not depend on the instructions of the guide character, and which was focused on sound stimuli that would guide the gaze through space. The result was not planned as it did not produce the expected reaction in the user, who could not understand what was happening in virtual space or look in the desired direction.

Mandal (2013) identifies, in addition to immersion and presence, as characteristics that allow virtual reality to distance itself from other representational technologies, a third: interactivity. Once the first two were resolved, the challenge for the new episode arose to generate a type of interactivity consistent with the narration and the chosen development: generic glasses and mid-range telephones.

Louchart and Aylett (2003) stated that the Aristotelian story centred on the turning point does not have an effective application in the interactive story. To the extent that this type of story involves a bilateral exercise in which the catalytic action of the user is necessary for the narrative advance, the authors suggest a new way closer to the video game, in which narrative multiplicity, interactivity and the dramatic focus, they give rhythm to the narration making it entertaining. In the case of “Entre Luces y Sombras” chapter 3, The Life and miracles of a filmmaker in Bogotá, the roles of the guide and the user assigned a mission were endowed with greater agency,

making them understand instructions, interact with the characters, follow arrows and unfold the story, exhausting the propose.

Results

Part 1. Life in the province

In the first chapter, Life in the province, developed as a prototype, Felix's encounter with the cinema is told, in Plaza del Socorro-Santander, a starry night in 1904. The story consisted of three scenes: The mirror or presentation, the plaza or development, and the epilogue or conclusion.

The user started looking at a mirror in which Felix was reflected as a child in the original design. In this scene, Isabel announced the user's identity in the story and invited him to follow her through her voice. The next scene went black while the user listened to a town crier who asked about the cinema function. Little by little, the user was entering the square by dissolving, where a series of sound stimuli were fired, which would force him to see in different directions, until leading him to the improvised cinema screen on a sheet, as was customary in travelling projections of those years. The character of Isabel emerged from the screen, this time with a body and characterized as a lady from the twenties, to invite him to follow his destiny as a filmmaker. At the end of the last scene, in a black space, appeared the actual image of Felix taken from an archive and a legend in which it was mentioned that “Entre Luces y Sombras” would narrate his life.

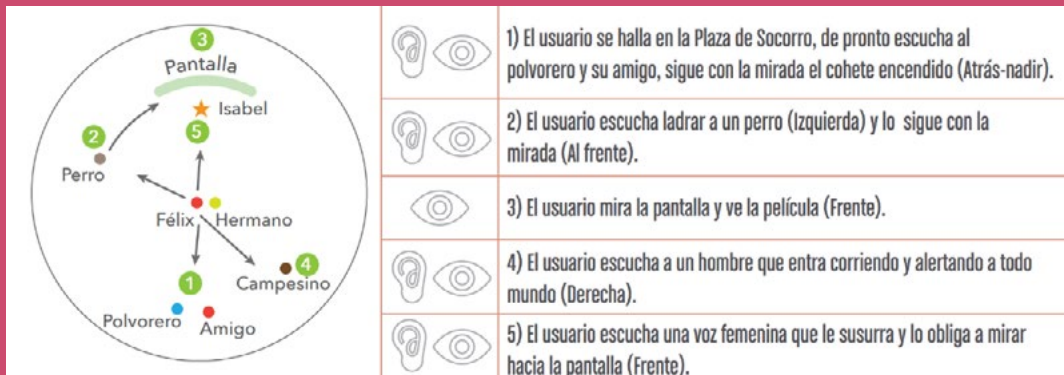


Figure 1. Interactivity design of the prototipe’s second scene, “Entre Luces y Sombras”, chapter 1, Life in the province. On the left is the zenith view of the 360 space and the hypothetical gaze path. The middle column specified the predominant type of stimulus, visual or sound, and finally described the stimuli and reactions of an ideal user. The design did not meet the intended intentions, so it was reworked.

Following the observations of the production team, random users who saw the prototype and some experts, a series of reflections on the process and its scope emerged, which were compiled and systematized in a production diary. The problems detected that served to reformulate the proposal are listed below.

1. The main story of the character is too long to be told in one episode. It is decided to make a series with four chapters that narrate his encounter with the cinema, the trip that took him to the cinema, his first film and the circumstances of his death.
2. There were no usability instructions, so someone unfamiliar with the technology did not understand in the first instance how to activate the application on the device. Nor was the user given time to place the cell phone in the glasses.
3. The opening of the mirror scene, in which the situation and the main characters were presented, was not clear. The user did not fully establish what role he assumed in the experience and quickly forgot Isabel.

4. The positioned sound was not enough to guide the user through the virtual space. The sequence of events was chaotic and most of the narrative elements were lost because the user was easily distracted by looking in a different direction than desired.
5. There was not enough interaction, only one of the characters was activated by the user’s gaze, and the action went unnoticed.
6. The participation of Isabel’s character was not narratively supported, so the user did not understand who she was when he saw her at the end of the story.
7. At the time of the appearance of the real image of Felix, the user was easily lost in space and did not look in the direction of the location of the screen where the video and the legend appeared.

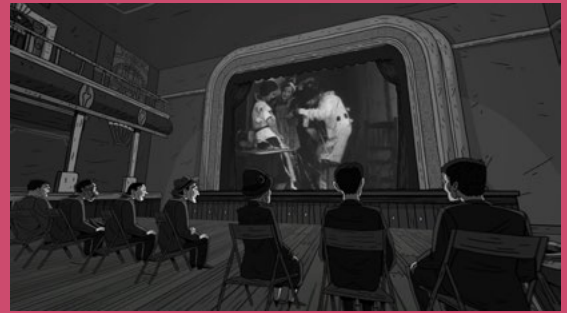


Figure 2. Prototype scene, Plaza del Socorro (Left). Scene from chapter 3, Faenza Theater (Right).

Part 2. Life and miracles of a filmmaker in Bogotá

On the way to finance the project, a fund was obtained in 2019 to carry out the third chapter of the series entitled The life and miracles of a filmmaker in Bogotá. Based on the findings of the prototype, it was decided to maintain the visual style and the looped animated 2D characters, the location in the three-dimensional space of the figures and the parallax effect.

This chapter takes place when Félix, as an adult, returns from the United States, where he learned the technique of cinema and finds an unequal country, immersed in deep social unrest. In the story of the VR experience, Isabel explains to the user that he is about to film his debut feature and that he must find the characters from his film *Alma Provinciana* (1926) in the crowd. The experience recreates the student Carnivals, an event that disappeared from the city's memory for decades but that the silent cinema brought back from oblivion. It also illustrates the atmosphere of student strikes and workers' struggles, and finally, it rescues the value of the film *Alma Provinciana* as a social fresco of the period.

To tell the story of this chapter with its complexities, it was decided to divide the structure into as many narrative micro-units as necessary to allow the user to gradually enter into the experience and understand how it works. It was also decided to give more relevance to the interactive possibilities of the story, so the following design was made.

1. Explanation of usability: Instructions are added so that the user can activate the application, place the phone in the glasses and perform simple tests such as observing the changes of the cursor and following arrows. The images are displayed in front of the user.
2. User identification: As the user observes the image of adult Felix in the mirror, we listen to Isabel. The latter identifies herself and explains to the user that will take the role of Felix Joaquín and that his destiny will be the cinema. The images are displayed in front of the user.
3. Context: Isabel recounts the historical events that occurred in those years, related to the country and Felix's life. In the end, she assigns the usury a mission: To find the characters of *Alma Provinciana* in the Plaza de Bolívar in full student carnivals. The images are displayed in front of the user.

4. Interactivity: The user moves to the Plaza de Bolívar. In each quadrant, they will be able to observe the personalities of the time and the protagonists of the film: Rosa the worker, Gerardo the student, Juan Antonio the peasant and Julián el landowner. Every time the user looks at them, the characters are activated, and Isabel appears to briefly describe them. Every time she finishes the story, a movie camera that the user has in front of him is turned on. This space unfolds at 360 degrees. The interaction is gradual, so the user cannot move forward until the exchanges are exhausted.
5. End of Mission: Once the characters are located, the user moves to the Faenza Theater, where he activates on the cinema screen a fragment of Félix’s actual film, *Alma Provinciana* (1926). This space unfolds at 360 degrees.
6. Epilogue: The user returns to the mirror, and while he watches Felix go from happiness to disappointment, we listen to Isabel, who explains that the fate of Félix and that of the country will be tragic, and she opens the hook for the final chapter. In this fragment, the images are displayed in front of the user.
7. Character Gallery: In this section, there is a museum-like gallery where we see the busts of the secondary historical characters, which also appeared in the square and with whom the user briefly interacted. They are accompanied by a legend that contextualizes them, including Jorge Eliecer Gaitán, Gonzalo Bravo Pérez and Betsabé Espinal. This space unfolds in 360 degrees, and the interaction is gradual so that the user cannot move forward until the interactions are exhausted.
8. Credits.

Conclusions

Virtual reality experiences require a narrative design following the information supply and navigability needs within the story. “Entre Luces y Sombras” started by establishing elements that allowed the user to be placed in the story, such as assigning him an identity and introducing a character that would function as a guide.

However, it was not enough to guarantee navigation, as information and interactivity were displayed simultaneously within the main scene, confusing and impractical. The experience of the prototype allowed to evolve towards a new design, which allowed a gradual immersion in the virtual space and that started from basic notions such as giving instructions for the use of the device, contextualizing the story and once the user understood the universe and its rules, moving forward towards interactivity, which for that matter took the form of a mission: to track and find characters within the crowd.

In this way, the gradual supply of information, its distribution in space and the alternation between the degrees of vision covered in each scene favoured the navigation of a user who stopped being passive to exercise a participatory role in the development of the plot.

References

- Louchart, S y Aylett, R. (2003). Towards a narrative theory of virtual reality. *Realidad virtual*, (7), 2-9. <https://doi.org/10.1007/s10055-003-0114-9>
- Mandal, S. (2013). Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, (4), 304-309. <https://www.ijser.org/researchpaper/Brief-Introduction-of-Virtual-Reality-its-Challenges.pdf>
- Villa, M.: Narrativas inmersivas para comunicadores. Realidad virtual, aumentada y mixta en propuestas audiovisuales de ficción y no ficción. *Revista Comunicación* (39), 7-12 (2018).
- Zilles Borba, E. (2020). Audiovisuales ampliados en la realidad virtual: inmersión, multisensorial y escenarios 360°, *Sphera Publica*, 1(20), 78-94. <https://www.researchgate.net/publication/343431714>

Reflexiones sobre la narración en la realidad Virtual: la experiencia de realidad virtual “Entre Luces y Sombras”

Nazly López Díaz
Universidad Nacional de Rosario, Argentina
nazlymaryiths@gmail.com

Resumen

Este artículo recoge algunos hallazgos del proceso de diseño y realización de la serie en realidad virtual “Entre Luces y Sombras”. La aproximación hace énfasis en la implementación de los recursos narrativos e interactivos, que facilitaron al usuario la navegación dentro del espacio virtual.

Con tal propósito, el texto documenta las dificultades y aciertos del proceso de prototipado del capítulo 1 y a partir de los aprendizajes derivados, el proceso de diseño y realización del capítulo 3. El ejercicio permitió comprender que además de la generación de efectos como la inmersión y la presencia, característicos de la RV, se hace necesario operativizar la interactividad como su tercer fundamento. Esto se logró estableciendo una guía de acción para el usuario, que jerarquizaba la información y los estímulos que debía seguir para desenvolver el relato. De esta manera se logró un balance efectivo entre lo sensorial y lo cognitivo en la experiencia RV.

Palabras clave: realidad virtual, narrativa audiovisual, diseño de experiencia.

Introducción

“Entre Luces y Sombras” es una serie en realidad virtual de cuatro capítulos, que cuenta la vida del pionero del cine Félix Joaquín Rodríguez y las circunstancias sociales y políticas en las que se produjo el primer cine hecho en Colombia. Durante el año 2018 se realizó el prototipo de la experiencia, con el primer capítulo llamado “La vida en Provincia” y en el año 2020, se produjo el tercer capítulo titulado “La vida y milagros de un cineasta en Bogotá”.

La administración de la información en el espacio, así como la inteligibilidad de la navegación por parte del usuario, fueron dos de los principales retos enfrentados durante la realización. El proceso de prototipado del primer capítulo, que en sus inicios aspiraba a contar la historia completa del personaje, permitió comprender los alcances y limitaciones del diseño inicial, enfocado en la exploración intuitiva y los estímulos sonoros. A partir de este ensayo, se pudo avanzar en el diseño de una estructura narrativa, que diera orden a la información suministrada a través de los distintos episodios y facilitara la experiencia de usuario al interior de cada uno.

La técnica elegida para crear el universo de “Entre Luces y Sombras” fue ilustración. Los personajes principales y muchos secundarios están animados en 2D y se reproducen en *loop*. Estos fueron integrados al motor de programación, emulando un diorama esférico en cuyo centro está el usuario, y buscando generar tridimensionalidad mediante el efecto de paralaje. A nivel tecnológico se optó por una experiencia con tres grados de libertad, que permitiera interactividad básica mediante el sistema de *point and click*. El desarrollo se hizo para celulares Android de gama media, compatibles con gafas genéricas que no requirieran de gadgets adicionales para su funcionamiento.

La historia de don Félix Joaquín, personaje central de “Entre Luces y Sombras”, está plagada de eventos que lo convierten en protagonista de una trama dramática y de aventuras: desde su nacimiento el mismo año de la llegada del cine a Colombia, pasando por el viaje que lo llevó a los Estados Unidos tras el cinematógrafo; su muy lograda película *Alma provinciana* (1926), fresco social de un país en plena industrialización y

única del periodo silente que llega al presente completa y en su montaje original; su película jamás rodada *Con el nombre de Isabel en los labios* y finalmente su muerte, que se produjo por mano propia, hacen que hablar de él sea un apasionante ejercicio de memoria, que nos obliga a mirar al pasado, para entender el presente del cine y del país.

Metodología

A través del estudio de caso, se identificaron los hallazgos del proceso de prototipado de la experiencia “Entre Luces y Sombras”. Las observaciones fueron recogidas en un diario de campo y analizadas buscando reconocer la efectividad de los recursos narrativos aplicados, para posteriormente implementarlos en el desarrollo del capítulo 3 del mismo proyecto. Dentro del proceso se iteró sobre ciertos experimentos de interactividad, cuyos resultados permitieron la elaboración de una estructura narrativa clara y el diseño de una interactividad propicia, para el tipo de relato y de tecnología aplicada en la creación de la experiencia.

Implementación

Consideraciones iniciales en el diseño de la experiencia “Entre Luces y Sombras”.

Louchart y Aylett (2003) argumentan que realidad virtual es un medio distinto a cualquiera de sus antecesores, por sus características técnicas y alcance narrativo. Debe tenerse en cuenta que la forma de contar historias en la realidad virtual, está condicionada por el espacio sin frame y en el caso de experiencias con 3 grados de libertad, el emplazamiento estático de la cámara en el centro del espacio.

Sin embargo esta no es una limitante, sino una condición propia de la inmersión. Para Zilles (2020) la realidad virtual posibilita expandir la percepción del usuario, mediante la ilusión de presencia en el espacio. Esto le permite estar en el escenario de la enunciación, ya sea en un ejercicio de observación, o de participación. Esta inmersión se produce mediante estímulos que se proyectan en el cuerpo, a través de las imágenes estereoscópicas, el sonido binaural y sensaciones producidas sobre otros sentidos como el tacto o el olfato. En el caso de la presencia, el autor la

asocia a estímulos mentales más que sensoriales, que motivan al usuario a involucrarse, generando un compromiso con el relato.

Partiendo los principios de inmersión y presencia, lo primero que se hizo en el diseño de “Entre Luces y Sombras” fue asignarle al usuario un rol, decidiendo que tomara el cuerpo de Félix Joaquín y observara el mundo desde su perspectiva. Para que reconociera su identidad se apeló al recurso visual de un espejo, en el que el usuario se reflejaría con el cuerpo del protagonista y la introducción de un personaje que lo interpelaba en varios momentos de la experiencia. Este personaje fue extraído de la biografía de don Félix y es Isabel la musa, protagonista de la película que jamás rodó. Algunas veces se escucharía únicamente su voz y en otras ocasiones aparecería ante el usuario. Ella anclaría algunas informaciones, a la vez que comunicaría las reglas de aquel universo narrativo. Aunque su presencia buscaba ser mediadora entre las sensaciones y los procesos cognitivos, su participación fue tímida en principio, pues no se quería agobiar al usuario con una voz que resultara autoritaria y que generara resistencia.

Partiendo de estas premisas se realizó el prototipo o capítulo 1, llamado *La vida en provincia*. En este se quiso introducir una navegación más intuitiva, que no dependiera de las instrucciones del personaje guía, y que estaba enfocada en estímulos sonoros que orientarían la mirada por el espacio. El resultado no fue el planeado al no producir la reacción esperada en el usuario, que no lograba comprender lo que sucedía en el espacio virtual, ni mirar en la dirección deseada.

Mandal (2013) identifica además de la inmersión y la presencia, como características que le permiten a la realidad virtual distanciarse de otras tecnologías representacionales, una tercera: la interactividad. Resueltas las dos primeras, surgía para el nuevo episodio el reto de generar un tipo de interactividad, que fuera coherente con la narración y el desarrollo elegido: gafas genéricas y teléfonos de gama media.

Como lo manifiestan Louchart y Aylett (2003), el relato aristotélico centrado en el punto de giro, no tiene una aplicación efectiva en el relato interactivo. En la medida que este tipo de relatos suponen un ejercicio bilateral en el que la acción catalizadora del usuario es necesaria para el

avance narrativo, los autores sugieren una nueva forma más próxima al video juego, en que la multiplicidad narrativa, la interactividad y los focos dramáticos, dan ritmo a la narración haciéndola entretenida. En el caso de “Entre Luces y Sombras” capítulo 3 *La vida y milagros de un cineasta en Bogotá*, se dotó con mayor agencia los roles de la guía y el del usuario al que se le asignó una misión, logrando que comprendiera instrucciones, interactuara con los personajes, siguiera flechas y desarrollara el relato, agotando las interacciones propuestas. El proceso y los resultados se detallan a continuación.

Resultados

Parte 1. La vida en provincia

En el primer capítulo *La vida en provincia*, desarrollado como prototipo, se cuenta el encuentro de Félix con el cine, en la plaza del Socorro-Santander, una noche estrellada de 1904. El relato se componía de tres escenas: El espejo o presentación, la plaza o desarrollo, y el epílogo o conclusión.

En el diseño original, el usuario iniciaba mirando a un espejo en el que se reflejaba Félix siendo un niño. En esta escena Isabel le anunciaba su identidad en el relato y lo invitaba a seguirla a través de su voz. La siguiente escena entraba en negro mientras el usuario escuchaba a un pregonero que lo invitaba a la función de cine. Poco a poco entraba por disolvencia a la plaza, dónde se disparaban una serie de estímulos sonoros, que lo obligarían a ver en distintas direcciones, hasta conducirlo a la pantalla de cine improvisada en una sábana, como era costumbre en las proyecciones itinerantes de aquellos años. De la pantalla emergía el personaje de Isabel, esta vez con cuerpo y caracterizada como una dama de los años veinte, para invitarlo a seguir su destino como cineasta. Al final en la última escena, en un espacio negro aparecía la imagen real de Félix tomada de un archivo y una leyenda en que se mencionaba que “Entre Luces y Sombras” narraría su vida.

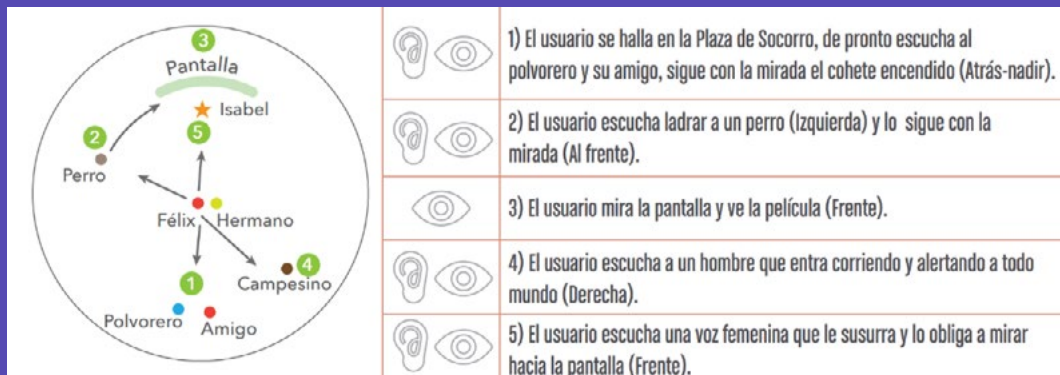


Figura 1. Diseño de interactividad de la escena de la Plaza del Socorro. “Entre Luces y Sombras”, capítulo 1, La vida en provincia. A la izquierda se observa la vista cenital del espacio 360 y el hipotético recorrido de la mirada. En la columna de la mitad se especificaba el tipo de estímulo preponderante, visual o sonoro, y por último se describían los estímulos y reacciones de un usuario ideal. El diseño no dio cuenta de las intenciones planeadas por lo que fue reelaborado.

Tras las observaciones propias del equipo de realización, de usuarios al azar que vieron el prototipo y algunos expertos, surgieron una serie de reflexiones sobre el proceso y su alcance, que fueron compiladas y sistematizadas en un diario de realización. A continuación se enlistan los problemas detectados que sirvieron para reformular la propuesta.

1. La historia principal del personaje es muy larga para ser narrada en un episodio. Se decide realizar una serie con cuatro capítulos que narran su encuentro con el cine, el viaje que lo llevó al cinematógrafo, su primera película y las circunstancias de su muerte.
2. No existían instrucciones de usabilidad, por lo que alguien no familiarizado con la tecnología, no comprendía en primera instancia cómo activar la aplicación en el dispositivo. Tampoco se daba tiempo al usuario para emplazar el celular en las gafas.
3. La apertura de la escena del espejo, en la que se presentaba la situación y los personajes principales, no era clara. El usuario no establecía plenamente qué rol asumía en la experiencia y olvidaba con facilidad a Isabel.

4. El sonido posicionado no era suficiente para guiar al usuario por el espacio virtual. La secuencia de eventos era caótica, la mayoría de elementos narrativos se perdían porque el usuario se distraía fácilmente mirando en una dirección distinta a la deseada.
5. No existía interacción suficiente, solo uno de los personajes se activaba con la mirada del usuario y la acción pasaba desapercibida.
6. La participación del personaje de Isabel no estaba sustentada narrativamente por lo que el usuario no comprendía quién era en el momento en el que la veía sobre el final del relato.
7. En el momento de la aparición de la imagen real de Félix, el usuario se perdía con facilidad en el espacio y no miraba en la dirección de ubicación de la pantalla donde aparecía el video y la leyenda.



Figura 2. Escena del prototipo, plaza del Socorro (Izq). Escena del capítulo 3, Teatro Faenza (Der).

Parte 2. Vida y milagros de un cineasta en Bogotá.

En el camino de financiación del proyecto, se obtiene en 2019 una beca para la realización del tercer capítulo de la serie titulado *La vida y milagros de un cineasta en Bogotá*. Partiendo de los hallazgos del prototipo se decidió mantener el estilo visual y los personajes 2D animados en loop, la ubicación en el espacio tridimensional de las figuras y el efecto de paralaje.

Este capítulo sucede cuando Félix, convertido en adulto, regresa de los Estados Unidos donde aprendió la técnica del cine, y encuentra un país desigual, inmerso en un profundo malestar social. En la historia de la experiencia RV, Isabel le explica al usuario que está a punto de filmar su ópera prima y que debe encontrar entre la multitud a los personajes de su película *Alma Provinciana* (1926). La experiencia recrea los Carnavales estudiantiles, evento que desapareció de la memoria de la ciudad durante décadas, pero que el cine silente trajo del olvido. También ilustra el ambiente de huelgas estudiantiles y lucha obrera y finalmente, rescata el valor de la película *Alma Provinciana* como fresco social del periodo.

Para contar la historia de este capítulo con sus complejidades, se decidió dividir la estructura en tantas micro unidades narrativas como fueran necesarias, para permitir al usuario entrar gradualmente en la experiencia y comprender su funcionamiento. También se decidió dar mayor relevancia a las posibilidades interactivas del relato, por lo que se hizo el siguiente diseño.

1. Explicación de la usabilidad: Se añaden instrucciones para que el usuario tenga oportunidad de activar la aplicación, emplazar el teléfono en las gafas y hacer pruebas sencillas como observar los cambios del cursor y seguir flechas. Las imágenes se despliegan frente al usuario.
2. Identificación del usuario: En tanto el usuario observa la imagen de Félix adulto en el espejo, escuchamos a Isabel quien se identifica y le explica al usuario que en adelante será Félix Joaquín y que su destino será el cine. Las imágenes se despliegan frente al usuario.

3. Contexto: Isabel hace un recuento de los acontecimientos históricos ocurridos en aquellos años, relacionados con el país y con la vida de Félix. Al final le asigna al usuario una misión: Encontrar en la plaza de Bolívar, en plenos carnavales estudiantiles a los personajes de Alma Provinciana. Las imágenes se despliegan frente al usuario.
4. Interactividad: El usuario se traslada a la plaza de Bolívar, en cada uno de los cuadrantes podrá observar personalidades de la época y a los protagonistas de la película: Rosa la obrera, Gerardo el estudiante, Juan Antonio el campesino y Julián el Gamonal. Cada vez que los mira los personajes se activan y aparece Isabel para describirlos brevemente. Cada vez que ella termina el relato, se activa una cámara de cine que el usuario tiene frente suyo. Este espacio se despliega en 360 grados, la interacción es gradual por lo que el usuario no puede avanzar hasta que agote las interacciones.
5. Fin de la Misión: Una vez son ubicados los personajes el usuario se traslada al Teatro Faenza, donde activa en la pantalla del cine, un fragmento de la verdadera película de Félix, Alma Provinciana (1926). Este espacio se despliega en 360 grados.
6. Epílogo: El usuario vuelve al espejo y mientras observa que Félix pasa de la felicidad a la decepción, escuchamos a Isabel que le explica que su destino y el del país serán trágicos y abre el gancho para el capítulo final. En este fragmento las imágenes se despliegan frente al usuario.
7. Galería de personajes: En este apartado aparece una galería tipo museo donde vemos los bustos de los personajes históricos secundarios, que también aparecían en la plaza y con los que el usuario interactuó brevemente. Los acompaña una leyenda que los contextualiza, entre ellos está Jorge Eliecer Gaitán, Gonzalo Bravo Pérez y Betsabé Espinal. Este espacio se despliega en 360 grados y la interacción es gradual por lo que el usuario no puede avanzar hasta que agote las interacciones
8. Créditos.

Conclusiones

Las experiencias en realidad virtual requieren un diseño narrativo acorde con las necesidades de suministro de información y navegabilidad dentro de la historia. En el caso de “Entre Luces y Sombras” se partió estableciendo elementos que permitieron situar al usuario en el relato, como asignarle una identidad e introducir un personaje que funcionara como guía.

Sin embargo no fue suficiente para garantizar la navegación, pues la información y la interactividad se desplegaron en simultáneo dentro de la escena principal, lo que resultó confuso y poco práctico. La experiencia del prototipo permitió evolucionar hacia un nuevo diseño, que permitía una inmersión gradual en el espacio virtual y que partía de nociones básicas como impartir instrucciones de uso del dispositivo, contextualizar la historia y una vez el usuario comprendía el universo y sus reglas, avanzar hacia la interactividad, que para el caso tomó la forma de una misión: rastrear y encontrar unos personajes dentro de la multitud. De este modo, el suministro gradual de la información, su distribución en el espacio y la alternancia entre los grados de visión abarcados en cada escena, favorecieron la navegación de un usuario que dejó de ser pasivo, para ejercer un rol participativo en el desenvolvimiento de la trama.

Referencias

- Louchart, S y Aylett, R. (2003). Towards a narrative theory of virtual reality. *Realidad virtual*, (7), 2-9. <https://doi.org/10.1007/s10055-003-0114-9>
- Mandal, S. (2013). Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, (4), 304-309. <https://www.ijser.org/researchpaper/Brief-Introduction-of-Virtual-Reality-its-Challenges.pdf>
- Villa, M.: Narrativas inmersivas para comunicadores. Realidad virtual, aumentada y mixta en propuestas audiovisuales de ficción y no ficción. *Revista Comunicación* (39), 7-12 (2018).
- Zilles Borba, E. (2020). Audiovisuales ampliados en la realidad virtual: inmersión, multisensorial y escenarios 360°, *Sphera Publica*, 1(20), 78-94. <https://www.researchgate.net/publication/343431714>

NAZLY LOPEZ DIAZ



English

Political scientist graduated from Universidad Nacional de Colombia (2004) and documentary filmmaker from La Escuela Internacional de Cine y TV from San Antonio de los Baños-Cuba (2008). Master in Theory and Practice of Creative Documentary film from Universidad Autónoma de Barcelona (2017). Master's degree student in Interactive Digital Communication from Universidad Nacional de Rosario Argentina (2019-). Film teacher and advisor of short and feature documentary films in Colombia, Cuba and Panama. Junior Researcher Minciencias Colombia. She owns acknowledgments such as the First Prize for Historical, Theoretical or Critical Essay on Colombian Cinema awarded by the Instituto Distrital de Cultura y Turismo in 2005. The Coral award from Havana's Film Festival, to the best documentary film in 2007, the award from Casa del Caribe, for her contribution to the promotion of Caribbean culture and the Special award from Instituto Cubano de Investigación Cultural Juan Marinello, to the preservation of nation's memory.

Español

Politóloga egresada de la Universidad Nacional de Colombia (2004) y documentalista de la Escuela Internacional de Cine y TV de San Antonio de los Baños-Cuba (2008). Master en Teoría y práctica del Documental Creativo de la Universidad Autónoma de Barcelona (2017). Maestranda en Comunicación digital interactiva de la Universidad Nacional de Rosario Argentina (2019-). Docente de cine y asesora de documentales de corto y largometraje en Colombia, Cuba y Panamá. Investigador Junior Minciencias Colombia. Ha obtenido reconocimientos como el Primer premio de ensayo histórico, teórico o crítico sobre Cine Colombiano otorgado por el Instituto Distrital de Cultura y Turismo en 2005. El Coral del Festival de la Habana, en la categoría a mejor documental en 2007 por Pucha Vida, el Premio de la Casa del Caribe, por su aporte a la promoción de la cultura Caribeña y el Premio especial del Instituto Cubano de Investigación Cultural Juan Marinello, a la preservación de la memoria inmaterial de la nación.



Chapter 9

Augmented Reality Based Physical Activity Game

Juego de actividad física basado en realidad aumentada

Hoshang Kolivand, Ibrahim Mardenli, Shiva Asadianfam &
Andrés Adolfo Navarro-Newball

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

https://youtu.be/_50vbc-PXP8



Augmented Reality Based Physical Activity Game

Hoshang Kolivand^{1,2,3}, Ibrahim Mardenli¹, Shiva Asadianfam⁴,
Andrés Adolfo Navarro-Newball⁵

¹School of Computer Science and Maths, Liverpool John Moores
University, Liverpool, L3 3AF, UK
h.kolivand@ljmu.ac.uk

²School of Computing and Digital Technologies,
Staffordshire University, UK

³Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India

⁴Department of Computer Engineering, Qom Branch,
Islamic Azad University, Qom, Iran
sh_asadianfam@yahoo.com

⁵Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia
anavarro@javerianacali.edu.co

Abstract

A technology like Augmented Reality (AR) earns popularity and academic interest in the rehabilitation sector. It offers the possibility to create a controlled and perceptual stimulus that can motivate the users, especially patients in the health sectors. Rehabilitation methods were the physical activities that do not always work successfully. Significant importance behind introducing the AR into the rehabilitation sector is by using the MS Kinect camera that supports patients during motor rehabilitation therapy for the upper extremity. The presented game helps the patients recover their functional potentials, such as hand-eye coordination and hand directing skills also improves the reaction pace. The presented AR system provides low-budget solution costs as one solution for the previously mentioned problem, especially that the Kinect game does not require any body-worn attached equipment. Augmented reality can further enhance these methods in terms of reliability in evaluation, performance, effectiveness, time taken.

Keywords: Augmented Reality, Video Gaming Rehabilitation, Physical game, serious video game.

Introduction

According to NICE “the National Institute for Health and Care Excellence”, stroke is the main reason for disability and death in the UK. There are more than 100,000 strokes each year, which cause 38,000 deaths. There are over 1.2 billion stroke survivors in the UK, where deaths associated with stroke have dropped by (49%) in the past fifteen years. This has been accredited to a combination of better prevention, early treatment and more advanced treatment; the percentage of survivors who leave the hospital with a disability is 70%, which leads to an estimated cost of £26 billion a year. According to its data, PHE “Public Health England” demonstrated that 57,000 individuals suffered a stroke first-time in 2016. It is expected that just about (30%) of individuals who have a stroke will go on to suffer another stroke. The average age for stroke victims decreases, with over 38% of strokes in adults between age 40 and 69 (MP, 2018). The national focus now is on how stroke can be prevented, treated quickly and how post-stroke survivors can be supported since the survival rates improved (Dworzynski, Ritchie, Fenu, MacDermott, & Playford, 2013).

Computer-supported augmented reality and virtual reality technologies, are considered new arrivals to the stroke rehabilitation toolbox (Ashbrook & Starner, 2010). Since most video games used in rehabilitation were designed for fitness and fun, and are used by healthy people (Kramer & Kramer, 2012). So, discovering new methods that are going to be more useful to solve the rehabilitation problems, engage and increase patients’ adherence to their treatment, that rely on the modern and available technologies which can motivate the patients more than the classic methods and deliver the desired results during the planned period, was the main reason of this project. This research project aims to design and develop an application that will be a game that supports the patient during their rehabilitation therapy, specifically for the upper limbs, and recover their potentials, such as hand-eye coordination, the speed of reaction and hand direction skills. The author extended the idea for sign language to be used by disabled with difficulties in hearing (Kolivand, Joudaki, Sunar, & Tully, 2021; Ungureanu et al., 2020).

Furthermore, it transfers the concept of rehabilitation therapy to a different level: more advanced and superior and supports to improve the health services in general and receives better results of rehabilitation with higher accuracy and less time. Most importantly it will incite the patient to interact more with the new rehabilitation methods, where the game anywhere at any time, also perform exercises in an entertaining and non-boring way help the patient to recover in less time as confirmed by most studies conducted in this area (Barioni et al., 2017; Cavalcanti et al., 2019; Liu, Mei, Zhang, Lu, & Huang, 2017; Mirelman, Bonato, & Deutsch, 2009; Plummer, 2017). Even it can be suggested to prescribe Augmented Reality based rehabilitation therapy sessions as a kind of treatment instead of medical prescription.

Research Methodology

Figure 1 illustrates the systematic methodology to achieve the aim.



Figure 1. Proposed systematic research framework.

Requirements Analysis

This study relied on previous research articles and literature, which were achieved during the last decade and are related to motor function rehabilitation and physiotherapy, especially studies linked to the upper extremity.

Design

The project has some use cases (Fig2, Top); the first use case is a level one use-case, where the user is playing the game for the first time. The second use case is a level one use-case, where the user is playing the game for the second time, at least where they did not win the game yet. The third use case is the next higher level. The user has won the first level, and the system has already unlocked the next level and shows the system behaviour when the player moves to the next level. The state machine diagram (Fig2, Bottom) illustrates the player and the system's discrete behaviour of the designed game life through finite state transitions.

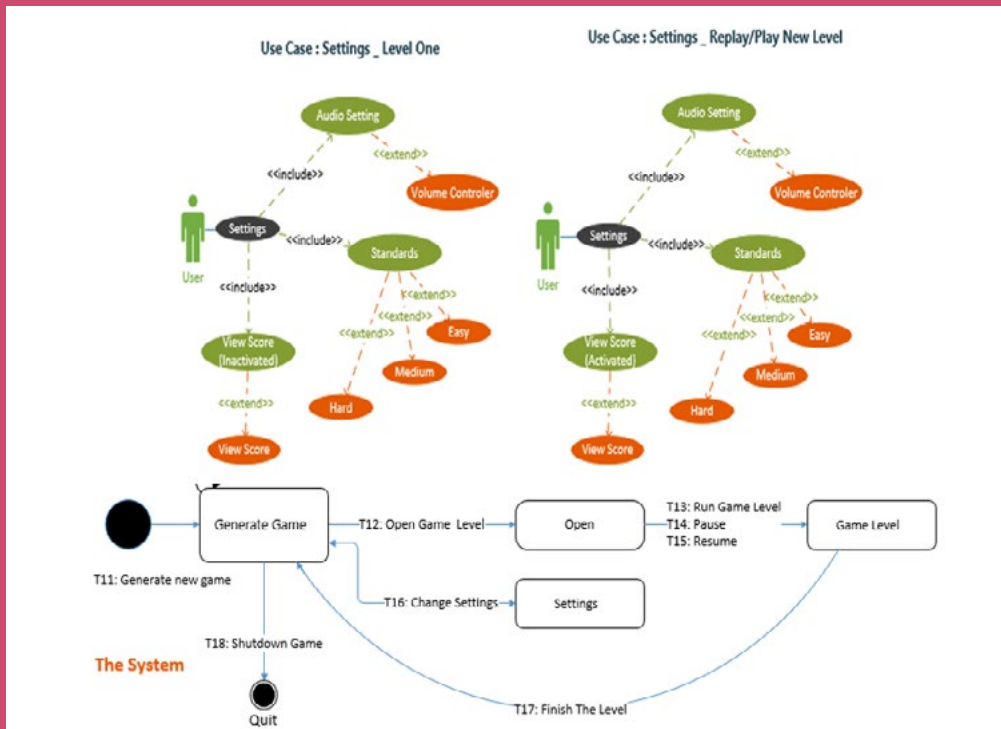


Figure 2. (Top): Three use case diagrams, main menu and settings. (Bottom): Game logics state machine.

Results, Testing and Evaluation

The physical-based game has been updated and executed. The final part of the project development; therefore, the debugging and optimization will rely significantly on useful feedback during the testing stage when the game implementation is completed. Fig4 (Left) shows the output of the presented serious game in different scenarios along with main pages and menus. Fig4(Right) shows the evaluation of the presented game in three different use cases, including Play New Game (Level One), Replay the Game and Play Next Level (Winner Player _ Higher Level).



Figure 4. (Left): Theory and Application running. (Right): Evaluation metrics.

Conclusion

In this chapter, an augmented reality-based serious game using an MS Kinect camera was developed and implemented as an advanced rehabilitation tool for upper limb functionality and hand-eye coordination. The game plays using the Kinect Xbox camera to interact with the user's body, where the user does not need to hold any sticks or head-mounted set, which gives the user comfort and free motion with no obstructions. visits to the rehabilitation world in the Royal London hospital were intended to test the application with some patients and receive feedback from the physiotherapists and patients regarding the project's goal and performance. However, due to the pandemic of the Coronavirus, it was impossible to visit the hospital; therefore, the idea was abandoned. In terms of the project development life cycle the agile development methodology was followed using the Kanban methodology, where the aim was to manage and control the project flow.

References

- Ashbrook, D., & Starner, T. (2010). *MAGIC: a motion gesture design tool*. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- Barioni, R. R., Chaves, T. M., Figueiredo, L., Teichrieb, V., Neto, E. V., & Da Gama, A. E. (2017). *ARkanoidAR: An Augmented Reality System to Guide Biomechanical Movements at Sagittal Plane*. Paper presented at the 2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR).
- Cavalcanti, V. C., de Santana Ferreira, M. I., Teichrieb, V., Barioni, R. R., Correia, W. F. M., & Da Gama, A. E. F. (2019). Usability and effects of text, image and audio feedback on exercise correction during augmented reality based motor rehabilitation. *Computers & Graphics, 85*, 100-110.
- Dworzynski, K., Ritchie, G., Fenu, E., MacDermott, K., & Playford, E. D. (2013). Rehabilitation after stroke: summary of NICE guidance. *Bmj, 346*.
- Kolivand, H., Joudaki, S., Sunar, M. S., & Tully, D. (2021). An implementation of sign language alphabet hand posture recognition using geometrical features through artificial neural network (part 2). *Neural Computing and Applications, 1-23*.
- Kramer, K.-L., & Kramer, K. (2012). Approaches to A Sustainable User Experience. *User*.
- Liu, J., Mei, J., Zhang, X., Lu, X., & Huang, J. (2017). Augmented reality-based training system for hand rehabilitation. *Multimedia tools and applications, 76*(13), 14847-14867.
- Mirelman, A., Bonato, P., & Deutsch, J. E. (2009). Effects of training with a robot-virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals after stroke. *Stroke, 40*(1), 169-174.
- MP, S. B. (2018). New figures show a larger proportion of strokes in the middle-aged. *Public Health England(GOV.UK)*.
- Plummer, P. (2017). Gait and balance training using virtual reality is more effective for improving gait and balance ability after stroke than conventional training without virtual reality [synopsis]. *Journal of physiotherapy, 63*(2), 114-114.
- Ungureanu, D., Bogu, F., Galliani, S., Sama, P., Duan, X., Meekhof, C., . . . Schönberger, J. L. (2020). HoloLens 2 Research Mode as a Tool for Computer Vision Research. *arXiv preprint arXiv:2008.11239*.

Juego de actividad física basado en realidad aumentada

Hoshang Kolivand^{1,2,3}, Ibrahim Mardenli¹, Shiva Asadianfam⁴,
Andrés Adolfo Navarro-Newball⁵

¹School of Computer Science and Maths, Liverpool John Moores
University, Liverpool, L3 3AF, UK
h.kolivand@ljmu.ac.uk

²School of Computing and Digital Technologies,
Staffordshire University, UK

³Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India

⁴Department of Computer Engineering, Qom Branch,
Islamic Azad University, Qom, Iran
sh_asadianfam@yahoo.com

⁵Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia
anavarro@javerianacali.edu.co

Resumen

La Realidad Aumentada (AR) tiene gran popularidad e interés académico en el sector de la rehabilitación ya que ofrece la posibilidad de crear un estímulo controlado y perceptivo que puede motivar a los usuarios, especialmente a los pacientes del sector salud. Los métodos de rehabilitación tradicionales incluyen actividades físicas que no siempre tienen éxito. La introducción de la AR utilizando la cámara del MS Kinect en el sector de la rehabilitación tiene significativa importancia, y permite apoyar a los pacientes durante el período de terapia de rehabilitación motora para la extremidad superior. El juego presentado ayuda a los pacientes a recuperar sus potencialidades funcionales, como la coordinación mano-ojo, la velocidad de reacción y las habilidades para direccionar la mano. El sistema de realidad aumentada presentado proporciona una solución de bajo costo, especialmente porque el Kinect no requiere ningún equipo conectado al cuerpo. La RA puede mejorar aún más estos métodos de terapia en términos de fiabilidad en la evaluación, rendimiento, eficacia y el tiempo.

Palabras clave: Realidad aumentada, Videojuegos de rehabilitación, Juego físico

Introduction

Según NICE “el Instituto Nacional para la Excelencia en Salud y Atención” (NICE), el accidente cerebrovascular es la principal razón de discapacidad y muerte en el Reino Unido pues hay más de 100.000 accidentes cerebrovasculares cada año que causan 38.000 muertes. Hay más de 1.200 millones de sobrevivientes de accidente cerebrovascular en el Reino Unido. Las muertes asociadas con accidentes cerebrovasculares han disminuido (49%) en los últimos quince años. Esto ha sido acreditado a una combinación de mejor prevención, tratamiento temprano y tratamiento más avanzado. El porcentaje de sobrevivientes que abandonan el hospital con una discapacidad es del 70%, lo que lleva a un costo estimado de £ 26 mil millones al año. PHE “Según la Public Health England (PHE)”, 57.000 individuos sufrieron un accidente cerebrovascular por primera vez en 2016. Se estima que casi el 30% de las personas que tienen un accidente cerebrovascular sufra otro accidente cerebrovascular. La edad media de las víctimas de accidentes cerebrovasculares está disminuyendo, con más de 38% de accidentes cerebrovasculares en adultos entre los 40 y los 69 años (MP, 2018). El enfoque nacional ahora se centra en cómo se puede prevenir, tratar rápidamente el accidente cerebrovascular y cómo se puede apoyar a los sobrevivientes después del accidente cerebrovascular, ya que las tasas de supervivencia mejoraron (Dworzynski, Ritchie, Fenu, MacDermott, & Playford, 2013).

La AR y realidad virtual (VR) son nuevas y prometedoras herramientas para la rehabilitación del accidente cerebrovascular (Ashbrook & Starner, 2010). La mayoría de los videojuegos que se utilizan en rehabilitación fueron diseñados para el *fitness* y la diversión por parte de personas sanas (Kramer & Kramer, 2012). Por tanto, se hace necesario descubrir nuevos métodos que puedan ser útiles para resolver los problemas de rehabilitación; comprometer y aumentar la adherencia de los pacientes a su tratamiento; que se basen en las tecnologías modernas y disponibles que puedan motivar más a los pacientes y entregar los resultados deseados durante el período previsto. Este proyecto de investigación tiene como objetivo diseñar y desarrollar un juego que apoye al paciente durante su terapia de rehabilitación, específicamente orientado a las extremidades superiores, con el fin de que recupere sus habilidades, como son, la

coordinación mano-ojo, la velocidad de la reacción y las habilidades para direccionar la mano. La idea fue extendida por el autor para que el lenguaje de señas sea utilizado por personas con discapacidad auditiva (Kolivand, Joudaki, Sunar, & Tully, 2021; Ungureanu et al., 2020).

Así, se transfiere el concepto de terapia de rehabilitación a un nivel superior y se brinda apoyo para mejorar los servicios de salud en general y recibir mejores resultados de rehabilitación con mayor precisión y en menos tiempo. Lo más importante es motivar al paciente a interactuar más con los nuevos métodos de rehabilitación, donde el juego permitirá en cualquier lugar y en cualquier momento, realizar ejercicios de una manera entretenida para ayudar al paciente a recuperarse en menos tiempo, como confirman la mayoría de los estudios realizados en esta área (Barioni et al., 2017; Cavalcanti et al., 2019; Liu, Mei, Zhang, Lu, & Huang, 2017; Mirelman, Bonato, & Deutsch, 2009; Plummer, 2017). Incluso se puede sugerir la AR para prescribir sesiones de terapia de rehabilitación como una especie de tratamiento en lugar de prescripción médica.

Metodología de Investigación

La Figura 1 ilustra la metodología sistemática para lograr el objetivo.



Figura 1. Propuesta de marco de investigación sistemático.

Análisis de requerimientos

Los requerimientos se obtuvieron a partir de estudios realizados durante la última década, y se tomaron artículos relacionados con la rehabilitación de la función motora y la fisioterapia, especialmente estudios vinculados a la extremidad superior.

Diseño

La Fig. 2 (superior) es un caso de uso de nivel uno, donde el usuario está jugando el juego por primera vez. El segundo caso de uso es un caso de uso de nivel uno; donde el usuario está jugando el juego por segunda vez y no ha ganado el juego todavía. El tercer caso de uso es el siguiente nivel superior. Aquí, el usuario ha ganado el primer nivel, y el sistema ya ha desbloqueado el siguiente nivel y muestra el comportamiento del sistema cuando el jugador se mueve al siguiente nivel. El diagrama de la máquina de estado (Fig. 2 abajo) ilustra al jugador y el comportamiento discreto del sistema a través de transiciones de estado finitos.

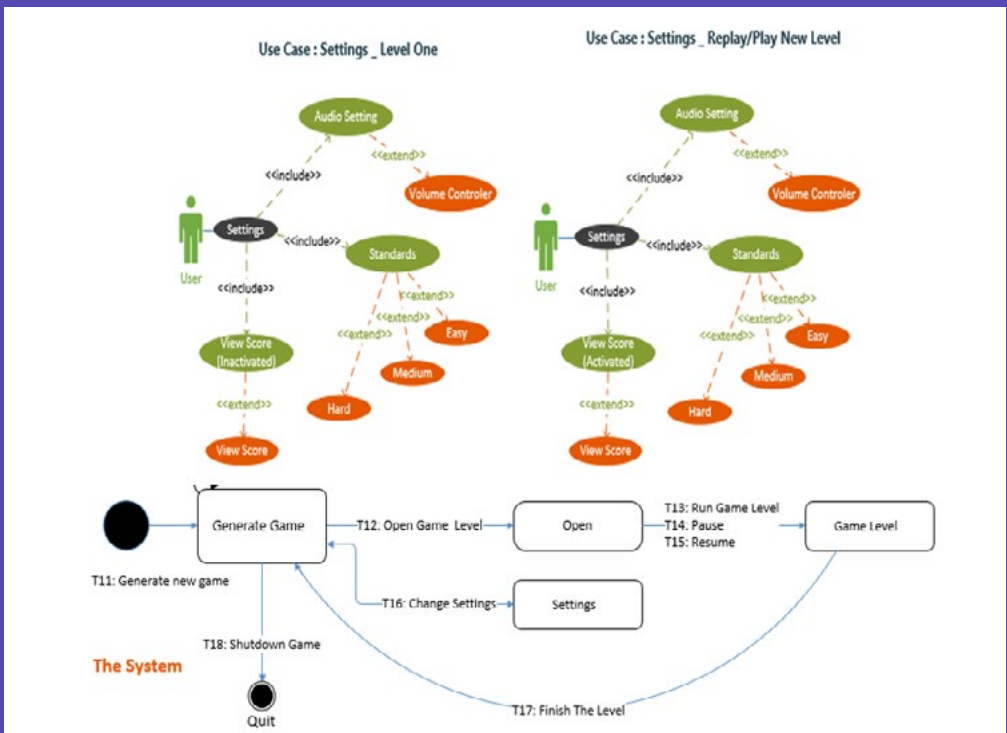


Figura 2. Superior: tres diagramas de casos de uso. Abajo: Máquina de estado de lógica de juego.

Resultados, pruebas y evaluación

El proyecto ha sido actualizado y ejecutado. El proceso de optimización se basará en la realimentación de los usuarios, realizada durante la etapa de pruebas. La Fig. 4 (izquierda) muestra una vista del juego serio presentado en diferentes escenarios junto con las páginas principales y menús. La Fig. 4 (derecha) muestra la evaluación del juego presentado en tres casos de uso diferentes, incluyendo Jugar Nuevo Juego (nivel uno), Reproducir el Juego y Jugar al Siguiete Nivel (Jugador ganador _ Nivel superior).



Figura 4. Resultados (izquierda), (derecha) evaluación.

Conclusión

En este capítulo se desarrolló e implementó un juego serio basado en AR y utilizando la cámara MS Kinect como una herramienta de rehabilitación avanzada para la funcionalidad de las extremidades superiores y la coordinación mano-ojo. El juego se reproduce con la cámara Kinect Xbox para interactuar con el cuerpo del usuario. El usuario no necesita sostener ningún objeto con la mano, ni ningún visor en la cabeza, lo que proporciona al usuario comodidad y movimiento libre sin obstrucciones. Se planeó visitar el Royal London Hospital para probar la aplicación con algunos pacientes y recibir realimentación de ellos y los fisioterapeutas en relación con la meta de desempeño del proyecto. Sin embargo, esto fue imposible debido al coronavirus. En términos del ciclo de vida del desarrollo del proyecto, la metodología de desarrollo ágil utilizada fue la metodología Kanban con el fin de gestionar y controlar el flujo del proyecto.

Referencias

- Ashbrook, D., & Starner, T. (2010). *MAGIC: a motion gesture design tool*. Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- Barioni, R. R., Chaves, T. M., Figueiredo, L., Teichrieb, V., Neto, E. V., & Da Gama, A. E. (2017). *ARkanoidAR: An Augmented Reality System to Guide Biomechanical Movements at Sagittal Plane*. Paper presented at the 2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR).
- Cavalcanti, V. C., de Santana Ferreira, M. I., Teichrieb, V., Barioni, R. R., Correia, W. F. M., & Da Gama, A. E. F. (2019). Usability and effects of text, image and audio feedback on exercise correction during augmented reality based motor rehabilitation. *Computers & Graphics, 85*, 100-110.
- Dworzynski, K., Ritchie, G., Fenu, E., MacDermott, K., & Playford, E. D. (2013). Rehabilitation after stroke: summary of NICE guidance. *Bmj, 346*.
- Kolivand, H., Joudaki, S., Sunar, M. S., & Tully, D. (2021). An implementation of sign language alphabet hand posture recognition using geometrical features through artificial neural network (part 2). *Neural Computing and Applications, 1-23*.
- Kramer, K.-L., & Kramer, K. (2012). Approaches to A Sustainable User Experience. *User*.
- Liu, J., Mei, J., Zhang, X., Lu, X., & Huang, J. (2017). Augmented reality-based training system for hand rehabilitation. *Multimedia tools and applications, 76(13)*, 14847-14867.
- Mirelman, A., Bonato, P., & Deutsch, J. E. (2009). Effects of training with a robot-virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals after stroke. *Stroke, 40(1)*, 169-174.
- MP, S. B. (2018). New figures show a larger proportion of strokes in the middle-aged. *Public Health England(GOV.UK)*.
- Plummer, P. (2017). Gait and balance training using virtual reality is more effective for improving gait and balance ability after stroke than conventional training without virtual reality [synopsis]. *Journal of physiotherapy, 63(2)*, 114-114.
- Ungureanu, D., Bogo, F., Galliani, S., Sama, P., Duan, X., Meekhof, C., . . . Schönberger, J. L. (2020). HoloLens 2 Research Mode as a Tool for Computer Vision Research. *arXiv preprint arXiv:2008.11239*.

HOSHANG KOLIVAND



English

He is an Associate Professor in AI and Mixed Reality. He received his MS degree in applied mathematics and computer from Amirkabir University of Technology, Iran, in 1999, and his PhD from Media and Games Innovation Centre of Excellence (MaGIC-X) in Universiti Teknologi Malaysia (UTM) in 2013. He has completed a Post-Doctoral in Augmented Reality in UTM. Previously he worked as a lecturer in Shahid Beheshti University, Iran and then as a Senior Lecturer in UTM. Currently he is a Senior Lecturer in Liverpool John Moores University. He has published numerous articles in international journals, conference proceedings and technical papers, including chapters in books. He is an active member of many international conferences and journals. His research interests include Computer Graphics, Virtual Reality and Augmented Reality.

Español

El es Profesor Asociado en IA y Realidad Mixta. Recibió su maestría en matemáticas aplicadas e informática de la Universidad Tecnológica de Amirkabir, Irán, en 1999, y su doctorado del Centro de Excelencia de Innovación de Medios y Juegos (MaGIC-X) en la Universidad Teknologi Malasia (UTM) en 2013. Ha realizado un Postdoctorado en Realidad Aumentada en la UTM. Anteriormente trabajó como profesor en la Universidad Shahid Beheshti, Irán y luego como profesor titular en la UTM. Actualmente es profesor titular en la Universidad John Moores de Liverpool. Ha publicado numerosos artículos en revistas internacionales, actas de congresos y documentos técnicos, incluyendo capítulos en libros. Es miembro activo de muchas conferencias y revistas internacionales. Sus intereses de investigación incluyen gráficos por computadora, realidad virtual y realidad aumentada.



IBRAHIM MARDENLI



English

Ibrahim graduated in the field Software Engineering from Liverpool John Moores University in 2012, His expertise is in Software Development, Data Analyst, and IT Service. He is currently a developer at IT Service Delivery in Riverside Group in Liverpool, UK. He works on serious games using Augmented and Virtual Reality for post stroke survivors which can be played instead of physiotherapy sessions.

Español

Ibrahim se graduó en el campo de la Ingeniería de Software de la Universidad John Moores de Liverpool en 2012, su experiencia es en Desarrollo de Software, Analista de Datos y Servicio de TI. Actualmente es desarrollador en IT Service Delivery en Riverside Group en Liverpool, Reino Unido. Trabaja en juegos serios utilizando Realidad Aumentada y Virtual para sobrevivientes post accidente cerebrovascular que se pueden jugar en lugar de sesiones de fisioterapia.



SHIVA ASADIANFAM



English

She received her B.Sc. degree in Computer Engineering from Urmia University, Urmia, Iran. She received her M.Sc. degree in computer engineering (software) from Islamic Azad University, Zanzan Branch in 2013, and her PhD from Islamic Azad University, Qom Branch, Iran in 2020. Her major research interests are Machine Learning, Data Mining, Statistics, Big Data Analysis and Advanced Product and Process Development. She has also interest in Image Processing and Medical Imaging.

Español

Ella recibió su B.Sc. en Ingeniería Informática de la Universidad de Urmia, Urmia, Irán. Recibió su M.Sc. en ingeniería informática (software) de la Universidad Islámica Azad, Rama Zanzan en 2013, y su doctorado de la Universidad Islámica Azad, Rama Qom, Irán en 2020. Sus principales intereses de investigación son el aprendizaje automático, la minería de datos, la estadística, el análisis de big data y el desarrollo avanzado de productos y procesos. También tiene interés en el procesamiento de imágenes y las imágenes médicas.



ANDRES A. NAVARRO-NEWBALL



English

He was born in Cali, Colombia. Computer Scientist from the Pontificia Universidad Javeriana, Cali Colombia (1994); Master of Science in Computer Graphics and Virtual Environments at the University of Hull in the United Kingdom (1998); PhD in Computer Science (Graphics Lab) from the University of Otago in New Zealand (2010). Postdoctoral researcher at the Universidad Complutense, Madrid Spain (2014-2017). Head of Computer Science Major at the Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia (2016-2019) He has carried out projects related to surgical simulation, immersive systems for knowledge of cultural and natural heritage, video game-based systems for social inclusion, plant growth simulation and edutainment. Author of multiple publications in areas of application of computer graphics and keynote speaker in conferences in China, México, El Salvador, Argentina, India, and Colombia. Invited research fellow in the United Kingdom, Italy and Spain (2006 – 2019). He is currently serving as Full Professor and Researcher in the Department of Electronics and Computer Sciences of the Pontifical Javeriana University of Cali and actively collaborates with the research groups Destino from that institution; Museum I+D+C from the Complutense University of Madrid; and the Connected Universal Experiences Lab.

Español

El nació en Cali, Colombia. Ingeniero de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (1994); Máster en Ciencias en Computación Gráfica y Ambientes Virtuales en la Universidad de Hull en el Reino Unido (1998); Doctor en Ciencias de la Computación (Laboratorio de Computación Gráfica) de la Universidad de Otago en Nueva Zelanda (2010). Investigador posdoctoral en la Universidad Complutense de Madrid (2014-2017). Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2016-2019). Ha llevado a cabo proyectos relacionados con la simulación quirúrgica, sistemas inmersivos para el conocimiento del patrimonio cultural y natural, sistemas basados en videojuegos para la inclusión social, simulación de crecimiento de plantas y educación. Ha escrito múltiples publicaciones en áreas de aplicación de computación gráfica. Ha sido Orador Principal en conferencias en China, México, India, El Salvador, Argentina y Colombia. Investigador invitado en Italia, Reino Unido y España (2006 – 2019). Actualmente sirve como Profesor Titular e Investigador en el Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y colabora activamente con los grupos de investigación Destino de esa institución; Museo I+D+C de la Universidad Complutense de Madrid; y el Laboratorio de Experiencias Universales Conectadas.

Chapter 10

XR Narratives for Sensorially Diverse Children

Narrativas XR para niños sensorialmente diversos

Gerardo Restrepo, Laura L. Serrano, Frank Rodríguez, Juan C. Martínez, Andrés A. Navarro-Newball, Elizabeth Asprilla, Andrés D. Castillo, Anita Y. Portilla, & Eliana Peñaloza

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://youtu.be/wesQbz4myBU>



XR Narratives for Sensorially Diverse Children

Gerardo Restrepo¹, Laura L. Serrano², Frank Rodríguez²,
Juan C. Martínez³, Andrés A. Navarro-Newball³, Elizabeth Asprilla⁴,
Andrés D. Castillo⁴, Anita Y. Portilla⁴, and Eliana Peñaloza⁵

¹Université, Sherbrooke (Québec)

gerardo.restrepo@usherbrooke.ca

²Universidad Autónoma de Bucaramanga (Colombia)

lserrano735@unab.edu.co

frodriguez757@unab.edu.co

³Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia)

juancmartinez@javerianacali.edu.co

anavarro@javerianacali.edu.co

⁴Instituto para Niños Ciegos y Sordos (Colombia)

elizabeth.asprilla@ciegosysordos.org.co

andres.castillo@ciegosysordos.org.co

anita.portilla@ciegosysordos.org.co

⁵Universidad del Norte (Colombia)

erpenaloza@uninorte.edu.co

Abstract

Narration facilitates and improves language learning. Narrative learning requires children to acquire the ability to structure and combine phrases to lead to the use of more complex syntactic structures. XR technologies make storytelling more immersive giving apprentices rich multisensory experiences. We propose the creation of XR narratives for children affected with a hearing and/or visual impairment, using the prototypes of endemic Colombian animals and following an inclusive education approach. The project is structured in four stages: (1) creation of multisensory prototypes; (2) creation and validation of narrative proposal; (3) staging the narrative using XR; (4) validation using DELPHI. For the first stage, we have advanced by using and adapting prototypes such as: puzzles, images, and 3D models, from research-creation projects related to this one.

For the second stage, we have proposed a first version for an interactive narrative. For the third stage, we have proposed a first set of components that may be included in the system. We have not started the fourth stage. Refining the narrative and implementing it will bring conceptual, technical and usability challenges. The creative process to advance in the different stages has required interdisciplinary work and discussions.

Keywords: X-Reality, Visually and Hearing Impaired, Narrative, Multisensorial, Animals, Art, Inclusive Art.

Introduction

Oral and written narration facilitate and improve oral and written language learning (Portilla et al., 2021). Narrative learning, first orally, and then in writing, requires children to acquire the ability to structure and combine simple phrases to produce a discourse that leads to the use of more complex syntactic structures. Acquired parallelly with the development of language during the early years of life, this ability is an important early indicator of the presence of language disorders in preschoolers and of learning difficulties in reading and writing in school age (Norbury, C.F. & Bishop, D.V.M, 2003). We propose favouring narrative responses from sensory experiences to facilitate learning processes. Virtual, mixed, and augmented (X-Reality - XR) technologies make storytelling more immersive (Eden, 2014), giving apprentices rich multisensory experiences, allowing them to discover and understand tales more easily. One of the important aspects of XR is that it has the potential to engage the concept of multisensoriality through interactive technology, meaning that sensations are not only perceived by sight, the most privileged sense in plastic arts, but can also be perceived by other senses such as hearing or touch, allowing a more authentic imitation of external reality (Pacheco et al., 2017). Children's strengths, related to their sensory, motor, linguistic, intellectual, neuropsychological, affective, and relational functions, are an essential aspect to be considered in selecting the most effective educational interventions in children and adolescents with multiple impairments. Therefore, the selection of characteristics of stories for children with a visual and/or hearing impairment, with the

help of XR, requires a holistic and comprehensive review of the children's developmental problems, as well as the precise needs of their families.

Previously, we presented an approach for recreating life-like experiences where we allowed users to enact them through an easy and natural gesture-based interaction, for example, by becoming a bird or an archaeologist (Navarro-Newball et al., 2016). Next (Navarro-Newball et al., 2014), we introduced a video game aimed at the language rehabilitation of children with early diagnosed hearing disability, and who use aids such as cochlear implants. The idea was further expanded in Satrelo (Martínez et al., 2021) and the application of the XR was explored (Correa et al., 2018). Additionally, visual/tactile pieces were created to be experienced by visually and non-visually impaired people (Serrano, 2019). However, to create narrative which are inclusive for the greatest number of children we must explore alternatives such as animation to enrich storytelling (Karnchanapayap, 2019)]; gain even more understanding about the visually impaired as Wedoff et al. (2019) suggests; and, similarly to Cepok et al. (2019) validate how XR will influence children's behaviour.

Our research has its origins in the project: "Strategy to co-create inclusive visual/tactile pieces, for the appropriation of knowledge about Colombian fauna", financed by The Colombian Ministry of Science, Technology, and Innovation; and presented by researchers from the Audio-visual Arts program of the Universidad Autónoma de Bucaramanga. This research-creation project aims to co-create visual, audio-visual, and tactile pieces of endemic animals from Colombia, as well as workshops with different communities, and inclusive art exhibitions, and benefit both, people who have a visual sensory impairment and the general population, by providing information to raise consciousness about animals. Our current project proposes the conception and validation of narratives for children presenting a hearing and/or visual impairment, through XR, using the prototypes of Colombian animals at risk of extinction, in an inclusive education optics. Our experiments will be carried out mainly with minors in the range of 7 to 12 years who have hearing or visual impairment and with the general population. In cases where the manufacturer's recommendations or previous studies indicate that there is no negative affectation, we will include children in the age range of 4 to 7 years.

Method

Our team is diverse and complementary, both from the point of view of the expertise of each of the members: visual arts, audio-visual arts, virtual reality, computing, neuropsychology, speech and language therapy and education; and, from the academic links woven into current and past collaborations. We have brought together three Colombian teams and two Québec teams. The first Colombian team consists of two specialists in plastic and audio-visual arts and will be responsible for the creation of multisensory and three-dimensional prototypes, as well as the aesthetics of the project. The second Colombian team is made up of experts in software engineering and XR. This team will be responsible for the computing aspects related to the staging of children's narratives. The third Colombian team consists of speech and language therapists and teachers of children with visual and/or hearing impairments. This team will be responsible for the conception of children's narratives that have visual and/or hearing impairment. The Québec teams are composed of a specialist in neurology and child neuropsychology, who will assume general coordination; of an expert on the technological aspects of making children's stories with the help of XR; of a person responsible for the validation of the stories; of specialists in the development of children affected by deafness; and finally of specialists in the study of effective practices in children with language disorders. Our research-creation project requires close collaboration between Colombian and Québec participants, structured in four stages: (1) Creation of digital multisensory prototypes and field visits to the different animal ecosystems. (2) Creation and validation of children's stories. (3) Staging at least one children's story with the help of XR. (4) Validation of stories.

First Stage: Multisensory Prototypes

We chose several endangered Colombian animals to include in the narrative and we took one of the co-author's pieces of art related to the cotton top tamarin as a starting point. Fig. 1A to H show the advances that will be used for diverse multisensory experiences such as puzzles, books, and three-dimensional figures, among others. These experiences will be augmented using XR technologies. Meanwhile, the study of animal habitats continues. This will inspire the creation of new pieces.

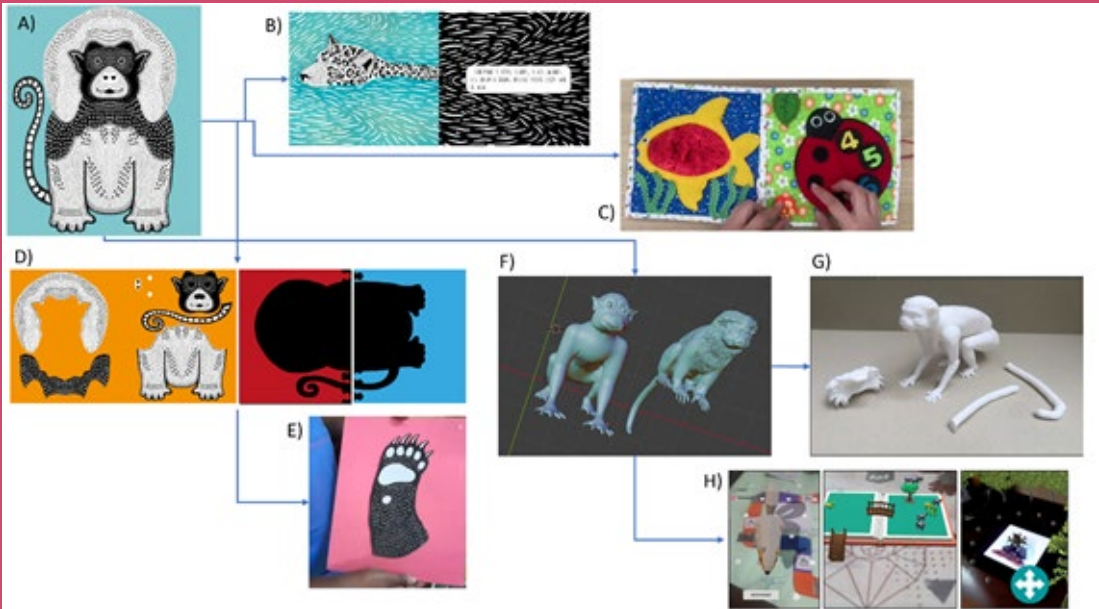


Figure 1. Multisensory prototypes. A) Cotton top tamarin as conceived by one artist. B) The artist's book of Colombian animals. C) A prototype book using different kinds of tactile textures. D) A puzzle for the cotton top tamarin. E) A laser printed piece for a puzzle of the spectacled bear. F) A 3D model of the cotton top tamarin. G) A 3D printed cotton top tamarin. H) XR experiences (Kolivand et al. 2021, Hernández & Navarro-Newball, 2019).

Second Stage: Interactive Narrative

We have proposed and validated within the interdisciplinary group a narrative about an expedition to meet animals. It is a multisensory experience that displays auditory, visual, and tactile contents and will provide information of each animal (for example, its characteristics and narrations from people who have interacted with it). The idea is that users appropriate this information with an on-site experience. This experience incorporates the artistic pieces developed in the first stage. In addition, we expect that users can take the interactive experience home using a complementary application. Fig. 2 shows a proposal of the encounter with the jaguar that consists of an interactive tapestry that displays multisensory contents and a 3D impression of the jaguar's head.



Figure 2. Narrative interaction element featuring the Jaguar.

Third Stage: Implementation in XR

Fig. 3 presents the modules that could be used to support an adaptive interface which is enriched by multisensorial components such as tangible, smell, visual and audible interfaces. The goal is to create a multisensorial system which can offer experiences that range at different levels of immersion.

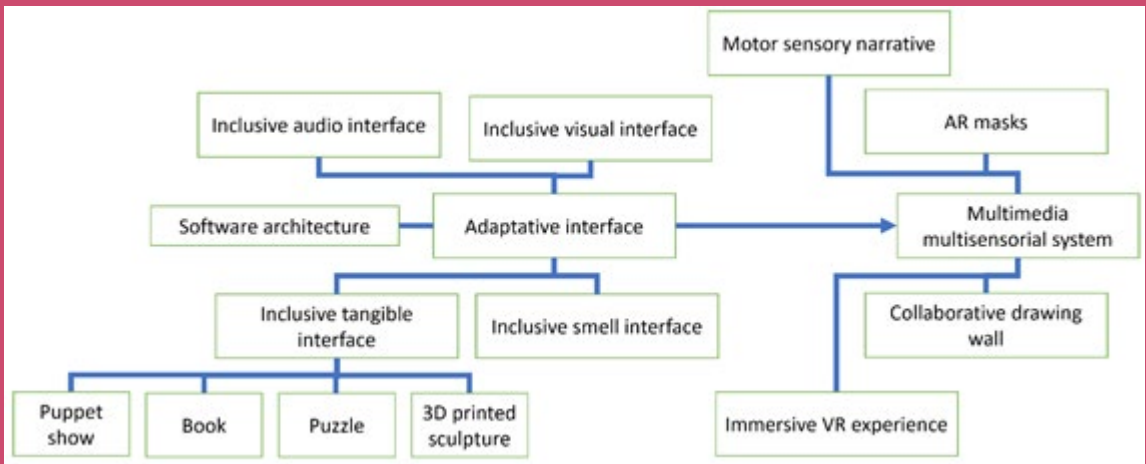


Figure 3. Modules' diagram.

Fourth Stage: Validation

We have not started user validation as we have not started the implementation yet. However, we plan to do so using the DELPHI method with focus groups as proposed by Ghanouni et al. (2019).

Discussion

To date, we have chosen our first set of multisensorial artistic pieces and created new ones. In the future, we will bring these pieces to life taking advantage of XR to add interactivity. We have done this in previous projects (Kolivand et al. 2021, Hernández & Navarro-Newball, 2019), however, in our XR narratives we will need to pay attention to the inclusion of visually and/or hearing-impaired children.

Regarding the proposed interactive narrative, we still require further validation. We performed a preliminary validation within the interdisciplinary group to agree in the kind of story we wanted to present. However, we still need to provide details that will guide the technological choices for the implementation and the feasibility of the project. Also, we need to validate the proposal among potential users.

We have not started the implementation process yet. The modules diagram (Fig. 3) is a proposal that could guide the future design of the software that will support the interactive stories. Once the interactive narrative is implemented, the work with the focus groups will require expert guidance under strict ethical conditions.

Conclusion

We have proposed the development of XR interactive narratives about animals for children with sensorial diversity. Particularly we have been focusing on children with visual or hearing impairment. To date, the project is on the initial stages, however, we have created and selected artistic pieces, we have proposed a story about an expedition to meet animals and we have defined a modules diagram that can lead the design of our software. Our advances would not have been possible without interdisciplinarity. Interdisciplinary work has let us reach a consensus about the kind of interactive narrative that we want to present and its feasibility.

Acknowledgements

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Ce travail a été réalisé avec le soutien financier du Fonds de recherche du Québec - Société et culture (FRQSC). To the many undergraduate and graduate students and research assistants for their continued support.

References

- Cepok, J., Arzaroli, R., MarnHolz, K. et al. (2019). Effects of VR on Intentions to Change Environmental Behavior. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces*. 874-875. DOI: 10.1109/VR.2019.8797849.
- Correa P.A., Mejía J.P., Lenis, A.M. et al. (2018). Building Alternative Methods for Aiding Language Skills Learning for the Hearing Impaired. *Advances in Computing. Communications in Computer and Information Science*. 885, 192-200. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98998-3_15
- Eden, S. (2014). Virtual intervention to improve storytelling ability among deaf and hard-of-hearing children. *European Journal of Special Needs Education*. 29(3), 370-386. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.909177>
- Ghanouni, P., Jarus, T., Zwicker, J.G. et al. (2019). Social Stories for Children with Autism Spectrum Disorder: Validating the Content of a Virtual Reality Program. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 49, 660–668. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3737-0>
- Hernández, J. & Navarro-Newball, A.A. (2019). A Software Architecture for Integrating Augmented Reality to a Board Game for Water Source Care Awareness. *CibSE - IberoAmerican Conference on Software Engineering Proceedings*. 641-649. <https://dblp.org/db/conf/cibse/cibse2019.html>
- Karnchanapayap, G. (2019). VR Animation: The New Transformation of Storytelling. *IEEE 2nd Workshop on Animation in Virtual and Augmented Environments*, pp. 1-4. DOI: 10.1109/ANIVAE47543.2019.9050887.
- Kolivand H., Prakash, E. López, M. et al. (2021). Reimagining the Book ... Again! A New Framework for Smart Books Using Digital Twins Technology. *Smart Cities. ICSC-CITIES 2020. Communications in Computer and Information Science*. 1359, 233-245. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69136-3_16
- Martínez J.C., Álvarez, G.I, Sierra, M.V.A. et al. (2021). SATReLO: A tool to support language therapies for children with hearing disabilities using video games. *Revista Facultad Ingeniería Universidad de Antioquia*. 99, 99-112. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200586>
- Navarro-Newball, A.A., Loaiza, D., Oviedo, C. et al. (2014). Talking to Teo: Video game supported speech therapy. *Entertainment Computing*. 5(4), 401-412. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.10.005>
- Navarro-Newball, A.A., Moreno, I., Prakash, E. et al. (2016). Gesture based human motion and game principles to aid understanding of science and cultural practices. *Multimedia Tools and Applications*. 75, 11699–11722. <https://doi.org/10.1007/s11042-015-2667-5>

- Norbury, C.F., Bishop, D.V.M. (2003). Narrative Skills of Children with Communication Impairments. *International Journal of Language & Comm, Disorders*. 38(3), 287–313. <https://doi.org/10.1080/136820310000108133>
- Pacheco, T., Oliveira, I., Campos, T. & Cavalcanti, F. (2017). Brain activity during a lower limb functional task in a real and virtual environment: A comparative study. *Neuro Rehabilitation*. 40(3), 391-400. DOI: 10.3233/NRE-161426
- Portilla, A., Almanza, V., Castillo A.D. & Restrepo, G. (2021). El Desarrollo de las habilidades narrativas en niños: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista de Investigación en Logopedia*. In press. 11(2), 1-9. <https://doi.org/10.5209/rlog.67607>
- Serrano, L. (2019). Invisibles Contenido visual inclusivo: especies endémicas de Colombia. *Proceedings of 18 Festival Internacional de la Imagen*. 347–351(2019).
- Wedoff, R., Ball, L., Wang, A. et al. (2019). Virtual Showdown: An Accessible Virtual Reality Game with Scaffolds for Youth with Visual Impairments. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. paper 141, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300371>

Narrativas XR para niños sensorialmente diversos

Gerardo Restrepo¹, Laura L. Serrano², Frank Rodríguez²,
Juan C. Martínez³, Andrés A. Navarro-Newball³, Elizabeth Asprilla⁴,
Andrés D. Castillo⁴, Anita Y. Portilla⁴, and Eliana Peñaloza⁵

¹Université, Sherbrooke (Québec)

gerardo.restrepo@usherbrooke.ca

²Universidad Autónoma de Bucaramanga (Colombia)

lserrano735@unab.edu.co

frodriguez757@unab.edu.co

³Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia)

juancmartinez@javerianacali.edu.co

anavarro@javerianacali.edu.co

⁴Instituto para Niños Ciegos y Sordos (Colombia)

elizabeth.asprilla@ciegosysordos.org.co

andres.castillo@ciegosysordos.org.co

anita.portilla@ciegosysordos.org.co

⁵Universidad del Norte (Colombia)

erpenaloza@uninorte.edu.co

Resumen

La narración facilita y mejora el aprendizaje del lenguaje. La narrativa requiere que los niños adquieran la capacidad de estructurar y combinar frases para luego utilizar estructuras sintácticas más complejas. Las tecnologías XR hacen que la narración sea más inmersiva dando a los aprendices experiencias multisensoriales enriquecidas. Proponemos la creación de narrativas XR para niños que presentan una discapacidad auditiva y/o visual, utilizando los prototipos de animales colombianos endémicos, en una óptica de educación inclusiva. El proyecto se estructura en cuatro etapas: (1) creación de prototipos multisensoriales; (2) creación de propuesta narrativa; (3) puesta en escena de la narrativa usando XR; (4) validación. Hemos avanzado en la primera etapa mediante el uso y adaptación de prototipos tales como: rompecabezas, imágenes y modelos

3D, de proyectos de investigación-creación relacionados con este. Para la segunda etapa, hemos propuesto una primera versión para una narrativa interactiva. Para la tercera etapa, hemos identificado un primer conjunto de módulos que pueden incluirse en el sistema. No hemos iniciado la cuarta fase. Refinar la narrativa e implementarla traerá desafíos conceptuales, técnicos y de usabilidad. El proceso creativo para avanzar en las diferentes etapas ha requerido discusiones y trabajo interdisciplinar.

Palabras clave: X-Reality, Discapacidad Visual y auditiva, Narrativa, Multisensorial, Animales, Arte, Arte Inclusivo.

Introducción

La narración oral y escrita facilita y mejora el aprendizaje del lenguaje oral y escrito (Portilla et al., 2021). El aprendizaje narrativo, primero oralmente, y luego por escrito, requiere que los niños adquieran la capacidad de estructurar y combinar frases simples para producir un discurso que conduzca al uso de estructuras sintácticas más complejas. Adquirida paralelamente con el desarrollo del lenguaje durante los primeros años de vida, esta habilidad es un importante indicador temprano de la presencia de trastornos del lenguaje en los estudiantes de preescolar y de las dificultades de aprendizaje en la lectura y la escritura en la edad escolar (Norbury, C.F. & Bishop, D.V.M, 2003). A partir de experiencias sensoriales, proponemos favorecer las respuestas narrativas, de manera que se faciliten los procesos de aprendizaje. Las tecnologías virtuales, mixtas y aumentadas (X-Reality - XR) hacen que la narración sea más inmersiva (Eden, 2014), dando a los aprendices experiencias multisensoriales enriquecidas, permitiéndoles descubrir y entender historias más fácilmente. Uno de los aspectos importantes de la XR es que tiene el potencial de involucrar el concepto de multisensorialidad a través de la tecnología interactiva, lo que significa que las sensaciones no sólo son percibidas por la vista, el sentido más privilegiado en las artes plásticas, sino que también pueden ser percibidas por otros sentidos como la audición o el tacto, permitiendo una imitación más auténtica de la realidad externa (Pacheco et al., 2017). Las fortalezas de los niños, relacionadas con sus funciones sensoriales, motoras, lingüísticas, intelectuales, neuropsicológicas, afectivas y relacionales, son un aspecto esencial para tener en cuenta a la hora de seleccionar

las intervenciones educativas más eficaces en niños y adolescentes con múltiples discapacidades. Por lo tanto, la selección de características de los cuentos para niños con discapacidad visual y/o auditiva, con la ayuda de XR, requiere una revisión holística e integral de los problemas de desarrollo de los niños, así como las necesidades precisas de sus familias.

Anteriormente, presentamos una propuesta para recrear experiencias similares a las de la vida real a través de una interacción natural basada en gestos donde permitimos a los usuarios replicarlas; por ejemplo, convirtiéndose en un pájaro o arqueólogo (Navarro-Newball et al., 2016). Luego (Navarro-Newball et al., 2014), presentamos un video juego para la rehabilitación del lenguaje de niños con discapacidad auditiva diagnosticada tempranamente, y que utilizan ayudas como implantes cocleares. La idea se amplió aún más en Satrelo (Martínez et al., 2021) y se exploró el uso de las XR (Correa et al., 2018). Además, se crearon piezas visuales/táctiles para que personas con discapacidad visual y no visual experimentaran su uso (Serrano, 2019). Sin embargo, para ser inclusivo con el mayor número de niños debemos explorar alternativas como la animación para enriquecer la narración (Karnchanapayap, 2019); obtener aún más comprensión acerca de las personas con discapacidad visual como Wedoff et al. (2019) sugiere; y, de manera similar a Cepok et al. (2019) validar cómo la XR influirá en el comportamiento de los niños.

Nuestra investigación tiene su origen en un proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia; y presentado por investigadores del programa de Artes Audiovisuales de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Este proyecto de investigación-creación tiene como objetivo co-crear piezas visuales, audiovisuales y táctiles de animales endémicos de Colombia, así como, talleres con diferentes comunidades, y exposiciones de arte inclusivo que benefician no solo a personas con discapacidad visual, sino también al público en general en la creación de conciencia en torno a los animales. Nuestro proyecto actual propone la concepción y validación de narrativas para niños que presenten una discapacidad auditiva y/o visual, a través de la XR, utilizando los prototipos de animales colombianos en riesgo de extinción, en una óptica educativa inclusiva. La experimentación se realizará principalmente con menores de edad en el rango de 7 a 12 años que presentan discapacidad

auditiva o visual y con la población general. En casos en donde las recomendaciones del fabricante o de estudios previos indiquen que no hay afectación negativa, involucraremos niños en el rango de edad de 4 a 7 años.

Método

Hemos reunido a tres equipos colombianos y dos equipos de Quebec. Un equipo colombiano está conformado por dos especialistas en artes plásticas y audiovisuales y será el responsable de la creación de prototipos multisensoriales y tridimensionales, así como de la estética del proyecto. Otro equipo colombiano está formado por expertos en ingeniería de software y XR y será responsable de los aspectos informáticos de la puesta en escena de cuentos infantiles. El tercer equipo colombiano está formado por terapeutas del habla y el lenguaje y profesores de niños con discapacidad visual y/o auditiva y será responsable de la concepción de los cuentos infantiles que tienen discapacidad visual y/o auditiva. Los equipos de Quebec están compuestos por un especialista en neurología y neuropsicología infantil, que asumirá la coordinación general; de un experto en los aspectos tecnológicos de hacer cuentos infantiles con la ayuda de XR; de una persona responsable de la validación de las historias; especialistas en el desarrollo de niños con discapacidad auditiva; y finalmente de especialistas en el estudio de prácticas efectivas en niños con trastornos del lenguaje. Nuestro proyecto de investigación-creación requiere una estrecha colaboración entre los participantes colombianos y de Quebec, estructurados en cuatro etapas: (1) Creación de prototipos multisensoriales digitales y visitas de campo a los diferentes ecosistemas animales. (2) Creación y validación de cuentos infantiles. (3) Puesta en escena de al menos una historia infantil con la ayuda de XR. (4) Validación de historias utilizando el método DELPHI con grupos focales (Ghanouni et al. 2019).

Primera etapa: prototipos multisensoriales

Elegimos varios animales colombianos en peligro de extinción para incluir en la narración y tomamos una de las obras de arte del coautor relacionada con el mono tití como punto de partida. Las Fig. 1A a H muestran los avances que se utilizarán para diversas experiencias multisensoriales como rompecabezas, libros y figuras tridimensionales, entre otros. Estas experiencias se aumentarán utilizando tecnologías XR. Mientras tanto, se continúa con el estudio de los hábitats de los animales para inspirar la creación de nuevas piezas.

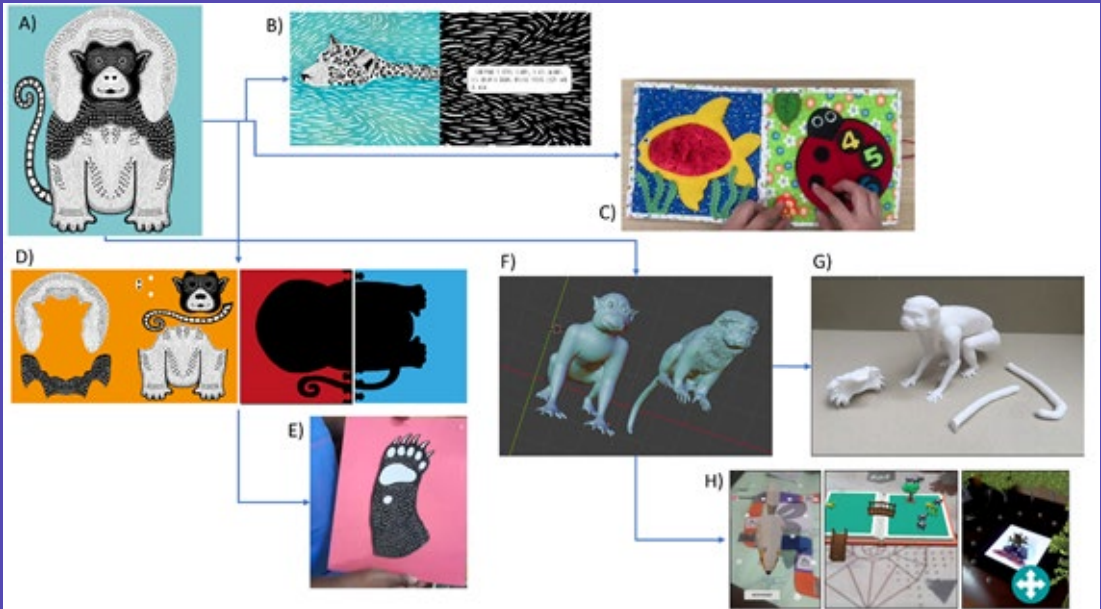


Figura 1. Prototipos multisensoriales. A) Mono tití concebido por un artista. B) Libro de animales colombianos. C) Prototipo de libro que utiliza diferentes texturas táctiles. D) Rompecabezas del mono tití. E) Una pieza impresa con láser para un rompecabezas del oso de anteojos. F) Un modelo 3D del mono tití. G) Un mono tití impreso en 3D. H) Experiencias XR (Kolivand et al. 2021, Hernández & Navarro-Newball, 2019).

Segunda etapa: narrativa interactiva

Se ha desarrollado y validado en el grupo de trabajo interdisciplinar una narrativa que propone una expedición para conocer animales. Se trata de una experiencia multisensorial que despliega contenidos auditivos, visuales y táctiles que permiten conocer cada animal en términos de sus características y de narraciones de personas que han interactuado con ellos. La idea es que los usuarios apropien esta información con experiencias en el lugar en donde se encuentra instalada la historia interactiva. Esta experiencia incorpora las piezas artísticas realizadas en la primera etapa. Además, se planea que los usuarios puedan tener parte de la experiencia interactiva en casa a través de una aplicación complementaria a la exhibición. La Fig. 2 muestra una propuesta de el encuentro con el Jaguar que consiste en un tapiz interactivo que despliega contenidos multisensoriales y una impresión 3D de la cabeza del jaguar.



Figura 2. Elemento de interacción narrativa acerca del jaguar.

Tercera etapa: implementación en XR

La Fig. 3 presenta un diagrama con los módulos que podrían soportar una interfaz adaptativa que se enriquece con componentes multisensoriales como el olor, las sensaciones táctiles y auditivas y diferentes niveles de inmersión.

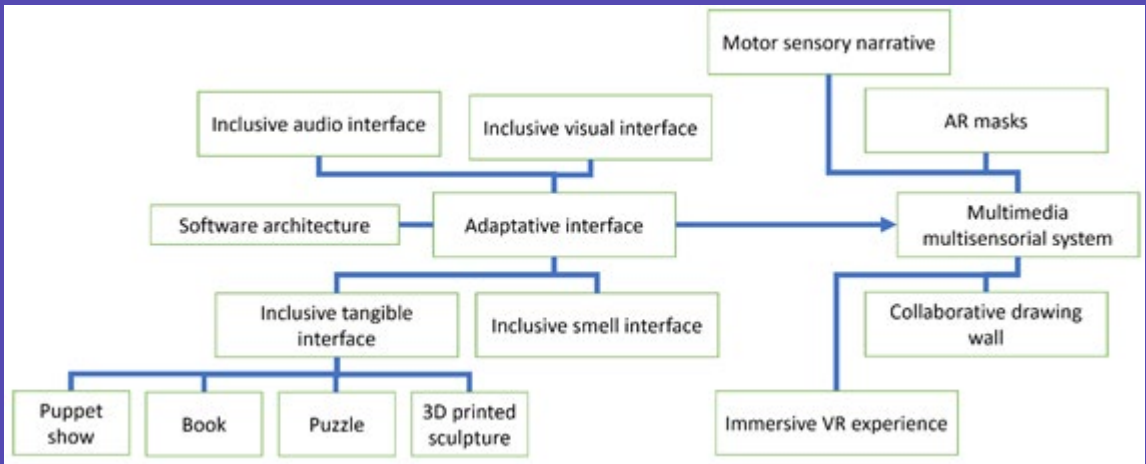


Figura 3. Diagrama de módulos.

Cuarta etapa: validación

No hemos iniciado el proceso de validación con usuarios dado que todavía no hay una implementación. Sin embargo, planeamos hacerlo utilizando el método DELPHI con grupos focales como lo proponen Ghanouni et al. (2019).

Discusión

A la fecha, hemos elegido nuestro primer conjunto de piezas artísticas multisensoriales y hemos creado otras nuevas. A futuro, llevaremos estas piezas a la vida aprovechando la XR para añadir interactividad. Esto lo hemos hecho en proyectos anteriores (Kolivand et al. 2021, Hernández & Navarro-Newball, 2019), sin embargo, en nuestras narrativas de XR tendremos que prestar atención a la inclusión de niños con discapacidad visual y/o auditiva.

En cuanto a la narrativa interactiva propuesta, todavía necesitamos una mayor validación. Realizamos una validación preliminar dentro del grupo interdisciplinario para acordar el tipo de historia que queríamos presentar. Sin embargo, todavía tenemos que proporcionar detalles que guíen las opciones tecnológicas que sean acordes con la implementación y la viabilidad del proyecto. Además, tenemos que validar la propuesta entre los usuarios potenciales.

Todavía no hemos iniciado el proceso de implementación. El diagrama de módulos (Fig. 3) es una propuesta que podría guiar el diseño futuro del software que soportará las historias interactivas. Una vez que se implemente la narrativa interactiva, el trabajo con los grupos focales requerirá orientación de expertos bajo estrictas condiciones éticas.

Conclusión

Hemos propuesto el desarrollo de narrativas interactivas XR sobre animales para niños con diversidad sensorial. Particularmente nos hemos centrado en los niños con discapacidad visual o auditiva. El proyecto está en sus etapas iniciales, sin embargo, hemos creado y seleccionado piezas artísticas, hemos propuesto una historia sobre una expedición para conocer animales y hemos definido un diagrama de módulos que puede orientar el diseño de nuestro software. Nuestros avances no habrían sido posibles sin la interdiscipliniedad. El trabajo interdisciplinario nos ha llevado a un consenso sobre el tipo de narrativa interactiva que queremos presentar y su viabilidad.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. Ce travail a été réalisé avec le soutien financier du Fonds de recherche du Québec - Société et culture (FRQSC). Además, a los estudiantes de pre y posgrado y asistentes de investigación por su continuo apoyo.

Referencias

- Cepok, J., Arzaroli, R., MarnHolz, K. et al. (2019). Effects of VR on Intentions to Change Environmental Behavior. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces*. 874-875. DOI: 10.1109/VR.2019.8797849.
- Correa P.A., Mejía J.P., Lenis, A.M. et al. (2018). Building Alternative Methods for Aiding Language Skills Learning for the Hearing Impaired. *Advances in Computing. Communications in Computer and Information Science*. 885, 192-200. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98998-3_15
- Eden, S. (2014). Virtual intervention to improve storytelling ability among deaf and hard-of-hearing children. *European Journal of Special Needs Education*. 29(3), 370-386. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.909177>
- Ghanouni, P., Jarus, T., Zwicker, J.G. et al. (2019). Social Stories for Children with Autism Spectrum Disorder: Validating the Content of a Virtual Reality Program. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 49, 660–668. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3737-0>
- Hernández, J. & Navarro-Newball, A.A. (2019). A Software Architecture for Integrating Augmented Reality to a Board Game for Water Source Care Awareness. *CibSE - IberoAmerican Conference on Software Engineering Proceedings*. 641-649. <https://dblp.org/db/conf/cibse/cibse2019.html>
- Karnchanapayap, G. (2019). VR Animation: The New Transformation of Storytelling. *IEEE 2nd Workshop on Animation in Virtual and Augmented Environments*, pp. 1-4. DOI: 10.1109/ANIVAE47543.2019.9050887.
- Kolivand H., Prakash, E. López, M. et al. (2021). Reimagining the Book ... Again! A New Framework for Smart Books Using Digital Twins Technology. *Smart Cities. ICSC-CITIES 2020. Communications in Computer and Information Science*. 1359, 233-245. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69136-3_16
- Martínez J.C., Álvarez, G.I, Sierra, M.V.A. et al. (2021). SATReLO: A tool to support language therapies for children with hearing disabilities using video games. *Revista Facultad Ingeniería Universidad de Antioquia*. 99, 99-112. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200586>

- Navarro-Newball, A.A., Loaiza, D., Oviedo, C. et al. (2014). Talking to Teo: Video game supported speech therapy. *Entertainment Computing*. 5(4), 401-412. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.10.005>
- Navarro-Newball, A.A., Moreno, I., Prakash, E. et al. (2016). Gesture based human motion and game principles to aid understanding of science and cultural practices. *Multimedia Tools and Applications*. 75, 11699–11722. <https://doi.org/10.1007/s11042-015-2667-5>
- Norbury, C.F., Bishop, D.V.M. (2003). Narrative Skills of Children with Communication Impairments. *International Journal of Language & Comm, Disorders*. 38(3), 287–313. <https://doi.org/10.1080/136820310000108133>
- Pacheco, T., Oliveira, I., Campos, T. & Cavalcanti, F. (2017). Brain activity during a lower limb functional task in a real and virtual environment: A comparative study. *Neuro Rehabilitation*. 40(3), 391-400. DOI: 10.3233/NRE-161426
- Portilla, A., Almanza, V., Castillo A.D. & Restrepo, G. (2021). El Desarrollo de las habilidades narrativas en niños: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista de Investigación en Logopedia*. In press. 11(2), 1-9. <https://doi.org/10.5209/rlog.67607>
- Serrano, L. (2019). Invisibles Contenido visual inclusivo: especies endémicas de Colombia. *Proceedings of 18 Festival Internacional de la Imagen*. 347–351(2019).
- Wedoff, R., Ball, L., Wang, A. et al. (2019). Virtual Showdown: An Accessible Virtual Reality Game with Scaffolds for Youth with Visual Impairments. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. paper 141, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300371>

GERARDO RESTREPO



English

He has earned many different degrees including Bachelor's in Psychology from Bishop's University in Québec, Canada; Medical Doctor from the University National of Colombia; Child Neurologist from the Military University of New Granada, and PhD in Education from the University of Sherbrooke, in Québec, Canada. He has also been trained in epidemiology and Public Health in Canada.

Dr. Restrepo is currently professor, researcher and head of the Master's programme in social and school adaptation, at the Faculty of Education, University of Sherbrooke, Québec, Canada. His research interests are Neuroscience, Developmental Neuropsychology, Learning Disabilities, Emotion and Cognition, Language Disorders from a Developmental Perspective, Evidence Based Education and using technologies for enhancing educational design and learning, in a context of school inclusion.

Dr. Restrepo has been Invited Professor for post-graduate courses on Educational Neuroscience in many American and European universities, and has published many books and scientific papers on the topic.

Español

El es médico Cirujano de la Universidad Nacional de Colombia, Especialista en Neurología Infantil del Hospital Militar Central, Psicólogo de Bishop's University y PhD en Educación de la Universidad de Sherbrooke. Ha participado activamente en diversos programas de formación en epidemiología y salud pública con la Agencia Canadiense de Salud Pública. Se ha desempeñado como profesor en educación especial en la Universidad Pedagógica Nacional, profesor de neurología y neuropsicología infantil en la Universidad de los Andes, la Universidad católica de Colombia, la Universidad del Rosario y la Universidad



Iberoamericana, entre otras. Ha sido profesor invitado en varias instituciones americanas y europeas y colabora activamente en la actualidad en diversos programas educativos orientados a mejorar los procesos de inclusión escolar de los niños con discapacidad desde una perspectiva de educación basada en la evidencia.

El profesor Restrepo tiene una amplia experiencia clínica con equipos interdisciplinarios en varios países, una importante experiencia docente e investigativa y ha participado en numerosas experiencias de integración e inclusión escolar en Colombia y Canadá. Actualmente es profesor e investigador en trastornos del desarrollo infantil en la Universidad de Sherbrooke en Canadá, y responsable de la Maestría en Adaptación Escolar y Social, una propuesta de formación de equipos interdisciplinarios que tiene como ejes las neurociencias, la inclusión escolar y las tecnologías de apoyo en enseñanza y aprendizaje.

LAURA LUCIA SERRANO



English

She is Visual Artist, from Universidad Jorge Tadeo Lozano de Bogotá, Colombia. Master in Illustration and Visual Communication, Hertfordshire University, United Kingdom. Researcher and Professor at the Audiovisual Arts department of Universidad Autónoma de Bucaramanga – Colombia. Her artwork combines new and conventional media and techniques, it has been exhibited in different cultural and academic national and international venues like: Museo Nacional de Colombia, Banco de la República de Colombia, Art Chicago and International Image Festival among others. Speaker at different Art and Education Congresses like: XXVI International Conference on Learning, Queen’s University Belfast, Regional Congress on Education and Inclusion 2019, Intensive Course: International Symposium on Electronic Arts - ISEA 2020”, Concordia University, Montreal- Canada, among others. She has received different awards and recognitions for her studies, artworks and researches. Her current line of Research and Art Practice focuses on: Art for Social Transformation and Inclusion in multidisciplinary projects.

Español

Ella es Artista Visual egresada de la Universidad Jorge Tadeo Lozano de Bogotá y Máster en Ilustración y Comunicación Visual de la Universidad de Hertfordshire del Reino Unido. Docente e investigadora del programa de artes audiovisuales de la Universidad Autónoma de Bucaramanga – Colombia. Su obra combina nuevos medios, medios convencionales, técnicas tradicionales y contemporáneas, ha participado en exhibiciones culturales y académicas en ámbitos regionales, nacionales e internacionales como: Museo Nacional de Colombia, Banco de la República de Colombia, Art Chicago y Festival Internacional de la Imagen, entre otros. Ha recibido diferentes menciones y premios por su obra plástica y su investigación académica. Oradora en eventos

de Arte y educación como: El XXVI congreso internacional de Aprendizaje en Queen's University, Belfast, Primer Congreso regional de Educación e inclusión 2019, Curso intensivo: "Simposio Internacional de Artes Electrónicas- ISEA 2020", impartido por Concordia University de Montreal, Canadá, entre otros. Su línea de investigación-creación es el arte para la transformación social y la inclusión en proyectos multidisciplinares.

FRANK ALEXANDER RODRIGUEZ ROJAS



English

He is researcher and professor at the Audiovisual Arts department of Universidad Autónoma de Bucaramanga -UNAB. Social Communicator and Master in Digital Communication from the Universidad Pontificia Bolivariana - Colombia. Research Coordinator of the Faculty of Social Sciences, Humanities and Arts at UNAB, (2018 to 2021). Author and Director of more than 20 documentaries about Colombian Memory and Culture. He is Researcher in convergent and transmedia narratives. Recently, co-creator of the projects: “Los Colorados”, a transmedia documentary, and “Más Que Paredes” (More than walls) - web documentary, both reflect on cultural heritage. Associate Researcher and Peer Evaluator of the Ministry of Science, Technology and Innovation of Colombia. Member of the Ibero-American Network of Audiovisual Narratives, and the Colombian Documentary Filmmakers Association.

Español

Él es docente e investigador del programa de Artes Audiovisuales de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB). Comunicador Social y Magíster en Comunicación Digital de la Universidad Pontificia Bolivariana de Colombia. Fue coordinador de investigaciones de la Facultad de Ciencias Sociales, Humanidades y Artes de la UNAB (2018-2021). Ha realizado más de 20 documentales entorno a la memoria y la cultura colombiana. Es investigador en narrativas convergentes y transmedia, co-creador de los proyectos Los Colorados, documental transmedia, y Más Que Paredes, documental web, que reflexionan sobre el patrimonio cultural. Investigador asociado y par evaluador del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia. Miembro de la red Iberoamericana de Narrativas Audiovisuales y de la Asociación Colombiana de Documentalistas.

JUAN C. MARTINEZ ARIAS



English

He was born in Armenia(Q), Colombia. Systems Engineer from the Universidad Piloto de Colombia (1990), Bogotá, Colombia (1994); Master in Engineering from Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia (2012). Director of the Specialization and Master's Degree in Software Engineering at Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2016-2018). Director of postgraduate - Faculty of Engineering and Sciences at the Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2018-to date). I have participated in several research projects, especially related to the application of Software Product Lines in the development of products for hearing impaired children. I have written several publications in areas of application of Software Product Lines. Currently I serve as Assistant Professor and Researcher in the Department of Electronics and Computer Science at the Pontificia Universidad Javeriana de Cali and actively collaborate with the research group Destino of that institution.

Español

El nació en Armenia (Q), Colombia. Ingeniero de Sistemas de la Universidad Piloto de Colombia (1990); Máster en Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia (2012). Director de la Especialización y de la Maestría en Ingeniería de Software de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2016-2018). Director de Posgrados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2018-hasta la fecha). He participado en varios proyectos de investigación, relacionados especialmente con la aplicación de la Líneas de Productos de Software en el desarrollo de productos para niños con discapacidad auditiva. He escrito varias publicaciones en áreas de aplicación de las líneas de Productos de Software. Actualmente sirvo como Profesor Asistente e Investigador en el Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y colaboro activamente con el grupo de investigación Destino de esa institución.



ANDRES A. NAVARRO-NEWBALL



English

He was born in Cali, Colombia. Computer Scientist from the Pontificia Universidad Javeriana, Cali Colombia (1994); Master of Science in Computer Graphics and Virtual Environments at the University of Hull in the United Kingdom (1998); PhD in Computer Science (Graphics Lab) from the University of Otago in New Zealand (2010). Postdoctoral researcher at the Universidad Complutense, Madrid Spain (2014-2017). Head of Computer Science Major at the Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia (2016-2019) He has carried out projects related to surgical simulation, immersive systems for knowledge of cultural and natural heritage, video game-based systems for social inclusion, plant growth simulation and edutainment. Author of multiple publications in areas of application of computer graphics and keynote speaker in conferences in China, México, El Salvador, Argentina, India, and Colombia. Invited research fellow in the United Kingdom, Italy and Spain (2006 – 2019). He is currently serving as Full Professor and Researcher in the Department of Electronics and Computer Sciences of the Pontifical Javeriana University of Cali and actively collaborates with the research groups Destino from that institution; Museum I+D+C from the Complutense University of Madrid; and the Connected Universal Experiences Lab.



Español

El nació en Cali, Colombia. Ingeniero de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (1994); Máster en Ciencias en Computación Gráfica y Ambientes Virtuales en la Universidad de Hull en el Reino Unido (1998); Doctor en Ciencias de la Computación (Laboratorio de Computación Gráfica) de la Universidad de Otago en Nueva Zelanda (2010). Investigador posdoctoral en la Universidad Complutense de Madrid (2014-2017). Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2016-2019). Ha llevado a cabo proyectos relacionados con la simulación quirúrgica, sistemas inmersivos para el conocimiento del patrimonio cultural y natural, sistemas basados en videojuegos para la inclusión social, simulación de crecimiento de plantas y educación. Ha escrito múltiples publicaciones en áreas de aplicación de computación gráfica. Ha sido Orador Principal en conferencias en China, México, India, El Salvador, Argentina y Colombia. Investigador invitado en Italia, Reino Unido y España (2006 – 2019). Actualmente sirve como Profesor Titular e Investigador en el Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y colabora activamente con los grupos de investigación Destino de esa institución; Museo I+D+C de la Universidad Complutense de Madrid; y el Laboratorio de Experiencias Universales Conectadas.

ELIZABETH ASPRILLA



English

She was born in Cali, Colombia. Graduated in Preschool Education from Corporación Educativa Centro de Administración (1996), training in Visual Stimulation and Visual Rehabilitation (1999), certified as Trainer of the Clinical Breast Examination for Blind People (ECM-C) (2015) and Trainer of Trainers of Tactile Assistant Examiners (2017) by Discovering Hands (Germany). Since 1986 she has worked as a Preschool, Primary and Low Vision Teacher of the Rehabilitation Unit of the Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca and Low Vision Therapist of the Clínica Visual y Auditiva(2000-2017) of the same institute in Cali, Colombia. She has participated as a member of the Low Vision team in projects funded by Christoffel Blindenmission (Germany) and in the pilot studies in Latin America in Colombia (2016-2017) and Mexico (2019) for the early detection of breast cancer from Discovering Hands.

Español

Ella nació en Cali, Colombia. Licenciada en Educación Preescolar de la Corporación Educativa Centro de Administración (1996), entrenamiento en Estimulación Visual y Rehabilitación Visual (1999), certificada como Formadora del Examen Clínico de la Mama por Personas Ciegas (ECM-C) (2015) y Formadora de Formadoras de Examinadoras Auxiliares Táctiles (2017) por Discovering Hands (Alemania). Desde 1986 me he desempeñado como Docente de Preescolar, Primaria y Baja Visión de la Unidad de Rehabilitación del Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca y Terapeuta de Baja Visión de la Clínica Visual y Auditiva (2000-2017) del mismo instituto en Cali, Colombia. He participado como integrante del equipo de Baja Visión en proyectos financiados por Christoffel Blindenmission (Alemania) y en los estudios piloto en Latinoamérica en Colombia (2016-2017) y México (2019) para la detección temprana de cáncer de mama de Discovering Hands.



ANDRES D. CASTILLO



English

He was born in Sandoná, Colombia. Electronics Engineer from the Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2002), diploma in Engineering Project Management (2005), diploma in Design and Administration of CISCO Networks (2006) and candidate for a Master's Degree in Engineering from the same university. He has worked as Project Coordinator and Project Engineer of the Rehabilitation Unit of the Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca (2002-2017) and Project Coordinator and Research and Innovation Coordinator of the Clínica Visual y Auditiva of the same institute (2018-current). He has participated as co-investigator in multidisciplinary projects for the development of therapeutic support tools to improve the process of habilitation and rehabilitation of children with hearing impairment. He has also advised academic projects for the development of rehabilitation technology, assistive technology and educational technology for population with sensory deficits with different universities in Cali.

Español

El nacio en Sandoná, Colombia. Ingeniero Electrónico de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali (2002), diplomado en Gerencia de Proyectos en Ingeniería (2005), diplomado Administración de Redes (2006) y candidato a Magister en Ingeniería de la misma universidad. Me he desempeñado como Coordinador de Proyectos e Ingeniero de Proyectos de la Unidad de Rehabilitación del Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca (2002-2017) y como Coordinador de Proyectos y Coordinador Investigación e Innovación de la Clínica Visual y Auditiva del mismo instituto (2018-actual). He participado como coinvestigadora en proyectos multidisciplinario para el desarrollo de herramientas de apoyo terapéutica para mejorar proceso de habilitación y rehabilitación de niños con déficit auditivo. También he asesorado proyectos académicos para el desarrollo de tecnología de rehabilitación, tecnología de apoyo y tecnología educativa para población con déficit sensorial con distintas universidades en Cali.



ANITA Y. PORTILLA



English

She was born in Túquerres, Colombia. She is a Speech and Language Therapist from Universidad Católica de Manizales (1993), Neurodevelopmental Treatment (NDT) Bobath (2006) and Med-el Accreditation as Hearing Implant Rehabilitationist - Foundation Level (2016). Since 1994 she has worked as Speech and Language Therapist for the Rehabilitation Unit of the Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca in Cali, Colombia. She has participated as a co-investigator in multidisciplinary projects for the development of therapeutic support tools to improve the habilitation and rehabilitation process of children with hearing impairment. Additionally, she is Assistant Professor of the Faculty of Health of the Universidad Santiago de Cali in the practice of the Speech and Language Therapy Program (2014-current).

Español

Ella nació en Túquerres, Colombia. Fonoaudióloga de la Universidad Católica de Manizales (1993), Neurodevelopmental Treatment (NDT) Bobath (2006) y Med-el Accreditation as Hearing Implant Rehabilitationist – Foundation Level (2016). Desde 1994 me he desempeñado como Fonoaudióloga de la Unidad de Rehabilitación del Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca en Cali, Colombia. He participado como coinvestigadora en proyectos multidisciplinario para el desarrollo de herramientas de apoyo terapéutica para mejorar proceso de habilitación y rehabilitación de niños con déficit auditivo. Adicionalmente, soy Profesora Asistente de la Facultad de Salud de la Universidad Santiago de Cali en la práctica del Programa de Fonoaudiología (2014-actual).

ELIANA PEÑALOZA



English

Occupational Therapist graduated from the Universidad Nacional de Colombia, PhD student in Psychology at the Universidad del Norte. Master in Education with Cognitive Emphasis in research modality from the Universidad del Norte. Expert in Sensory Integration from the University of Southern California and the Vértice Foundation. Researcher, Advisor and consultant for educational institutions. Teacher in undergraduate and master's degrees at the Universidad del Norte and Universidad del Atlántico, researcher in: pedagogical practices, games, hospital pediatric toy libraries, sensory motor development, motor praxis, writing processes, technology and education. Member of the Cognition and Education Research Group and the Educational Informatics Group of the Institute of Education Studies (IESE) of the Universidad del Norte. Lecturer and workshop at the national level in qualification processes in child development, psycho-affective development, chair for peace, upbringing, childhood, sensory integration and sensorimotor development. Director of Early Childhood Qualification Projects, Learning and Cognitive Theories, Teacher Well-being and Inclusive Education. Director of the Sensory Therapeutic Center.

Español

Terapeuta Ocupacional egresada de la Universidad Nacional de Colombia, estudiante de Doctorado en Psicología en la Universidad del Norte. Magíster en Educación con Énfasis Cognitivo en modalidad investigativa de la Universidad del Norte. Experta en Integración Sensorial de la Universidad del Sur de California y la Fundación Vértice. Investigadora, Asesora y consultora de instituciones educativas. Docente en pregrado y maestría en la Universidad del Norte y Universidad del Atlántico, investigadora en: prácticas pedagógicas, juego, ludotecas pediátricas hospitalarias, desarrollo sensorio motor, praxis motora, procesos de escritura, tecnología y educación. Integrante del Grupo de Investigación Cognición y Educación y en el de Informática Educativa del Instituto de Estudios en Educación (IESE) de la Universidad del Norte. Conferencista y



tallerista a nivel nacional en procesos de cualificación en desarrollo infantil, desarrollo psicoafectivo, cátedra para la paz, crianza, infancia, integración sensorial y desarrollo sensoriomotor. Directora de Proyectos de cualificación en primera infancia, teorías cognitivas y del aprendizaje, Bienestar docente y Educación inclusiva. Directora Centro terapéutico sensorial.



Chapter 11

Framework for design and development of immersive transmedia experiences : Miladys and Halo Media

Framework para el diseño y desarrollo de experiencias inmersivas transmediales : Miladys y Halo Media

Samuel Acosta & Christian Diaz

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://youtu.be/RMHyRoaEHi8>



Framework for design and development of immersive transmedia experiences: Miladys and Halo Media

Samuel Acosta and Christian Diaz

EAFIT University

sacostao@eafit.edu.co

cdiazleo@eafit.edu.co

Abstract

The objective of this research is to propose a framework for the design and development of immersive transmedia experiences, through the analysis of two case studies where the use of virtual reality and virtual worlds to generate educational content and empathetic experiences is evidenced. Virtual worlds are three-dimensional spaces reproduced on a computer screen, where a user can interact and receive sensory feedback from this world and the possibility of interacting with other users. Transmedia storytelling is a process in which the integral elements of a fiction are systematically dispersed across multiple distribution channels in order to create a unified and coordinated experience. Two case studies with the above characteristics are analyzed and a framework divided into 6 stages is proposed, explaining in detail each of them and how this type of experience can be developed.

Keywords: Immersive Experiences, Transmedia, Framework, XR Technologies.

Introduction

The virtualization of educational processes and services in recent years has accelerated due to the phenomena of globalization and digitization of education (Marcum, 2014; Yanitsky, 2019). For this reason, a variety of digital tools have emerged to enhance learning experiences, so that they do not affect learning processes and reduce the high dropout rate reported by virtual education modalities (Marcum, 2014; Zabolotska et al., 2021).

The use of XR technologies (virtual reality, augmented reality, mixed reality) and virtual worlds for the generation of educational content have become tools with great potential (Demetriou (Yiota), 2018; Reisoğlu et al., 2017) where learning strategies must be thought under specific design models since the environment in which the students find themselves is transformed and modified, this means that the content, the narrative and the teaching methods that are usually used must be restructured.

On the other hand, virtual reality has become a tool for creating experiences. Chris Milk (2015) mentions that “Virtual reality connects human beings with other human beings in a profound way that I have never seen in any other media, and can change people’s perception of each other”. This has given way to the creation of products and applications with empathetic experience approaches, an example of this is notes of blindness (*Digital Productions - Notes on Blindness - ARTE*, 2017), which consists of living the sensory and psychological experience of a person with visual disability.

Two concepts determine in what way a virtual world, be it an imitation of the real world or an imaginary world, allow the user to have a sense of being located within that world, these concepts are called immersion and presence. Immersion means “the objective degree to which a VR system and application projects stimuli onto the sensory receptors of users in a way that is extensive, matching, surrounding, vivid, interactive, and plot informing” (Radianti et al., 2020).

In this way, virtual worlds based on virtual reality can be immersive and semi-immersive, especially those that use Head Mounted Display (HMD) where the virtual environment completely or partially surrounds the student (Jensen & Konradsen, 2018). This projection of the virtual environment

around the user favors the sensation of immersion and presence, which facilitates that the behavior and sensory responses are the same as in the real world. On the other hand, there are non-immersive virtual worlds, those that are accessed, for example, using a computer and where the student is fully aware of their surroundings and clearly differentiates it from the virtual environment, which they observe from the outside. In this sense, in this article we mention virtual reality to refer to immersive and semi-immersive environments and the virtual world when referring to non-immersive ones.

Finally, the concept of transmedia or transmedia storytelling is “a process in which the integral elements of a fiction are systematically dispersed across multiple channels in order to create a unified and coordinated entertainment experience” (Jenkins, 2007). For a product to be transmedia it must meet 3 fundamental characteristics. Firstly, multiple media platforms, secondly, expansion of content and narrative, thirdly, audience participation (Rutledge, 2018). Transmedia allows great versatility and ability to serve several purposes. It helps to give media content greater “cultural and economic value in the contemporary media landscape”(Scolari, 2017).

Narrative is one of the fundamental bases of transmedia, however the use of it with XR technologies can lead to the generation of highly immersive experiences that can be used in multiple scenarios as we have seen above, by combining this concept of transmedia narrative and immersion it can be said that is a type of immersive narrative that according to Lovato (2019): “are experiences where the user assumes a leading role in the story that surrounds him and reacts to his movements and decisions”.

This statement is reinforced when Shin talks about transmedia and XR technologies where he states that: “Both in the journalistic field and in the creation of fiction and non-fiction, the narrative for virtual, augmented and mixed reality experiences seeks to arouse emotions through empathy and user inclusion” (Shin, 2018). However, the creation of these experiences, being in a little explored field that includes transmedia and immersive technologies, does not have a framework or guidelines to follow for a successful development of products or services. For this reason, two experiences with these characteristics are analyzed to propose a framework for this type of projects.

Immersive Transmedia Experiences

Miladys

Miladys is a transmedia documentary that has a VR experience with the objective of generating empathy towards people with hearing disabilities. The VR experience is deployed on a market square in the city of Medellin where the person lives the experience from the point of view of Miladys. In this experience the user interacts with different objects that activate the sounds of the market. While the user walks through the market there are several locations where he can grab different fruits and vegetables that activate 3D animations representing the meaning of that fruit in sign language with the aim of encouraging the knowledge and learning of it. As the user interacts with the space, the three-dimensional sound will gradually attenuate generating the sensation of hearing loss until the sound is completely lost and the user experiences a world with this disability.

Within the virtual world there are audio pieces that are directly related to the life of miladys, the protagonist of the story, who has several of her stories on different platforms such as a web series, an interactive website and a television documentary that is in production, thus creating a rabbit hole into the transmedia system. For the development of this experience, how the interactions in VR would be for new users were taken into account, as a consequence of this a guided tutorial on how to move and interact so that the user becomes familiar with the mechanics is done before the experience begins. Also the usage of spatialized sound was an important consideration for creating the hearing loss effect as similar as is in real life.

Halo Media

Halo media was a project carried out in the Master in Transmedia Communication at EAFIT University, with the objective of teaching and illustrating how the concepts of transmedia and user participation work. The experience was based on the famous science fiction game Halo, where a non-immersive virtual world was designed in the Mozilla Hubs platform, to invite participants to fulfill a mission that consisted of creating a story from the information located inside cards called "Halo Media", which are hidden virtually in the world of Halo that was created (Hubs) and

physically in the Medialab (Eafit). These graphic pieces contain key data of the universe and characters of the game.

To build the stories, participants had to select a genre and medium to develop them. The genres that could be chosen were: Horror, drama, action, erotic, comedy, western, thriller and the expressive media were: audio, video, drawing, writing, computer graphics, photography, performance. This allowed the narrative expansion of the halo universe, while at the same time it was placed on multiple platforms where users actively participated in the creation of the content.

Framework approach

The framework based on the analysis of both experiences is presented below.



1. **Context research:** In this stage an investigation of the theme to be addressed or the problem to be solved is made, this research is not only related to the virtual space to be recreated but also with an in-depth study of what you want to achieve by creating the experience. The latter includes the approach of the target audience, definition of the problem or solution, analysis of the context from the narrative and aesthetic point of view.

2. **Technological approach:** A process called technology selection is proposed where an exhaustive search of different types of software and hardware where the project can be developed, taking into account the limitations and characteristics previously found in the context research exercise, This is done at the same time as the development of the platform map that consists of the organization and distribution of the content of the project in its multiple platforms where not all of them must necessarily use the immersive technologies but they must have a relationship that allows the expansion of the project, in this phase the definition of the interactions that the user will perform within the immersive experience is also made in order to have clarity at the time of the development.
3. **Creation of the narrative universe:** This process corresponds to the design of the storytelling and how the stories within the various platforms will be connected, what story will be told on each platform, through what medium it will be told and how the user will visualize the content. For this stage it is necessary to take into account the principles of transmedia and make use of elements such as rabbit holes, white spaces and migratory signals to allow narrative expansion.
4. **Prototyping:** This will be the development stage of the project, which includes 4 main aspects:
 - The mechanics of user interaction within each of the platforms and how these enable the narrative understanding of the project, allow participation and generate engagement with the content of the immersive platforms.
 - Spatiality: This refers to the virtual and physical configuration of the project, the positioning of the content on the platforms, the layout of the content in space, the look and feel of the interactive experience and the overall aesthetics of the project.
 - The contents: This refers not only to the media (visual, auditory, textual), but also to the relationship of these with the platform and the narrative, The strategic planning of the production of these contents must allow the quick test of these in the platform to

determine the compatibility it has with it, this includes from 3D models, animations, graphic pieces, spatialized audi, 360 video, podcast, among others.

- The user experience: It must be planned how the user will live the interactive experience from before, during and after, how he will consume the content, what are the actions allowed and restrictions, what are the strategies to connect it with other platforms, how he will understand the mechanics of spatiality and interaction.
5. **User testing:** Stage where after a highly prototyped version of the experience is finished, it is tested with the target audience and exercises such as interviews, focus groups and cognitive walks are done to know the users' perspective on aesthetics, narrative, interaction, spatiality and the transmedia system, then an analysis of these results is done to obtain information on how to iterate on the products which belong to the transmedia strategy.
 6. **Development and deployment:** Final stage where the iterations resulting from the user tests are performed, the final interactions are programmed to evaluate the usability within the platforms and the deployment strategy of the project platforms is created. In this stage, tests are done again to verify the results of the product and minor adjustments are made to the transmedia system, also a final validation of the content and storytelling of the project is done to ensure that the objectives set in the initial stage are met.

Conclusions

In this first approach the use of immersive experiences with transmedia is analyzed and evidenced, the initial findings allow us to determine that both, virtual worlds and VR experiences require a narrative design that must contemplate elements such as spatiality, interaction and content, aligned with the rest of the transmedia system.

The proposed framework is based not only on the analysis of the exemplified projects but also on several types of transmedia projects that include immersive technologies. It is expected to be able to apply this first version of the framework to different methodologies within learning and creation spaces at EAFIT University to determine the functionality of the proposed framework. Further studies will be carried out to refine the framework and develop a step-by-step approach with greater academic and contextual rigor. Currently, several projects are being developed that follow the steps proposed within the field of educational transmedia and the results of these will be part of the refinement of the framework.

References

- Demetriou (Yiota), P. A. (2018). 'Imagineering' mixed reality (MR) immersive experiences in the postdigital revolution: Innovation, collectivity, participation and ethics in staging experiments as performances. *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, 14(2), 169-186. <https://doi.org/10.1080/14794713.2018.1511138>
- Digital Productions—Notes on Blindness—ARTE*. (2017, septiembre 12). Arte Webproductions. <https://www.arte.tv/sites/webproductions/en/notes-on-blindness/>
- Jenkins, H. (2007, marzo 22). *Transmedia Storytelling 101*. Henry Jenkins. http://henryjenkins.org/blog/2007/03/transmedia_storytelling_101.html
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Lovato, A. (2019). Diseño narrativo para AR y VR en proyectos transmedia de no ficción. *XXI° Congreso de la Red de Carreras de Comunicación Social y Periodismo, Escuela de Ciencias de la Comunicación, Facultad de Humanidades (UNSa), Salta.*, 21.

- Marcum, D. (2014). The Digital Transformation of Information, Education, and Scholarship. *International Journal of Humanities and Arts Computing*, 8(supplement), 1-11. <https://doi.org/10.3366/ijhac.2014.0095>
- Milk, C. (2015, abril 22). *How virtual reality can create the ultimate empathy machine*. https://www.ted.com/talks/chris_milk_how_virtual_reality_can_create_the_ultimate_empathy_machine
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Reisoğlu, I., Topu, B., Yılmaz, R., Karakuş Yılmaz, T., & Göktaş, Y. (2017). 3D virtual learning environments in education: A meta-review. *Asia Pacific Education Review*, 18(1), 81-100. <https://doi.org/10.1007/s12564-016-9467-0>
- Rutledge, P. (2018). Transmedia Psychology: Creating Compelling and Immersive Experiences. En *The Routledge Companion to Transmedia Studies*. Routledge.
- Scolari, C. A. (2017, marzo 2). El translector. Lectura y narrativas transmedia en la nueva ecología de la comunicación. *Hipermediaciones*. <https://hipermediaciones.com/2017/03/02/el-translector-lectura-y-narrativas-transmedia-en-la-nueva-ecologia-de-la-comunicacion/>
- Shin, D. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in Human Behavior*, 78, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012>
- Yanitsky, O. (2019). Education in the Context of Current Globalization. *International Research in Higher Education*, 4, 37. <https://doi.org/10.5430/irhe.v4n2p37>
- Zabolotska, O., Zhyliak, N., Hevchuk, N., Petrenko, N., & Alienko, O. (2021). Digital competencies of teachers in the transformation of the educational environment. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 14(1), 43-50. Scopus. <https://doi.org/10.22094/JOIE.2020.677813>

Framework para el diseño y desarrollo de experiencias inmersivas transmediales: Miladys y Halo Media

Samuel Acosta and Christian Diaz

EAFIT University

sacostao@eafit.edu.co

cdiazleo@eafit.edu.co

Resumen

El objetivo de esta investigación es plantear un framework para el diseño y desarrollo de experiencias inmersivas transmediales, a través del análisis de dos casos de estudio donde se evidencia el uso de la realidad virtual y los mundos virtuales para generar contenidos educativos y experiencias de empatía. Los mundos virtuales son espacios tridimensionales reproducidos en una pantalla de ordenador, donde un usuario puede interactuar y recibir retroalimentación sensorial tanto de este mundo como la posibilidad de interactuar con otros usuarios. La narrativa transmedia es un proceso en el que los elementos integrales de una ficción se dispersan sistemáticamente a través de múltiples canales de distribución con el fin de crear una experiencia unificada y coordinada. Se analizan dos casos de estudio que cuentan con las anteriores características y se propone un framework dividido en 6 etapas donde se explica a detalle en qué consiste cada una de ellas y cómo se pueden desarrollar este tipo de experiencias.

Palabras Claves: Experiencias Inmersivas, Transmedia, Framework, Tecnologías XR.

Introducción

La virtualización de los procesos y servicios educativos en los últimos años se han acelerado debido a los fenómenos de globalización y digitalización de la educación (Marcum, 2014; Yanitsky, 2019). Por esta razón han surgido una variedad de herramientas digitales para potencializar las experiencias de aprendizaje, de tal manera que no afecten los procesos de aprendizaje y reduzcan el alto índice de deserción que han reportado las modalidades virtuales de educación (Marcum, 2014; Zabolotska et al., 2021).

El uso de las tecnologías de XR (realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta) y los mundos virtuales para la generación de contenido educativo se han convertido herramientas con un gran potencial (Demetriou (Yiota), 2018; Reisoğlu et al., 2017) donde las estrategias de aprendizaje deben ser pensadas bajo modelos de diseño específicos ya que el medio en el que se encuentran los estudiantes se transforma y se modifica, esto significa una reestructuración del contenido, la narrativa y los métodos de enseñanza que se utilizan habitualmente.

Por otro lado, la realidad virtual se ha convertido en una herramienta para la creación de experiencias. Chris Milk (2015) menciona que “La realidad virtual conecta a los seres humanos con otros seres humanos de una manera profunda que nunca había visto en ningún otro medio de comunicación, y puede cambiar la percepción de las personas entre sí”. Esto ha dado paso a que creen productos y aplicaciones con enfoques de experiencias de empatía, un ejemplo de esto es *notes of blindness*, que consiste en vivir la experiencia sensorial y psicológica de una persona con discapacidad visual (2017).

Dos conceptos determinan de qué manera un mundo virtual, ya sea una imitación del mundo real o un mundo imaginario, permite al usuario tener la sensación de estar situado dentro de ese mundo, estos conceptos se denominan inmersión y presencia. Por inmersión se entiende “el grado objetivo en el que un sistema y una aplicación de VR proyectan estímulos sobre los receptores sensoriales de los usuarios de una manera amplia, coincidente, envolvente, vívida, interactiva y con información sobre la trama” (Radianti et al., 2020).

De este modo, los mundos virtuales basados en la realidad virtual pueden ser inmersivos y semi-inmersivos, especialmente los que utilizan Head Mounted Display (HMD) donde el entorno virtual rodea total o parcialmente al usuario (Jensen & Konradsen, 2018). Esta proyección del entorno virtual alrededor del usuario favorece la sensación de inmersión y presencia, lo que facilita que el comportamiento y las respuestas sensoriales sean las mismas que en el mundo real. Por otro lado, existen los mundos virtuales no inmersivos, aquellos a los que se accede, por ejemplo, mediante un ordenador y en los que el alumno es plenamente consciente de su entorno y lo diferencia claramente del entorno virtual, que observa desde el exterior. En este sentido, en este artículo mencionamos la realidad virtual para referirnos a los entornos inmersivos y semi inmersivos y el mundo virtual cuando nos referimos a los no inmersivos.

Finalmente el concepto de la transmedia o la narrativa transmedia es “un proceso en el que los elementos integrales de una ficción se dispersan sistemáticamente a través de múltiples canales con el fin de crear una experiencia de entretenimiento unificada y coordinada” (Jenkins, 2007). Para que un producto sea transmedia debe cumplir con 3 características fundamentales. En primer lugar, múltiples plataformas de medios, en segundo lugar, expansión de contenidos y narrativa, en tercer lugar, participación de la audiencia (Rutledge, 2018). La transmedia permite una gran versatilidad y capacidad para servir a varios propósitos. Ayuda a dar a los contenidos mediáticos un mayor “valor cultural y económico en el panorama mediático contemporáneo” (Scolari, 2017).

La narrativa es una de las bases fundamentales de la transmedia, sin embargo la utilización de esta con tecnologías XR puede concluir en la generación de experiencias altamente inmersivas que pueden ser aprovechadas en múltiples escenarios como lo hemos visto anteriormente, al combinar este concepto de la narrativa transmedia y la inmersión podemos hablar de un tipo de narrativa inmersiva que según Lovato (2019): “son experiencias donde el usuario asume un rol protagónico en la historia que lo envuelve y reacciona a sus movimientos y decisiones”.

Esta afirmación es reforzada cuando Shin (2018) habla sobre transmedia y tecnologías XR donde afirma que: “Tanto en el terreno periodístico

como en la creación de ficción y no ficción, la narrativa para experiencias de realidad virtual, aumentada y mixta busca despertar emociones por medio de la empatía y la inclusión del usuario”. Sin embargo, la creación de estas experiencias al estar en un campo poco explorado como es la transmedia con tecnologías inmersivas, no tiene un framework o guías para seguir un exitoso desarrollo de los productos o servicios. Es por esto que a continuación analizaremos 2 experiencias con estas características con el fin de crear un framework experimental para este tipo de proyectos.

Experiencias Inmersivas Transmedia

Miladys

Miladys es un documental transmedia que cuenta con una experiencia en VR con el objetivo de generar empatía hacia las personas con discapacidad auditiva. La experiencia en VR está basada en una plaza de mercado de la ciudad de medellín donde la persona que vive la experiencia se pone en los zapatos de miladys, allí debe interactuar con diferentes objetos que en primera instancia activan los sonidos de la plaza, en el recorrido de la plaza hay varios puntos donde los usuarios pueden agarrar diferentes frutas y verduras que activan animaciones 3D representando el significado de esa fruta en lenguaje de señas con el objetivo de incentivar el conocimiento y aprendizaje de este. A medida que el usuario interactúe con el espacio, el sonido tridimensional se atenuará poco a poco generando la sensación de hipoacusia hasta que finalmente el sonido se pierda por completo y el usuario experimente un mundo con esta discapacidad.

Dentro del mundo virtual existen piezas de audio que están directamente relacionadas con la vida de miladys, la protagonista de la historia, que a su vez tiene varios de sus relatos montados en diferentes plataformas como lo son una serie web , una página web interactiva y un documental para televisión que se encuentra en producción , creando de esta manera un agujero de conejo hacia el sistema transmedia. Para el desarrollo de esta experiencia se tuvo en cuenta cómo serían las interacciones en VR para usuarios nuevos, es por esta razón que antes de iniciar la experiencia existe un tutorial guiado de cómo moverse e interactuar para que de esta manera el usuario se familiarice con las mecánicas.

Halo Media

Halo media fue un proyecto realizado en la Maestría en Comunicación Transmedia de la universidad EAFIT, con el objetivo de enseñar e ilustrar cómo funcionan los conceptos de la transmedia y la participación de los usuarios. La experiencia partió del famoso juego de ciencia ficción Halo, donde se diseñó un mundo virtual no inmersivo en la plataforma Mozilla Hubs, para invitar a los participantes a cumplir una misión que consistió en crear una historia a partir de la información localizada dentro de unas cartas llamadas "Halo Media", las cuales están escondidas de manera virtual en el mundo de Halo creado (hubbs) y/o manera física en el Medialab (Eafit). Estas piezas gráficas contienen datos clave del universo y los personajes del juego.

Para construir las historias, los participantes debían seleccionar un género y medio para desarrollarlas. Los géneros que podrán ser elegidos son: Terror, drama, acción, erótico, comedia, western, Triller y los medios expresivos son: audio, video, dibujo, escritura, infografía, fotografía, performance. Esto permitió la expansión narrativa del universo de halo, al mismo tiempo que se situó en múltiples plataformas donde los usuarios participaron activamente de la creación del contenido.

Planteamiento del framework

A continuación, se presenta el framework basado en el análisis de ambas experiencias.



1. **Investigación del contexto:** En esta etapa se hace una investigación de la temática a tratar o de la problemática que se quiere resolver, esta investigación no está solo relacionada con el espacio virtual que se quiere recrear sino también con un estudio a fondo de lo que se quiere lograr al crear la experiencia. Esto último incluye el planteamiento del público objetivo, definición del problema o solución, análisis del contexto desde lo narrativo y estético.
2. **Planteamiento tecnológico:** Se plantea un proceso llamado *selección de tecnologías* donde fundamentalmente se hace una búsqueda exhaustiva de diferentes tipos de software y hardware en donde se pueda desarrollar el proyecto teniendo en cuentas las limitantes y características encontradas previamente en el ejercicio de investigación en contexto, todo esto se hace a la par del desarrollo de *mapa de plataformas* que consiste en la organización y distribución del contenido del proyecto en sus múltiples plataformas donde no todas necesariamente deben utilizar las tecnologías inmersivas pero deben tener un relacionamiento que permita la expansión del proyecto, finalmente en esta etapa se hace la *definición de las interacciones* que el usuario realizará dentro de la experiencia inmersiva con el fin de tener claridad a la hora del desarrollo.
3. **Creación del universo narrativo:** Este proceso corresponde a el diseño del storytelling y cómo las historias dentro de las diversas plataformas van a estar conectadas, qué historia se contará en cada plataforma, a través de qué medio será contada y como el usuario visualizará el contenido. Para esta etapa es necesario tener en cuenta los principios de la transmedia y hacer uso de elementos como lo son agujeros de conejo, espacios en blanco y señales migratorias para permitir la expansión narrativa.
4. **Prototipado:** Esta será la etapa de desarrollo del proyecto que comprende 4 aspectos principales que son:
 - Las mecánicas de interacción de los usuarios dentro de cada una de las plataformas y cómo estas posibilitan la comprensión narrativa del proyecto, permiten la participación y generar engagement con el contenido de las plataformas inmersivas.

- La espacialidad: Se refiere a la configuración tanto virtual como física del proyecto, el posicionamiento de los contenidos en las plataformas, la diagramación de estos en el espacio, el look and feel de la experiencia interactiva y la estética general del proyecto.
- Los contenidos: Esto se refiere no solo al medio (Visual, auditivo, textual), sino también al relacionamiento de estos con la plataforma y la narrativa, el contenido que puede tener una experiencia interactiva transmedia comprende desde modelos 3d, animaciones, piezas gráficas, audio, video, podcast entre otras. La planeación estratégica de la producción de estos contenidos debe permitir la prueba rápida de estos en las plataforma para determinar la compatibilidad que tiene con ella, esto incluye desde modelos 3d, animaciones hasta audio especializado y videos 360.
- La experiencia de usuario: Se debe planear cómo el usuario va a vivir la experiencia interactiva desde un antes, durante y después, cómo va a consumir el contenido, cuáles son las acciones que tiene permitidas y las restricciones, cuales son las estrategias para conectarlo con las otras plataformas, como va a entender las mecánicas de espacialidad e interacción.

5. Pruebas de usuario: Etapa donde después de finalizada una versión altamente prototipada de la experiencia se prueba con el público objetivo y se hacen ejercicios como entrevistas, grupos focales y paseos cognitivos para conocer la perspectiva de los usuarios sobre la estética, la narrativa, la interacción, la espacialidad y el sistema transmedia, posteriormente se hace un análisis de estos resultados para obtener información de cómo iterar sobre los productos pertenecientes a la estrategia transmedia.

6. Desarrollo y despliegue: Etapa final donde se realizan las iteraciones resultantes de las pruebas de usuario, se programan las interacciones finales para evaluar la usabilidad dentro de las plataformas y se crea la estrategia de despliegue de las plataformas del proyecto. En esta etapa se hacen nuevamente pruebas para verificar los resultados del producto y se realizan ajustes menores en el sistema transmedia,

también se hace una validación final del contenido y del storytelling del proyecto para garantizar que se cumplan los objetivos planteados en la etapa inicial.

Conclusiones

En este primer acercamiento se analiza y se evidencia la utilización de las experiencias inmersivas con transmedia, los hallazgos iniciales nos permiten determinar que ambos, los mundos virtuales y las experiencias en VR requieren un diseño narrativo que debe contemplar elementos como la espacialidad, interacción y contenidos, alineado con el resto del sistema transmedia.

El framework propuesto está basado no solo en el análisis de los proyectos ejemplificados sino también en varios tipos de proyectos transmedia que incluyen tecnologías inmersivas. Se espera poder aplicar esta primera versión del framework a diferentes metodologías dentro de espacios de aprendizaje y creación en la universidad EAFIT para determinar la funcionalidad del framework planteado. Mayores estudios se realizarán para refinar el framework y poder desarrollar un paso a paso con mayor rigurosidad académica y contextual. Actualmente se están desarrollando varios proyectos que siguen con los pasos planteados dentro del campo de la transmedia educativa y los resultados de estos harán parte del refinamiento del framework.

Referencias

- Demetriou (Yiota), P. A. (2018). 'Imagineering' mixed reality (MR) immersive experiences in the postdigital revolution: Innovation, collectivity, participation and ethics in staging experiments as performances. *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, 14(2), 169-186. <https://doi.org/10.1080/14794713.2018.1511138>
- Digital Productions—Notes on Blindness—ARTE. (2017, septiembre 12). Arte Webproductions. <https://www.arte.tv/sites/webproductions/en/notes-on-blindness/>
- Jenkins, H. (2007, marzo 22). *Transmedia Storytelling 101*. Henry Jenkins. http://henryjenkins.org/blog/2007/03/transmedia_storytelling_101.html
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Lovato, A. (2019). Diseño narrativo para AR y VR en proyectos transmedia de no ficción. XXI° Congreso de la Red de Carreras de Comunicación Social y Periodismo, Escuela de Ciencias de la Comunicación, Facultad de Humanidades (UNSa), Salta., 21.
- Marcum, D. (2014). The Digital Transformation of Information, Education, and Scholarship. *International Journal of Humanities and Arts Computing*, 8(supplement), 1-11. <https://doi.org/10.3366/ijhac.2014.0095>
- Milk, C. (2015, abril 22). *How virtual reality can create the ultimate empathy machine*. https://www.ted.com/talks/chris_milk_how_virtual_reality_can_create_the_ultimate_empathy_machine
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Reisoğlu, I., Topu, B., Yılmaz, R., Karakuş Yılmaz, T., & Göktaş, Y. (2017). 3D virtual learning environments in education: A meta-review. *Asia Pacific Education Review*, 18(1), 81-100. <https://doi.org/10.1007/s12564-016-9467-0>
- Rutledge, P. (2018). *Transmedia Psychology: Creating Compelling and Immersive Experiences*. En *The Routledge Companion to Transmedia Studies*. Routledge.
- Scolari, C. A. (2017, marzo 2). El translector. Lectura y narrativas transmedia en la nueva ecología de la comunicación. *Hipermediaciones*. <https://hipermediaciones.com/2017/03/02/el-translector-lectura-y-narrativas-transmedia-en-la-nueva-ecologia-de-la-comunicacion/>

- Shin, D. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in Human Behavior*, 78, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012>
- Yanitsky, O. (2019). Education in the Context of Current Globalization. *International Research in Higher Education*, 4, 37. <https://doi.org/10.5430/irhe.v4n2p37>
- Zabolotska, O., Zhyliak, N., Hevchuk, N., Petrenko, N., & Alieko, O. (2021). Digital competencies of teachers in the transformation of the educational environment. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 14(1), 43-50. Scopus. <https://doi.org/10.22094/JOIE.2020.677813>

SAMUEL ACOSTA ORTIZ



English

Samuel Acosta Ortiz is an engineer in digital entertainment design with emphasis in interactive experiences and candidate for a master's degree in transmedia communication at EAFIT University, he has been working with conceptualization, prototyping, user experience and development of XR technologies such as applications and experiences in virtual and augmented reality and creation of virtual worlds. He develops immersive technology in the Medialab of Eafit University where he has worked in the coordination and execution of transmedia and multidisciplinary projects, looking for technological and interactive solutions that enhance educational processes through simulation tools and virtual training. He is currently part of the seedbed for the design of interactive and immersive experiences.

Español

Samuel Acosta Ortiz es ingeniero en diseño de entretenimiento digital con énfasis en experiencias interactivas y aspirante a magister en comunicación transmedia de la universidad EAFIT, tiene experiencia en desarrollo con tecnologías XR y aplicaciones en el motor de videojuegos Unity, conceptualización, prototipado y desarrollo de experiencias en realidad mixta y mundos inmersivos. Desarrolla tecnología inmersiva en el Medialab de la universidad Eafit donde se ha desempeña en la coordinación y ejecución de proyectos transmedia y multidisciplinarios, buscando soluciones tecnológicas e interactivas que potencialicen procesos educativos por medio de herramientas de simulación y entrenamiento virtual. Actualmente coordina el semillero para diseño de experiencias interactivas e inmersivas.



CHRISTIAN DIAZ



English

Christian Díaz is a Biomedical Engineer from Universidad EIA and CES, and obtained his MSc and PhD degrees from Universidad EAFIT, 2009 and 2016, respectively. During 2006 and 2016 he was part of the Virtual Reality Laboratory at EAFIT University. He joined the Clinical Anatomy Lab at Stanford University, as a visiting researcher in 2011, working on collaborative networked surgical simulators for medical training. He received an award by the MIT Technology Review as one of the nine best innovators of 2016 edition in Colombia. He was co-founder and director between 2014 and 2019 of the Simdesign Colombia Alliance. He is currently associate professor and chair of the undergraduate program in Interactive Design at EAFIT University. His research interests include the impact of augmented reality on learning applications, the implementation of context-sensitive applications to improve human well-being, the use of collaborative virtual reality for medical training of cognitive and motor skills, and the development of technologies in the area of digital medicine.

Español

Christian Díaz es Ingeniero Biomédico de la Universidad EIA y CES, y obtuvo su maestría y doctorado en la Universidad EAFIT, 2009 y 2016. Durante 2006 y 2016 hizo parte del Laboratorio de Realidad Virtual de la Universidad EAFIT. Se incorporó al Laboratorio de Anatomía Clínica de la Universidad de Stanford, como investigador visitante en 2011, trabajando en simuladores quirúrgicos colaborativos para el entrenamiento médico. Fue premiado por MIT Technology Review como uno de los nueve mejores innovadores de la edición 2016 en Colombia. Fue cofundador y director entre 2014 y 2019 de la Alianza Simdesign Colombia. Actualmente es profesor asociado y director del pregrado en Diseño Interactivo de la Universidad EAFIT. Sus intereses de investigación incluyen el impacto de la realidad aumentada en aplicaciones de aprendizaje, la implementación de aplicaciones sensibles al contexto para mejorar el bienestar humano, el uso de la realidad virtual colaborativa para el entrenamiento médico de habilidades cognitivas y motoras, y el desarrollo de tecnologías en el área de la medicina digital.

Chapter 12

Inclusive Teaching Resources Design: Integration of Analog and Digital Tools for Inclusion

**Diseño de recursos educativos inclusivos. Integración de
recursos análogos y digitales para la inclusión**

Sindey Carolina Bernal

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://www.youtube.com/watch?v=RQnfs8vixdk>



Inclusive Teaching Resources Design Integration of Analog and Digital Tools for Inclusion

Sindey Carolina Bernal

Director of the master in Inclusive and Intercultural Education
at Universidad El Bosque

sbernalv@unbosque.edu.co

Abstract

The National Mental Health Survey in Colombia (Ministry of Health, 2015) found that 6,6% of interviewed boys and girls display depression and anxiety, often making socialization challenging, a figure particularly high among children age 7 to 11. This is a common situation at educational institutions where teachers lack resources and strategies to strengthen work assigned to do in class and at home. Moreover, 15% of children have learning disabilities, which slows down their learning process and results in absenteeism and dropout. Emotional and behavioral changes that influence the psychosocial sphere are experienced during middle childhood. Accordingly, age-appropriate alternatives that strengthen the process required for handling and expressing emotions are put forth by this proposal. This approach implements emerging technologies cohesively with the Universal Learning Design as it develops from contextual situations through both digital and analogic teaching resources designed to support teachers, parents and children who display depression, anxiety and learning disabilities.

Keywords: Design, University for Learning, Emerging Technologies, Depression, Anxiety, Learning Disabilities.

Introduction

Problem

According to psychologist Juan Piaget's Theory of Learning, middle childhood (ages 6-9) is a stage when children undergo a process of social and cognitive growth and development during which they display emotional and behavioral changes that influence the psychosocial sphere. Sociocultural and socioeconomic contexts that surround children are other implicit factors, considering the very important role family environment plays in forging experiences that foster children's personal growth. These contexts, often due to diverse circumstances within families and at school, bring about depression and anxiety, consequently hindering children's learning and their continuity in school. In addition, alternatives for better psychosocial performance for depression and anxiety haven't been created in Colombia. Wells (2009) refers to depression as a decrease in activity, resulting in the development of further behavioral problems that begin to accumulate and create difficulties to navigate their personal and social life.

Around 15% of children in Colombia are known to have learning disabilities, most of which are neither acknowledged nor diagnosed according to child psychologist Annie Acevedo. No strategies are usually in place to decrease these figures. Rosa Julia Guzmán, director of childhood line of research explained that minors between kindergarten and first grade face this challenge, which also becomes a public health issue as they are referred by teachers to language and psychological therapy.

Navas and J. Castejón (2018) recognize the importance of developing strategies to promote learning and address challenges emerging both in the class room and at home, that's why they recommend the use of multi-sensory stimulation to boost the process, emphasizing in studied concepts in order to apply them and finally adapt them to the teaching processes, allowing the integration of other didactic strategies to adapt to the children's learning styles. The Horizon Report (2014) identifies emerging technologies as a strategy to invigorate the teaching-learning process, taking advantage of digital tools that allow for everyone's participation.

Johnson and Haywood (2011) suggest that game based learning and open content allows teachers, students and parents to take advantage of sensory stimulation by using strategies that result in everyone's participation and the transformation of each participant's role.

Another frequent challenge can be seen at the level of tool design within specific areas, which requires changes in tools and didactic resources, and the use of interdisciplinary student-centred non-static practices. Given such context, it is recommended to develop approaches that bring about various digital and analog teaching tools in order to generate an active role that involves everyone. It serves the purpose of preventing situations that could produce depression and anxiety while contributing to mental health, and emotional management and identification.

Justification

Nowadays students are protagonists in the learning process and are no longer considered passive receivers of information. On the contrary, they make suggestions and their opinion is taken into account as to develop critical thinking. Information and communication technology and education are used jointly to leverage innovation in didactics that adapts to children's context, the new challenges of globalization, creative society and constant changes in cities.

These strategies are promoted from the Universal Learning Design, which takes on Howard Gardner's Multiple Intelligence Theory and acknowledges there is not a single way to achieve learning, which is made evident by the way children explore the world, solve problems and enhance their development and learning. Universal Learning Design bolsters neural network activity (affective network, recognition network and strategic network) activated during learning and applies the set of principles shown in figure 1 (CAST, (2011)).

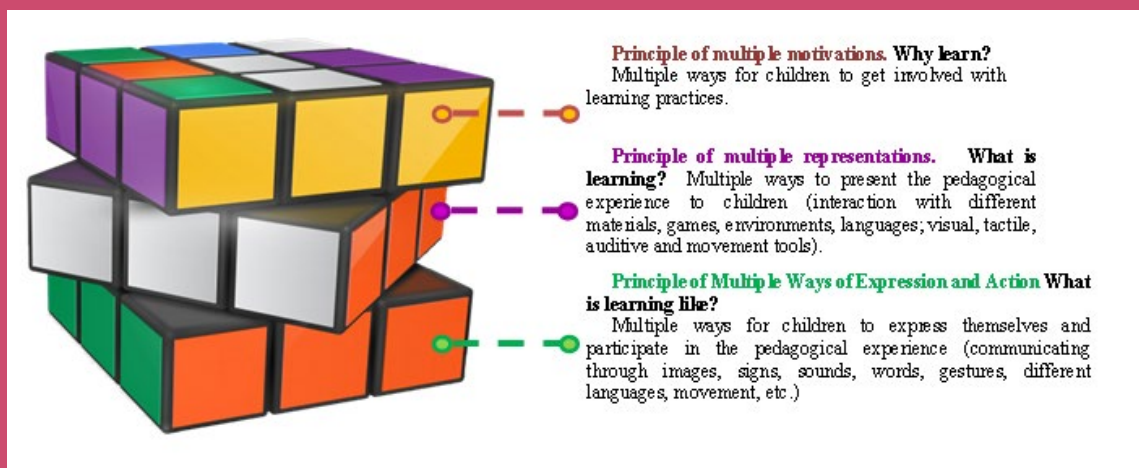


Figure SEQ Figura * ARABIC 1
Principles of the Universal Learning Design

The use of emerging technologies in education generates a new scene to develop the teaching-learning process and supplies different possibilities and challenges at all levels of education. The learning space goes beyond the classroom as virtual learning takes an important role that allows access by means of multiple tools available both in mobile devices and computers thus creating the need for new ways to foster education. Additionally, emerging technologies enable the generation of dynamic indicators providing new metrics to analyze the learning process and manage education. Tapscott (1998) proposes in this strategy to integrate play in order to give a student a more flexible and creative atmosphere to learn a wide range of visual, auditive and motor skills.

The design and implementation of Inclusive Digital Tools enables multi-sensory activation focused on skill development and based on contextual need recognition relative to the possibility to access a wide array of digital teaching tools. Beside increasing the capacity of usage of information and communication technology for educational purposes through the production, management and use of such tools, its joint coordination with the National Education Ministry of Colombia (2012) contributes to the qualification of teachers and the development and the renewal of teaching

practices in several formation methodologies. In this sense, it aims to enhance these digital teaching tools through the Universal Learning Design, seeking to offer access to benefit all students. The research seedbed is consolidated by integrating students to the University and creating tools that foster inclusion with an impact in real contexts allowing for varied participation. Figure 2 shows the leading team that developed the proposals presented in this article.

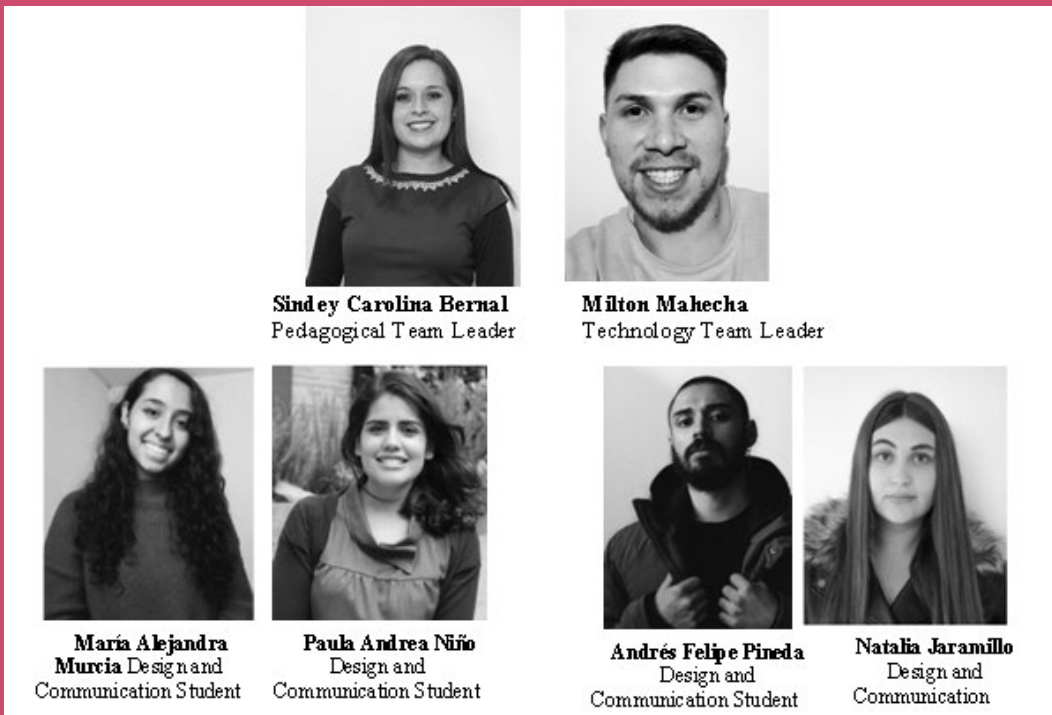


Figure SEQ Figura 1* ARABIC 2
Creative Seedbed Team INCLUTICUEB

Methodology

The methodological structure implemented in the development of the proposals is Matt Cooke's design methodology, which is divided in four phases: definition, divergence, transformation and convergence, as seen in figure 3.

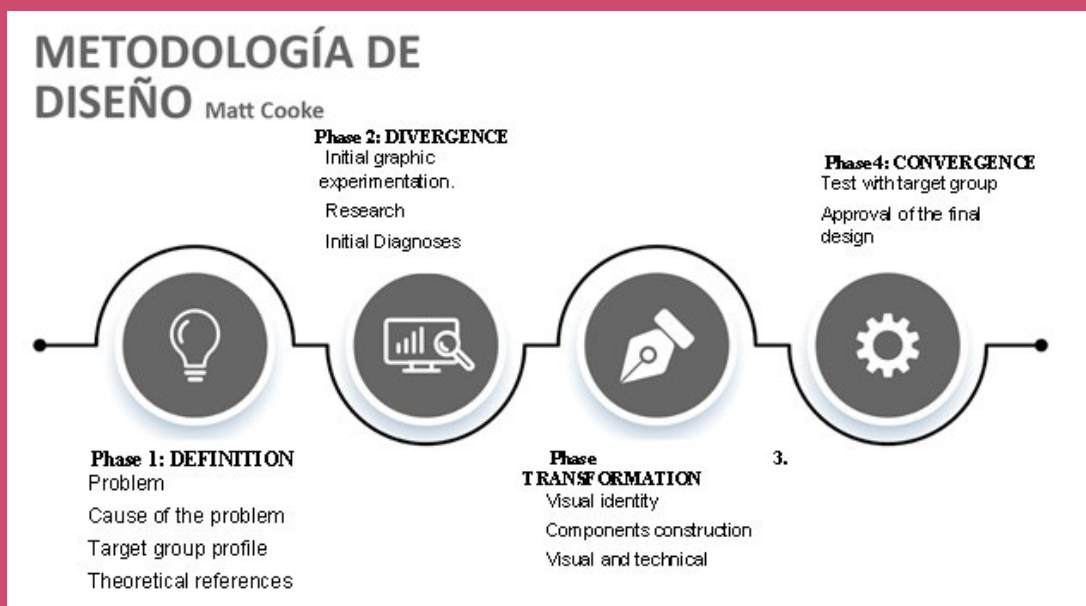


Figure SEQ Figura * ARABIC 3
Matt Cooke's Design Methodology

Source. Adaptation Jaramillo, N; Pineda, Felipe (2020)

Regarding the case of the Monster Mood tool in phase 2 of the initial diagnosis process, the beneficiary target group was involved since the beginning in designing the characters that would be part of the experience. Based on the target population, a base group of 30 children (ages 6 to 9) in third grade was selected. There were 5 children with depression and anxiety

among the base group, so it allowed everyone's participation without the need to manage each participant's emotions. The color choices for each emotion can be seen in figure 4. Figure 5 shows an analysis of the relation between emotions through the selection of the favorite or least favorite character.

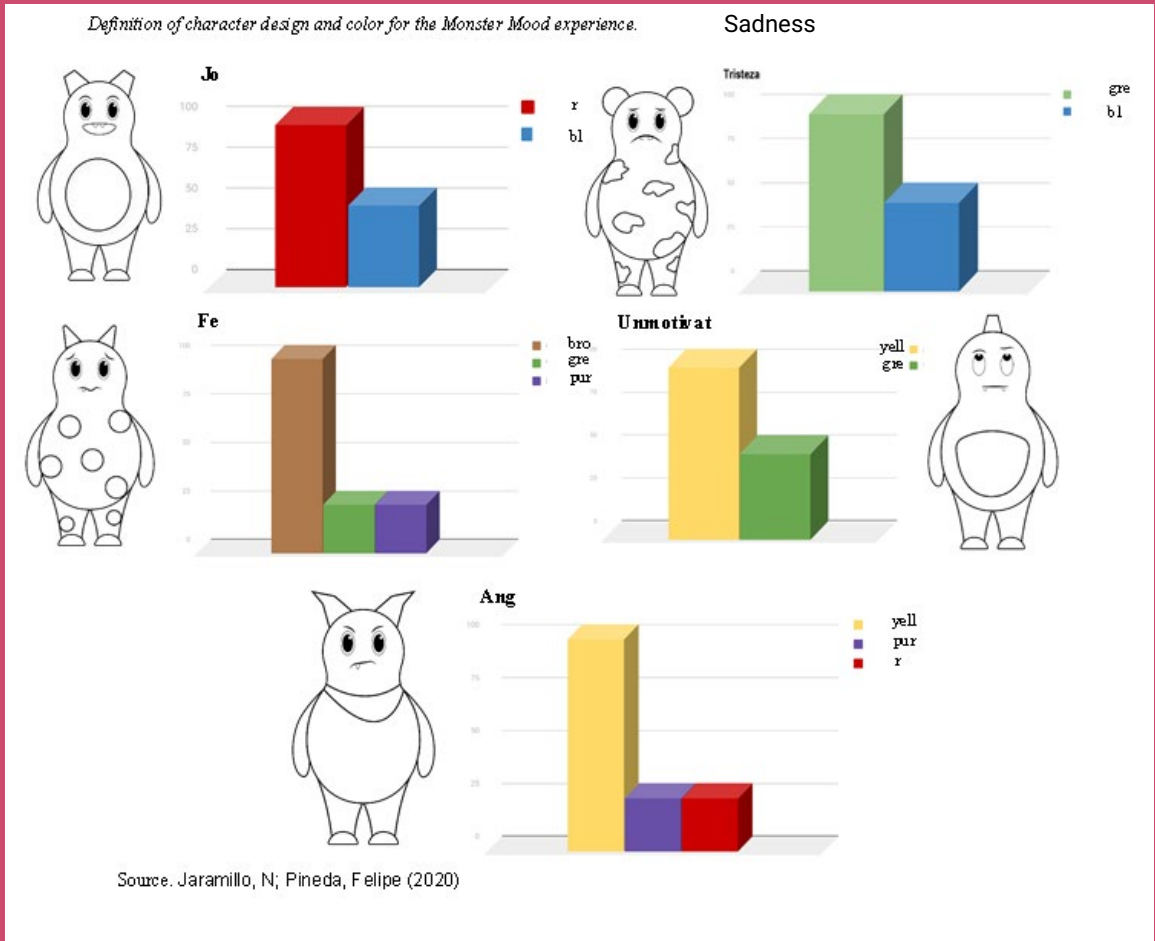


Figure SEQ Figura * ARABIC 4
Definition of character design and color for the Monster Mood experience

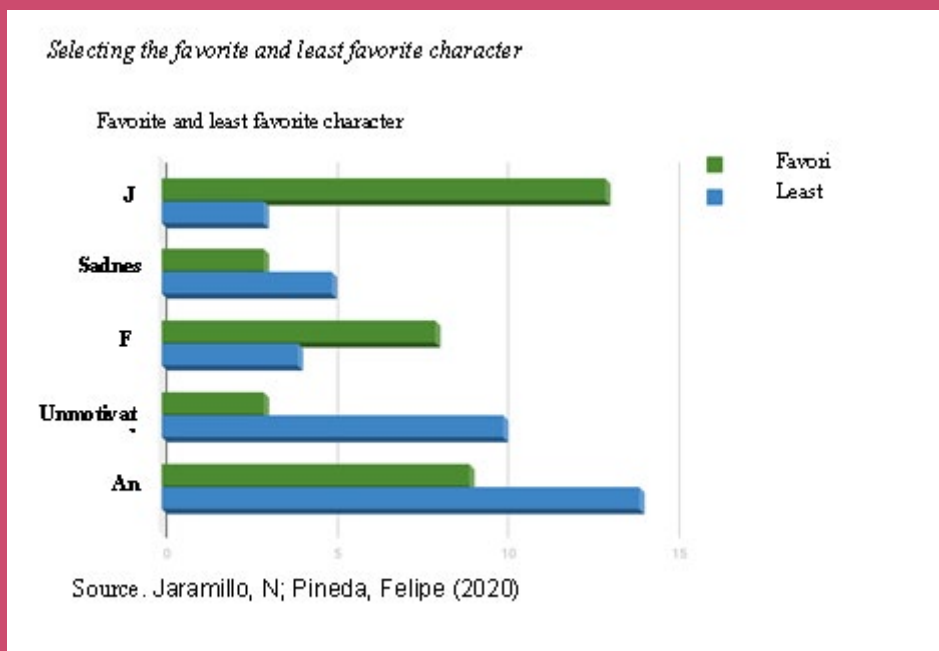


Figure SEQ Figura * ARABIC 5
Selecting the favorite and least favorite character

The results of the initial diagnosis made it possible to determine the following elements that help to define the design proposal for both digital and analog tools:

- The name of the emotion influences the choice of favorite or least favorite.
- They consider it important that emotions have their own identity and are not only distinguished by colors.
- The name of each character must not match that of the emotion. It must have a different name.

Based on this analysis, phase 3 is consolidated: visual identity, color palette, font and both, digital and analog components building, are defined.

In the case of CityPlay, the initial diagnosis was made based on the character kids liked, and on how they imagine a character that saves the city.

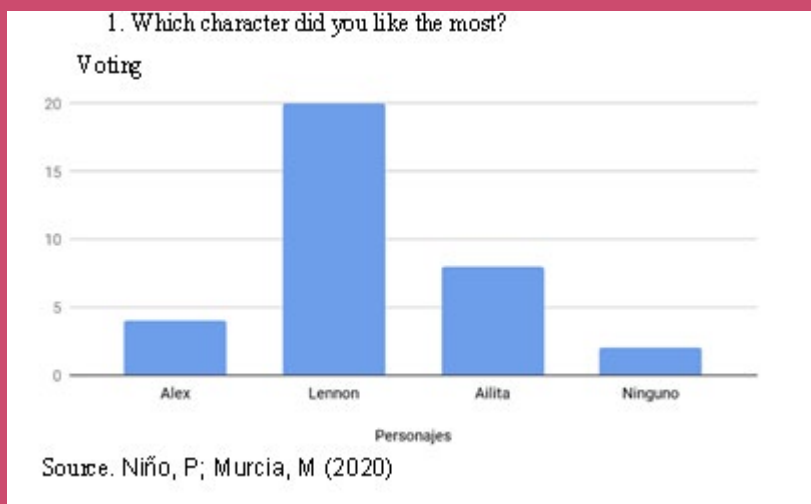


Figure SEQ Figura * ARABIC 6
Favorite character

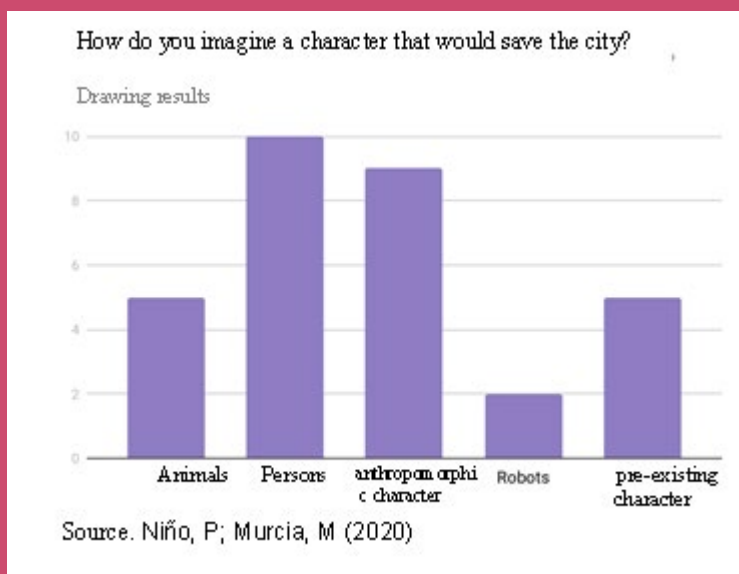


Figure SEQ Figura * ARABIC 7
Select the character that would save the city

The proposal was implemented with a group of 30 boys and girls with learning disabilities in the fifth grade of primary school, age 9 and 10. From the base group, there were 10 children with these difficulties. In figure 6, the characters that would accompany the learning process were consulted, and then approved by the participants. In figure 7, it was decided to use characters to accompany the game and robots to guide follow-up instructions to reach the goal.

After this process, relevant decisions were made for phase 3 in terms of character design, settings, follow-up instruction activities, as well as the relationship with oneself, with others and with the environment.

Design of Digital and Analog Tools

Digital and Analog Tool for students with depression – Monster Mood

A mobile application integrating a communicative, visual and plastic strategy to enhance the identification of emotions of children between 6 to 9 years, in order to prevent anxiety disorder and depression in elementary school was proposed as an inclusive digital and analog teaching tool. According to psychologist Jean Piaget's Theory of Learning, in middle childhood (6-9 years) children undergo a process of growth and social-cognitive development when they go through emotional and behavioral changes that affect their psychosocial sphere. Another implicit factor is the sociocultural and socioeconomic context of children, since the family environment plays a very important role in the experiences that promote personal growth. For this reason, the purpose is to enable children to stimulate their psychosocial skills through play, by using the learning stage in which they are as reference and using a relevant visual language nurtured by aesthetically functional components and fundamentals. In addition, it is articulated with an analog game that simultaneously interacts with the mobile application and integrates augmented reality in order to stimulate cognitive training and also make the most of resources that do not require devices or connectivity. This mobile application is a transmedia experience that enhances the direct relationship between the child and their psychosocial sphere. Figure 8 shows the initial proposal of the characters of this tool which was proposed to be named *Monstruosamente* (Monstrously).



Source. Jaramillo, N; Pineda, Felipe (2020)

Figure SEQ Figura * ARABIC 8
Character design proposal for mobile application

The following proposals were determined after the diagnosis in the methodological process in two educational institutions:

- Intuitive relationship between colors and emotions.
- Different names for each emotion.
- Environment, appearance and accessories according to the emotion.
- Redesign of the characters to be integrated into the digital and analog resource as shown in figure 9.



Source. Jaramillo, N; Pineda, Felipe (2020)

Figure SEQ Figura * ARABIC 9
Redesign of emotion characters according to the results of Initial diagnosis

Each character represents an emotion that through the different proposed challenges -both digitally and analog-, will allow participating children to make decisions and face everyday situations that require them to integrate their emotions. The elements proposed for each tool were structured as shown in Figure 10 for the digital tool; and in Figure 11 for the analog tool.



Figure SEQ Figura * ARABIC 10
Digital tool features

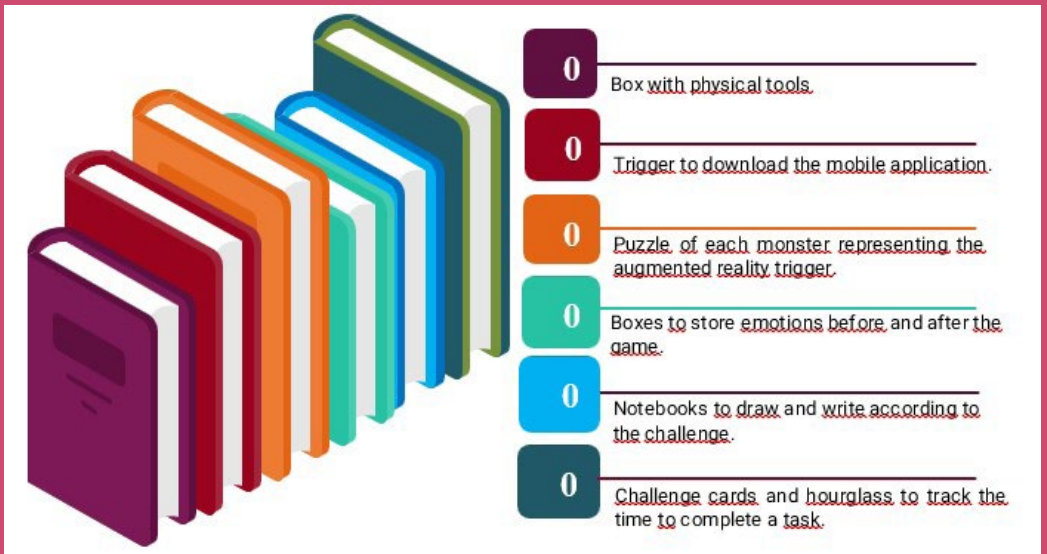


Figure SEQ Figura * ARABIC 11
Analog tool features

Digital and Analog Tool for Students with Learning Difficulties – CityPlay

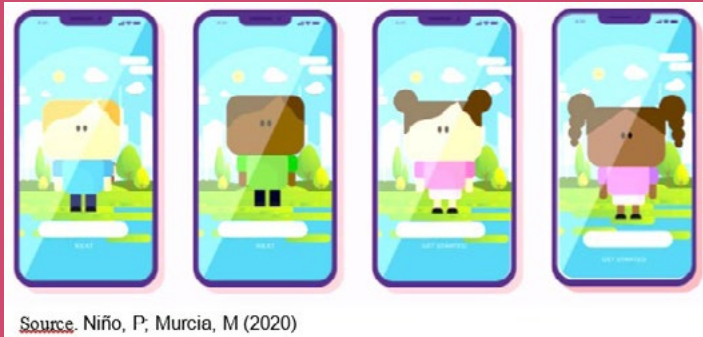
A Video Game was proposed as an inclusive Digital and printed Teaching tool, integrating a communicative, visual and plastic strategy. It seeks to enhance learning difficulties and focuses on decision-making in children between 9 to 10 years, with the purpose of strengthening citizenship skills through the recognition of the relationship with oneself, the environment and others. Figure 12 shows the three robots that guide the path in both the video game and the analog tool.



Source: Niño, P; Murcia, M (2020)

Figure SEQ Figura * ARABIC 12
Initial CityPlay characters

Figure 13 shows the characters designed for each boy or girl to select the avatar that will accompany them on the virtual setting path to fulfill each challenge proposed by each robot. After comparing results in both educational institutions, the video game was complemented with the avatar design based on the representation of a person, where the registration of each participant is previewed when entering the video game, and where they must choose their avatar and register their name. In the process of interaction, they will be able to integrate the digital game with the analog one through challenges of their context.



Source: Niño, P; Murcia, M (2020)

Figure SEQ Figura * ARABIC 13

Character selection and player name registration environment.

The elements proposed for each tool were structured as shown in figure 14 for the digital tool and figure 15 for the analog tool.



Figure SEQ Figura * ARABIC 14

Digital tool features



Figure SEQ Figura * ARABIC 15

Analogue tool features

Results and Discussion

It is necessary to recognize the context of target beneficiaries, not only based on their difficulties, but also on the identification of their skills, in order to design inclusive teaching resources. Even though the designs were not implemented synchronously since they were designed during the global pandemic, the experts provided feedback regarding Design and Pedagogy. They acknowledged the articulation between the designed features with respect to the initial perception of the target beneficiaries. They also valued the importance of articulating digital and analog tools to be projected to people who lack internet connection or devices to access materials that enhance the teaching-learning processes. These resource design proposals are articulated with the Open Digital Educational Resources strategy in Colombia at the level of recognition of a tool with an intentional and educational purpose that promotes the use, adaptation and personalization in terms of the Ministry of National Education (2012).

Conclusions

The design of inclusive digital educational resources is a field that allows the creation and development of prototypes, resources and materials that make it possible to enhance the teaching-learning processes of the target beneficiaries, in accordance with the proposed objectives and the current state of the various resources created. The design of resources presented in this article was determined by the interaction with boys and girls from two educational institutions in Bogotá-Colombia in order to identify their interests and motivation for using digital resources. Initially, only the design of a digital tool had been considered, the importance of articulating digital and analog tools was identified after interacting with the target beneficiaries and the need to create teaching tools that allow sensory activation from visual, auditory kinesthetic and analogous aspects was identified. Finally, the integration of disciplines to consolidate a proposal from design and education allows for the development of elements and tools that make an impact on varied contexts.

References

- Alba Pastor, C., Sánchez Serrano, J. M., & Zubillaga del Río, A. (2011). Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Pautas para su introducción en el currículo.
- Almenara, J. C., Fernández-Batanero, J. M., & Pérez, M. C. (2007). Las TIC como elementos en la atención a la diversidad: la atención a la diversidad a través de las TIC. In *Las TIC para la igualdad: nuevas tecnologías y atención a la diversidad* (pp. 15-36). Editorial MAD.
- CAST (Center for Applied Special Technology) (2011). *Universal Design for Learning guidelines version 2.0*. Wakefield, MA: Author. Traducción al español versión 2.0 (2013): Alba Pastor, C., Sánchez Hípola, P., Sánchez Serrano, J. M. y Zubillaga del Río, A. Pautas sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).
- Coll, C. (Ed.). (2008). *Psicología de la educación virtual: aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación*. Ediciones Morata.
- Hernández, R. V. R., Medrano, E. J. M., Mendoza, A. L., & Izaguirre, J. A. H. (2019). Virtual Reality: realities, prospectives and perceptions of Information Technologies university students. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore*, 6(3).
- Herrera, R. (2019) Ventajas de la realidad virtual en psicoterapia. Red Cenit centros de desarrollo cognitivo. <https://www.redcenit.com/ventajas-de-la-realidad-virtual-en-psicoterapia/>
- Jiménez, G. R. A. (2010). Sistema interactivo de aprendizaje como elemento de apoyo a los procesos de sustentabilidad y educación inclusiva, aplicado en comunidades lejanas de la República Democrática del Congo. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 9(16), 133-140.
- Ketzenberger, K. E. (2013). Center for Applied Special Technology. *Encyclopedia of Special Education: A Reference for the Education of Children, Adolescents, and Adults with Disabilities and Other Exceptional Individuals*
- López Segrera, F. (2008). Tendencias de la educación superior en el mundo y en América Latina y el Caribe. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, 13(2), 267-291.
- MEN (2012), *Recursos Educativos Digitales Abiertos*, Colección Sistema Nacional de Innovación Educativa con uso de TIC. ISBN: 978-958-691-476-5.
- MEN (2018). *Explorando juntos desde el Diseño Universal para el aprendizaje y los ajustes razonables, complementado con el fichero Recurso para explorar Juntos liderado por el Ministerio de Educación Nacional y la Fundación Saldarriaga Concha*.

- Opertti Renato (2008). Inclusión educativa: el camino del futuro. Un desafío para compartir, en 48a reunión de la Conferencia Internacional de Educación (CIE). UNESCO, Ginebra, p. 1-16.
- Roig-Vila, R., & Lledó Carreres, A. (2004). Objetos de aprendizaje (learning objects) como respuesta educativa al alumnado con altas capacidades desde la inclusión digital.

Diseño de Recursos Educativos Inclusivos Integración de recursos análogos y digitales para la inclusión

Sindey Carolina Bernal

Directora de la maestría en Educación Inclusiva e Intercultural de la
Universidad El Bosque

sbernalv@unbosque.edu.co

Resumen

En Colombia, según la Encuesta Nacional de Salud Mental (Ministerio de Salud, 2015), se identificó que un 6,6% de las niñas y los niños encuestados, presentan situaciones de depresión y ansiedad donde se generan frecuentemente dificultades para socializar con otros, evidenciando un alto porcentaje en el grupo de 7 a 11 años. Esta situación se presenta con frecuencia en las instituciones educativas donde los docentes evidencian la falta de recursos y estrategias para fortalecer el trabajo tanto en clase como en casa. Por otra parte, el 15% de los niños y las niñas presentan dificultades de aprendizaje afectando el ritmo del proceso, donde en ocasiones se genera deserción lo que conlleva a la no finalización de los estudios. En la niñez mediana se experimentan cambios emocionales y comportamentales los cuales influyen en el ámbito psicosocial. Por esta razón, se propone crear alternativas acordes a la edad que permitan fortalecer el proceso que se requiere para el manejo y expresión de emociones. A partir de estas situaciones del contexto se desarrolla la presente propuesta a través del diseño de recursos educativos tanto digitales como análogos que permitan apoyar a docentes, padres de familia y niños que presentan depresión, ansiedad y dificultades de aprendizaje por medio de la implementación de tecnologías emergentes articuladas con el Diseño Universal para el Aprendizaje.

Palabras Clave: Diseño Universidad para el Aprendizaje, Tecnologías Emergentes, Depresión, Ansiedad, Dificultades de Aprendizaje.

Introducción

Problemática

De acuerdo con La Teoría del Aprendizaje del psicólogo Jean Piaget, en la niñez mediana (6-9 años) los niños se encuentran en un proceso de crecimiento y desarrollo social y cognitivo en donde, presentan cambios emocionales y de comportamiento que influyen en el aspecto psicosocial, otro factor que se encuentra implícito es el contexto sociocultural y socioeconómico de los niños, ya que, el ámbito familiar cumple un papel muy importante en las experiencias y vivencias que fomentan el crecimiento personal de los niños. Estos contextos en ocasiones por diversas situaciones familiares y escolares generan en los niños y las niñas depresión y ansiedad generando dificultades tanto de aprendizaje como en la continuidad escolar. A su vez en Colombia para el trastorno de depresión y ansiedad en la etapa de la niñez no se han creado alternativas para un mejor desempeño psicosocial. Wells (2009) refiere a la depresión como la reducción de la actividad, lo que conlleva a desarrollar más problemas de conducta que comienzan a acumularse, creando dificultades para desenvolverse en su vida personal y social.

En Colombia se conoce que aproximadamente el 15% de los niños y las niñas presentan dificultades de aprendizaje, de los cuales la psicóloga infantil Annie Acevedo afirma que la mayor parte de este porcentaje no es registrado o reconocido, y muchas veces se tiende a afectar o no desarrollar estrategias para disminuir estos porcentajes. Rosa Julia Guzmán, directora de la línea de investigación de infancia, explicó que los menores que cursan entre transición y segundo de primera enfrentan esta dificultad, que a su vez se convierte en un problema de salud pública en la medida en que son remitidos por los docentes a terapias psicológicas y de lenguaje.

Navas y J. Castejón (2018), reconoce la importancia de desarrollar estrategias que promuevan el aprendizaje y disminuyan las dificultades presentadas tanto en el aula de clase como en casa, por esta razón proponen hacer uso de la estimulación multisensorial para potenciar el proceso, hacer énfasis en la práctica de los conceptos estudiados para

tener la posibilidad de aplicarlos y finalmente adaptar los procesos de enseñanza, que permitan integrar otras estrategias didácticas, para que se adapte al estilo de aprendizaje de los niños y las niñas. El informe Horizon (2014) identifica las tecnologías emergentes como una estrategia que permite potenciar los procesos de enseñanza -aprendizaje, aprovechando herramientas digitales que permiten la participación de todos y todas. En términos de Johnson y Haywood (2011) el aprendizaje a través de juegos y contenidos abiertos permite a los docentes, estudiantes y padres de familia, aprovechar la estimulación sensorial a través de estrategias que generan la participación de todos y todas transformarlo los roles.

Otra dificultad frecuente se presenta a nivel del diseño de recursos en un área específica, lo que requiere un cambio en términos de las herramientas, estrategias, didácticas y prácticas orientadas a estudiantes que articulen diversas disciplinas y que no sean estáticas. A partir de esta contextualización, se propone el desarrollo de propuestas que permitan la creación de diversos recursos tanto digitales como análogos para generar un rol activo que involucre a todos y todas con el fin de prevenir situaciones que puedan generar depresión y ansiedad aportando así a la salud mental y al manejo e identificación de emociones, así como las dificultades de aprendizaje a través de recursos educativos que permitan su uso tanto desde lo digital como lo análogo.

Justificación

En la actualidad los estudiantes son los protagonistas en el proceso de aprendizaje y ya no se consideran sujetos pasivos que reciben información, por el contrario, proponen y se tiene en cuenta su opinión para el desarrollo del pensamiento crítico. Por esta razón se potencia desde la articulación del uso de Tecnologías de la Información y la comunicación con la Educación como estrategia para desarrollar innovaciones didácticas adaptadas a las necesidades del contexto de los niños y las niñas, a los nuevos retos de la globalización, la sociedad creativa y a los constantes cambios de las ciudades.

Estas estrategias se potencian desde el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), el cual retoma la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner (2006), reconociendo que para el aprendizaje no existe una única manera, la diferencia se evidencia en la forma en que los niños y las niñas exploran su mundo, solucionan problemas, potencian su desarrollo y aprendizaje. El Diseño Universal para el Aprendizaje articula la activación de redes neuronales (red afectiva, red de reconocimiento y red estratégica) que se activan durante el aprendizaje y se aplican en el conjunto de los siguientes tres principios presentados en la figura 1 (CAST, (2011)).

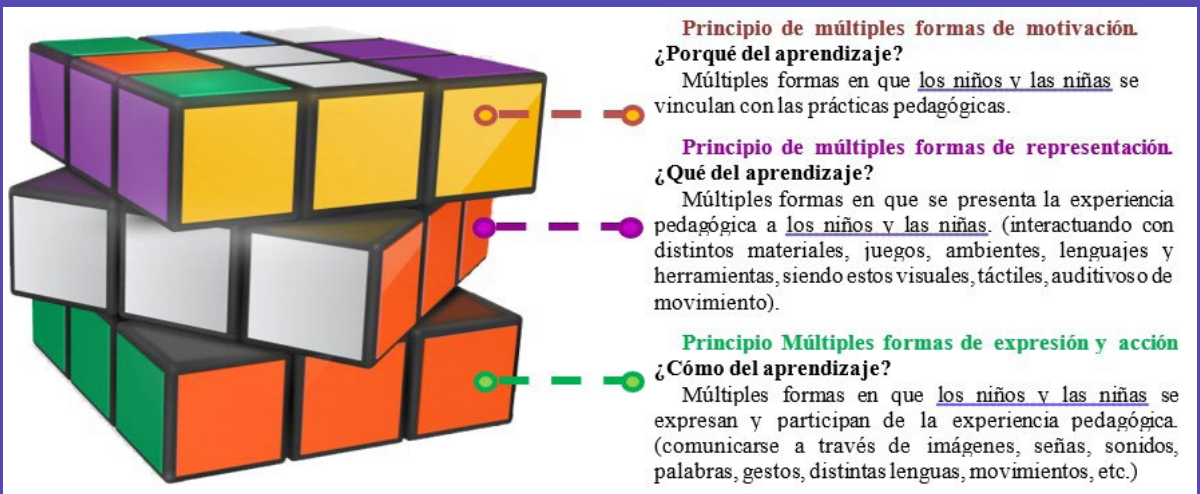


Figura SEQ Figura * ARABIC 1
 Principios del Diseño Universal para el Aprendizaje.

El uso de las tecnologías emergentes en la educación genera un nuevo escenario para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje proporcionando diversas posibilidades y desafíos en todos los niveles educativos. El espacio de aprendizaje trasciende el aula, donde la virtualidad toma un espacio importante, que permite acceder mediante múltiples herramientas disponibles tanto en dispositivos móviles como computadores, provocando la necesidad de nuevas formas de promover la educación. También las tecnologías emergentes permiten generar indicadores dinámicos proporcionando nuevas métricas tanto para el análisis del proceso de aprendizaje como para la gestión educativa. Tapscott (1998) en esta estrategia propone la integración del juego para suministrar al estudiante un entorno más flexible y creativo para aprender muchas cosas, desde habilidades visuales, auditivas y motrices.

El Diseño e implementación de Recursos Educativos Digitales Inclusivos permite la activación multisensorial en el enfoque de desarrollo de habilidades desde el reconocimiento de las necesidades del contexto, con respecto a la posibilidad de contar con acceso a una amplia oferta de recursos educativos digitales, fortalecer las capacidades del uso educativo de las TIC, a través de la producción, gestión y uso de este tipo de recursos; contribuir a la cualificación de los docentes, aportar en el desarrollo y renovación de las prácticas educativas en las diversas metodologías de formación articulado con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2012). En este sentido se propone potenciar estos recursos educativos digitales a través del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) con el fin de brindar accesibilidad que permita beneficiar a todas y todos los estudiantes. El semillero de Investigación se consolida al integrar a los estudiantes de la universidad en crear recursos que promuevan la inclusión para impactar a contextos reales que permitan la participación en diversos contextos. El equipo líder que desarrollo las propuestas presentadas en el presente artículo se observa en la figura 2.



Sindy Carolina Bernal
Docente líder Pedagogía



Milton Mahecha
Docente líder Tecnología



María Alejandra Murcia
Estudiante Diseño y
Comunicación



Paula Andrea Niño
Estudiante Diseño y
Comunicación



Andrés Felipe Pineda
Estudiante Diseño y
Comunicación



Natalia Jaramillo
Estudiante Diseño y
Comunicación

Figura SEQ Figura * ARABIC 2
Equipo creativo Semillero INCLUTICUEB

Metodología

La estructura metodológica implementada en el desarrollo de las propuestas es la metodología de diseño de Matt Cooke la cual se divide en cuatro fases: definición, divergencia, transformación y convergencia, como se observa en la figura 3.

METODOLOGÍA DE DISEÑO

Matt Cooke



Fuente. Adaptación Jaramillo, N; Pineda, Felipe (2020)

Figura SEQ Figura * ARABIC 3
Metodología de Diseño Matt Cooke

Para el caso del recurso Monster Mood en la fase 2 en el proceso de diagnósticos iniciales se involucró a la población a beneficiar desde el proceso de diseño de los personajes que acompañarían la experiencia. De acuerdo con la población de trabajo se seleccionó un grupo base de 30 niños y niñas de grado tercero de básica primaria entre los 6 a 9 años, dentro de este grupo se contaba con 5 niños y niñas con depresión y ansiedad, la propuesta permitió la participación de todo el grupo sin necesidad de diferenciar el manejo de las emociones de cada participante. En la figura 4 se observa la selección de los colores por cada emoción, así como en la figura 5 se analizó la relación entre la emoción a través de la selección entre el personaje más o menos favorito.

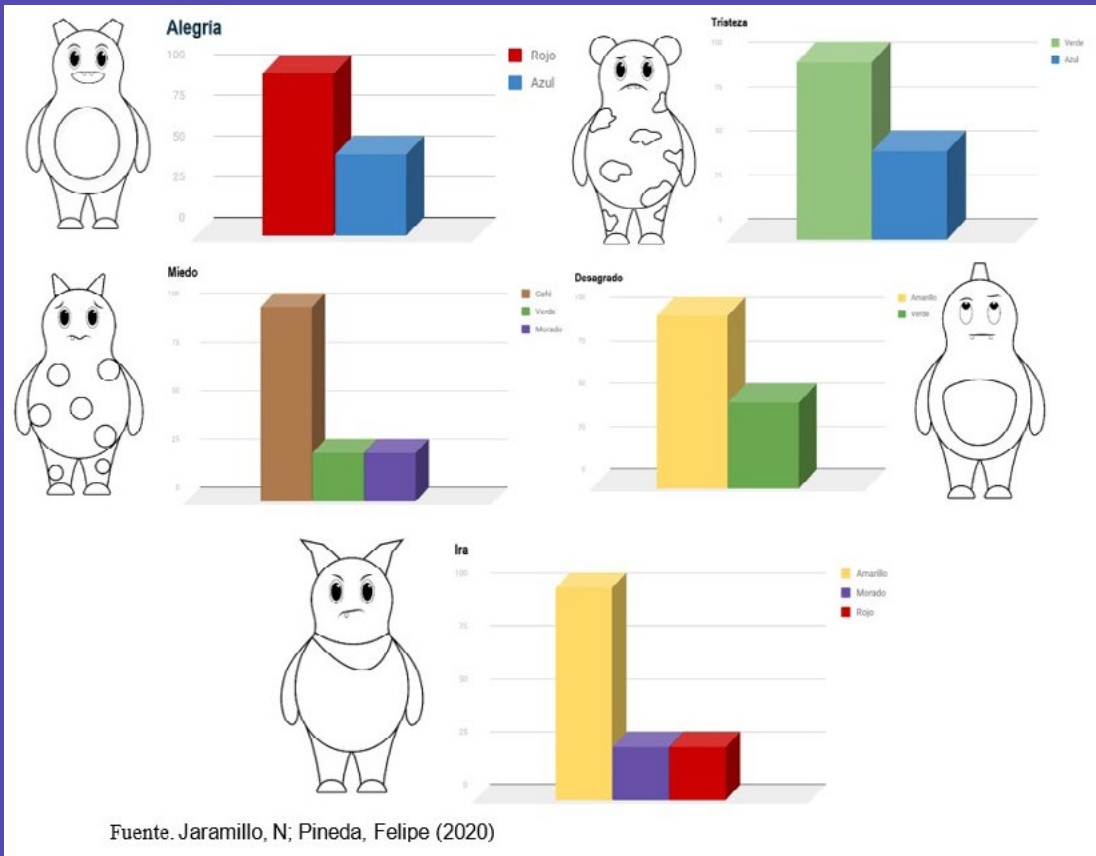


Figura SEQ Figura * ARABIC 4
 Definición de diseño y color de personajes de la experiencia Monster Mood.

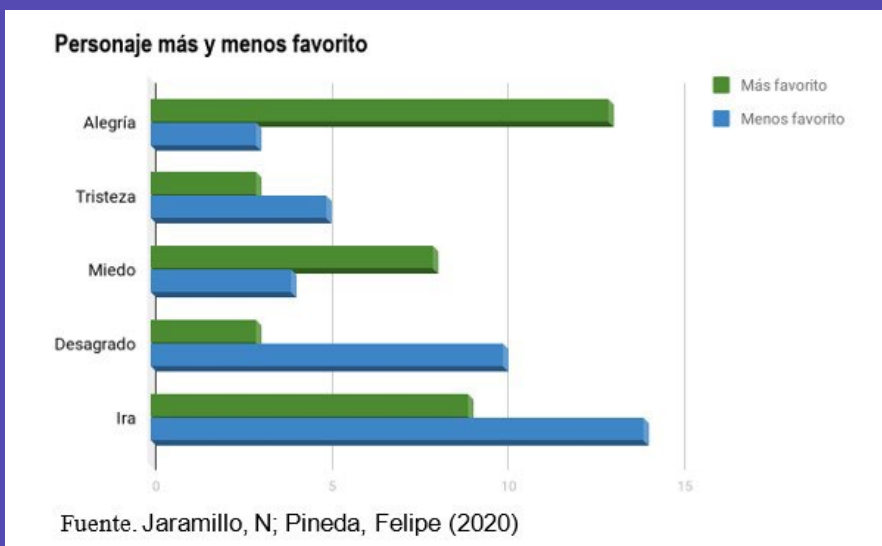


Figura SEQ Figura * ARABIC 5
 Selección de personaje más y menos favorito

Los resultados del diagnóstico inicial permitieron determinar los siguientes elementos que permitirían definir la propuesta de diseño de los recursos tanto digital como análoga:

- El nombre de la emoción influye en la selección del más o menos favorito.
- Consideran importante que tengan identidad propia y no solo se diferencien por los colores.
- El nombre de cada personaje no tiene que ser la emoción, sino que debe tener un nombre diferente.

A partir de este análisis se consolida la fase 3 donde se define la identidad visual, la paleta de colores, la tipografía y la construcción de los componentes tanto digitales como análogos.

Para el caso de Cityplay se realizó el diagnóstico inicial en términos de conocer el personaje que les gusto, y como se imaginan un personaje que salve la ciudad.

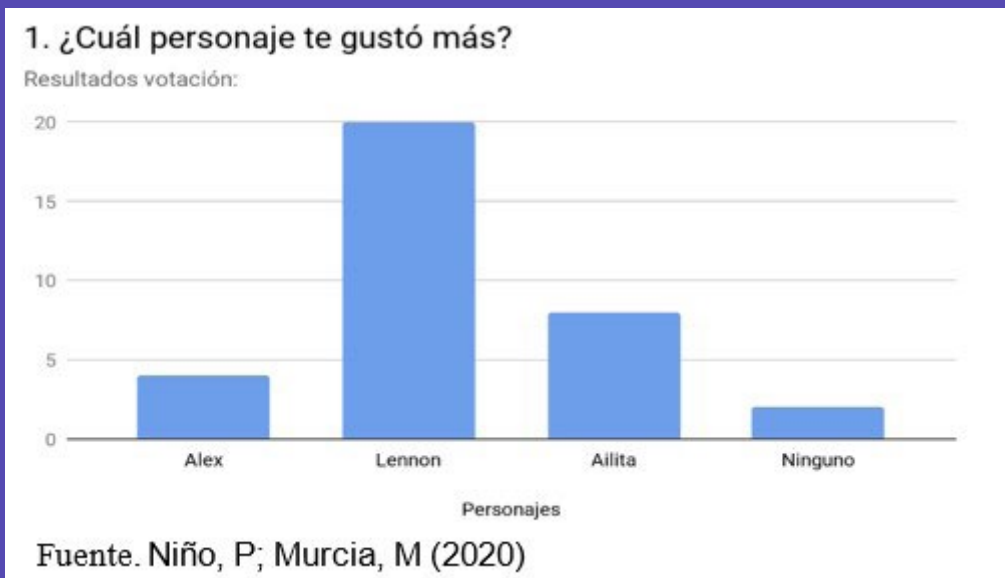
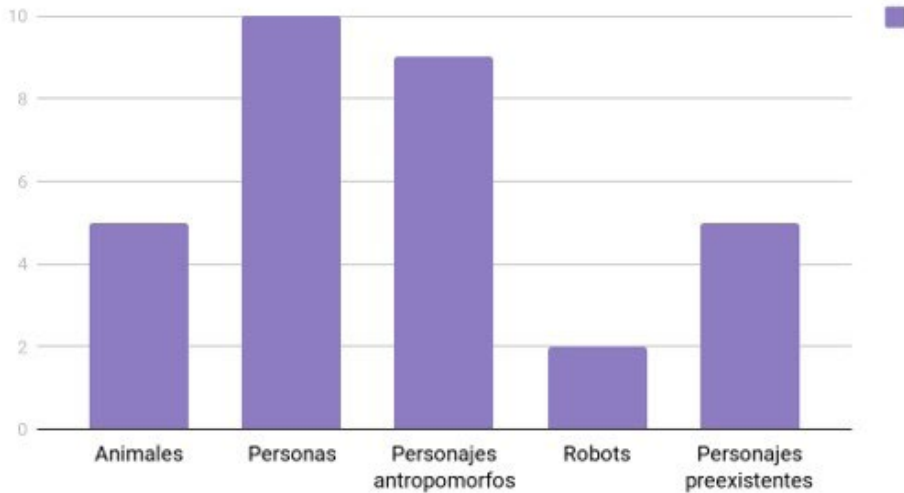


Figura SEQ Figura * ARABIC 6
Personaje favorito

¿Cómo te imaginas al personaje que salvaría tu ciudad?

Resultados dibujos:



Fuente. Niño, P; Murcia, M (2020)

Figura SEQ Figura * ARABIC 7
Seleccionar el personaje que salvaría la ciudad

La propuesta se implementó con un grupo de 30 niños y niñas con dificultades de aprendizaje de grado quinto de primaria entre los 9 a 10 años, del grupo base se contaban con 10 niños con dichas dificultades. En la figura 6 se consultó sobre los personajes que acompañarían el proceso de aprendizaje los cuales fueron aprobados por los participantes, así como en la figura 7 se tomó la decisión de utilizar personajes que acompañaran el juego y que el uso de los robots permitiera orientar el seguimiento de instrucciones para adquirir la meta.

Posterior a este proceso se lograron tomar decisiones pertinentes para la fase 3 en términos de diseño de personajes, escenarios, actividades para el seguimiento de instrucciones, así como la relación consigo mismo, con los demás y con el medio.

Diseño de Recursos Digitales y Análogos

Recurso Digital y Análogo para estudiantes con depresión – Monster Mood

Se propuso un recurso educativo digital y análogo inclusivo a través de una aplicación móvil integrando una estrategia comunicativa, visual y plástica para potenciar la identificación de las emociones de los niños y niñas de 6 a 9 años con el fin de prevenir el trastorno de ansiedad y depresión en básica primaria. De acuerdo con la Teoría del Aprendizaje del psicólogo Jean Piaget, en la niñez mediana (6-9 años) los niños se encuentran en un proceso de crecimiento y desarrollo social-cognitivo en donde, atraviesan por cambios emocionales y de comportamiento que influyen en el aspecto psicosocial, otro factor que se encuentra implícito es el contexto sociocultural y socioeconómico de los niños y las niñas, ya que, el ámbito familiar cumple un papel muy importante en las experiencias y vivencias que fomentan el crecimiento personal. Por esta razón, se tiene como finalidad que a través del juego los niños puedan estimular sus habilidades psicosociales, a través de una guía en la etapa de aprendizaje en la que se encuentran, teniendo en cuenta el uso de un lenguaje visual pertinente que se nutra de componentes y fundamentos estéticamente funcionales. Adicional se articula con un juego análogo que cuente con una interacción en simultáneo con la aplicación móvil integrando realidad aumentada con el fin de dinamizar el entrenamiento cognitivo, así como aprovechar el uso de recursos que no requieran dispositivos o conectividad. La aplicación móvil es una experiencia transmedia, en donde se potencia la relación directa entre el niño y su proceso psicosocial. En la figura 8 se observa la propuesta inicial de los personajes del recurso donde se propuso denominarlo monstruosamente.



Figura SEQ Figura * ARABIC 8
Diseño de personajes propuesta aplicación móvil

Posterior al diagnóstico en el proceso metodológico en dos instituciones educativas se determinaron las siguientes propuestas:

- Relación intuitiva entre colores y emociones.
- Nombres diferentes para cada emoción.
- Entorno, apariencia y accesorios de acuerdo con la emoción.
- Rediseño de los personajes a integrar en el recurso digital y análogo como se observa en la figura 9.



Figura SEQ Figura * ARABIC 9
Rediseño de personajes de las emociones de acuerdo a los resultados del diagnóstico Inicial

Cada personaje representa una emoción en donde a través de diferentes retos propuestos tanto a nivel digital como análogo permitirá a los niños y las niñas participantes tomar decisiones y enfrentarse a situaciones cotidianas que requieren de la integración de sus emociones. Los elementos propuestos para cada recurso se estructuraron como se observa en la figura 10 para el recurso digital y la figura 11 para el recurso análogo.

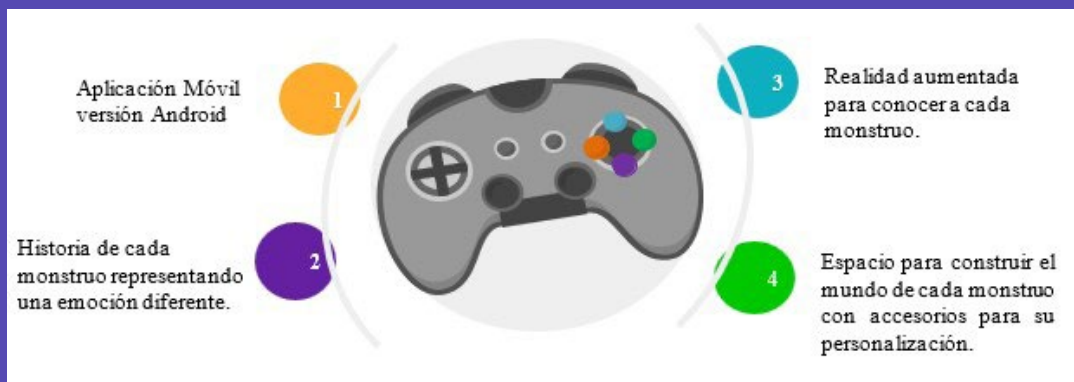


Figura SEQ Figura * ARABIC 10
Elementos del recurso digital



Figura SEQ Figura * ARABIC 11
Elementos del Recurso Análogo

Recurso Digital y Análogo para estudiantes con dificultades de aprendizaje – CityPlay

Se propuso un recurso Educativo Digital e impreso inclusivo a través de un Videojuego, integrando una estrategia comunicativa, visual y plástica para potenciar las dificultades de aprendizaje, con un enfoque en la toma de decisiones en niños y niñas de 9 a 10 años, con el objetivo de fortalecer las habilidades ciudadanas desde el reconocimiento de la relación consigo mismo, con el medio y con los demás. En la figura 12 se observan los tres robots que guían el recorrido tanto en el videojuego como en el recurso análogo.



Source. Niño, P; Murcia, M (2020)

Figura SEQ Figura * ARABIC 12

Personajes iniciales cityplay

En la figura 13 se pueden observar los personajes diseñados para que cada niño o niña seleccione su avatar que acompañara el recorrido por el escenario virtual para el cumplimiento de cada reto propuesto por cada robot. Al realizar el proceso de comparación entre dos instituciones educativas se complementó el videojuego con el diseño de avatar a partir de la representación de una persona donde se previsualiza el registro de cada participante al ingresar al videojuego donde además de escoger su avatar, debe registrar su nombre. En el proceso de interacción tendrán la posibilidad de integrar el juego digital con el análogo a través de retos de su contexto.



Source: Niño, P; Murcia, M (2020)

Figura SEQ Figura * ARABIC 13

Entorno de selección del personaje y registro del nombre del jugador.

Los elementos propuestos para cada recurso se estructuraron como se observa en la figura 14 para el recurso digital y la figura 15 para el recurso análogo.



Figura SEQ Figura * ARABIC 14

Elementos del Recurso Digital



Figura SEQ Figura * ARABIC 15

Elementos del Recurso Análogo

Resultados y Discusión

Para el diseño de recursos educativos inclusivos es necesario reconocer el contexto de las personas a beneficiar desde la identificación de habilidades y no solo las dificultades, los diseños desarrollados no se implementaron de forma sincrónica ya que se desarrolló en el marco de la pandemia mundial, sin embargo, se identificó la percepción de expertos con respecto a Diseño y Pedagogía. A lo que reconocieron la articulación entre los elementos diseñados con respecto a la percepción inicial de los usuarios a beneficiar. A su vez la importancia de articular lo digital y análogo proyectado a las personas que presentan desconexión o falta de dispositivos para acceder a materiales que permitan potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estas propuestas de diseño de recursos se articulan con la estrategia de Recursos Educativos Digitales Abiertos en Colombia a nivel del reconocimiento de un material que tiene una intencionalidad y finalidad educativa que promueve el uso, adaptación y personalización en términos del Ministerio de Educación Nacional (2012).

Conclusiones

El diseño de recursos educativos digitales inclusivos es un campo que permite crear y desarrollar prototipos, recursos y materiales que permitan potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje de los usuarios a beneficiar, de acuerdo con los objetivos propuestos y al estado actual de los diversos recursos creados, para el diseño de los recursos presentados en el presente artículo se determinaron en la interacción con niños y niñas de dos instituciones educativas en Bogotá- Colombia con el fin de identificar gustos, intereses y motivación por usar recursos digitales. Inicialmente se consideraba solo el diseño de un recurso digital, pero en la interacción con los usuarios beneficiados se identificó la importancia de articular recursos análogos reconociendo la necesidad de crear recursos educativos que permitan la activación sensorial desde lo visual, auditivo y kinestésico también desde lo análogo. Finalmente, la integración entre disciplinas para consolidar una propuesta desde el diseño y la educación permite desarrollar elementos y recursos que impacten los contextos.

Referencias

- Alba Pastor, C., Sánchez Serrano, J. M., & Zubillaga del Río, A. (2011). Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Pautas para su introducción en el currículo.
- Almenara, J. C., Fernández-Batanero, J. M., & Pérez, M. C. (2007). Las TIC como elementos en la atención a la diversidad: la atención a la diversidad a través de las TIC. In *Las TIC para la igualdad: nuevas tecnologías y atención a la diversidad* (pp. 15-36). Editorial MAD.
- CAST (Center for Applied Special Technology) (2011). *Universal Design for Learning guidelines version 2.0*. Wakefield, MA: Author. Traducción al español versión 2.0 (2013): Alba Pastor, C., Sánchez Hípola, P., Sánchez Serrano, J. M. y Zubillaga del Río, A. Pautas sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).
- Coll, C. (Ed.). (2008). *Psicología de la educación virtual: aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación*. Ediciones Morata.
- Hernández, R. V. R., Medrano, E. J. M., Mendoza, A. L., & Izaguirre, J. A. H. (2019). Virtual Reality: realities, prospectives and perceptions of Information Technologies university students. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore*, 6(3).
- Herrera, R. (2019) Ventajas de la realidad virtual en psicoterapia. Red Cenit centros de desarrollo cognitivo. <https://www.redcenit.com/ventajas-de-la-realidad-virtual-en-psicoterapia/>
- Jiménez, G. R. A. (2010). Sistema interactivo de aprendizaje como elemento de apoyo a los procesos de sustentabilidad y educación inclusiva, aplicado en comunidades lejanas de la República Democrática del Congo. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 9(16), 133-140.
- Ketzenberger, K. E. (2013). Center for Applied Special Technology. *Encyclopedia of Special Education: A Reference for the Education of Children, Adolescents, and Adults with Disabilities and Other Exceptional Individuals*
- López Segrera, F. (2008). Tendencias de la educación superior en el mundo y en América Latina y el Caribe. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, 13(2), 267-291.
- MEN (2012), *Recursos Educativos Digitales Abiertos*, Colección Sistema Nacional de Innovación Educativa con uso de TIC. ISBN: 978-958-691-476-5.
- MEN (2018). *Explorando juntos desde el Diseño Universal para el aprendizaje y los ajustes razonables, complementado con el fichero Recurso para explorar Juntos liderado por el Ministerio de Educación Nacional y la Fundación Saldarriaga Concha*.

- Operti Renato (2008). Inclusión educativa: el camino del futuro. Un desafío para compartir, en 48a reunión de la Conferencia Internacional de Educación (CIE). UNESCO, Ginebra, p. 1-16.
- Roig-Vila, R., & Lledó Carreres, A. (2004). Objetos de aprendizaje (learning objects) como respuesta educativa al alumnado con altas capacidades desde la inclusión digital.

SINDEY CAROLINA BERNAL



English

She was born in Bogotá, Colombia. She received a bachelor degree in Technological Design from the National Pedagogical University, a Master's Degree in Information Technologies applied to Education from the National Pedagogical University and a PhD in Inclusive Education from the University of Baja California in Mexico. She is currently a PhD student in Diversity Training at the University of Manizales in Colombia. In 2010, she joined as a teacher owned by the Secretary of Education's Area of Technology and Informatics. In 2013, she won the second position at the regional level of Virtual Educa. That same year, she achieved the first position at the national level by the category Design of Digital Educational Resources. In 2014, she joined as a teacher of the University Santo Tomás in the Engineering and Computer Science program in the Vice Rectory of Open and Distance University. Since 2015 she has been the leader of the INCLUTEC EOH Research Incubator. In 2018 she joined as Innovation and Research Coordinator of the Virtual Education Division of El Bosque University. In 2020, she was selected in the Top 50 of the best teachers globally, Winner of the Globant Awards 2020 Woman that built category Rising Star at national and international level in the year 2020. She is currently the Director of the Master's Degree in Inclusive and Intercultural Education at Bosque University in Bogota. Her interests are in the line of inclusion, diversity, the use of emerging technologies and transmedia narratives.



Español

Ella nació en Bogotá, Colombia. Recibió el título de licenciada en Diseño Tecnológico de la Universidad Pedagógica Nacional, la Maestría en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional y Ph.D. en Educación Inclusiva de la Universidad de Baja California en México, Actualmente es estudiante de Doctorado en Formación para la Diversidad en la Universidad de Manizales en Colombia. En 2010, se incorporó como docente en propiedad del área de Tecnología e Informática de la Secretaria de Educación del Distrito, en el año 2013 gana a nivel nacional el segundo puesto a nivel regional del Virtual Educa, en ese mismo año logra obtener el primer puesto a nivel nacional por la categoría Diseño de Recursos Educativos Digitales, en el año 2014 se unió como docente de la Universidad Santo Tomás en el programa de Ingeniería e Informática en la Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia. Desde el año 2015 es la líder del Semillero de Investigación INCLUTEC EOH. En el 2018 se unió como coordinadora de Innovación e Investigación de la División de Educación Virtual de la Universidad El Bosque. En el año 2020, es seleccionada en el Top 50 de los mejores docentes del mundo, Ganadora del Globant Awards 2020 Woman that built categoría Rising Star a nivel nacional e Internacional en el año 2020. Actualmente es la Directora de la Maestría en Educación Inclusiva e Intercultural de la Universidad El Bosque. Sus intereses son en la línea de la inclusión, la diversidad, el uso de las tecnologías emergentes y las narrativas transmedia.



Chapter 13

Immersion and empathy: the question of the adoption of virtual reality

**Inmersión y empatía: la cuestión de la recepción
de la realidad virtual**

Laura Andrea del Arbol & Matias Federico Nielsen

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://www.youtube.com/watch?v=r1ou9PDI8eM>



Immersion and empathy: the question of the adoption of virtual reality

Laura Andrea del Arbol and Matias Federico Nielsen
Universidad de Buenos Aires,
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Ciudad Universitaria, Int. Guiraldes 2160, Bs.As., Argentina
disdelarbol@gmail.com
nielsenmatiasf@gmail.com

Abstract

Virtual Reality (VR) is defined as “a computer-generated digital environment that can be experienced and interacted with as if that environment were real” (Jerald, 2016, p.9). The users isolate themselves from the world around them in the immersion system, replacing real stimuli with virtual stimuli. VR is an immersive video, and it is defined as the succession of panoramic images that entirely cover the observer’s environment in all directions, generating the sensation of “being inside” the scene. This VR live action (i.e. photographic capture of the environment and not CGI) presents new challenges for the traditional film and video audiovisual artist. The role of the user, who has become a user and no longer a mere spectator, is passively looks at an image on the rectangular screen. The nature of the images, which transcends the frame to surround the user, implies a different experience in the body and psychological involvement. This paper investigates the nature of VR reception compared to traditional film and video, which raises other possibilities that they do not have and VR does. It is part of the investigation exploring the narrative options of immersive video through its production process (del Arbol, Dicom master’s degree, UBA) and the dissemination work LIVRO, their design and their immersive video 360 production.

Keywords: Empathy - immersive effect - Cyberdizziness

Introduction

Sherman and Craig proposed two main requirements of a VR experience: (1) Immersion (feeling of being present in another place and being able to get involved by abstracting from the surrounding world), (2) agency (ability to interact with immediate and relevant results in the environment, power make decisions and see the result in the narration) and (3) simulation (exchange of natural stimuli for synthetic stimuli). They considered that the greater the sensation of immersion and simulation would be based on two parameters. Likewise, the mimesis of the environment and the response in real-time (Sherman and Craig, 2018 [2003], p.6 -12). As can be seen, they agreed that the objective of VR communication lies in the involvement of the receiver in the story, the abstraction from the surrounding reality and the stimulation of the senses. On these three points, immersion, agency and simulation, the design of environment narratives must act to create an effective experience. For example our virtual reality project “Miedo y Asco” developed in Argentina, developed these three points in their design.



Figure 1. Example of the project Miedo y Asco

Relation between the body and the virtual reality system

The immersion of the environment is faced with the option of becoming a pure gaze or accepting an avatar, a body that is not our own; this implies a change in the perception of the surrounding virtual world.

In the immersive video, where the body of the viewer-user is not usually represented, it seems to disappear within the virtual environment. That is, the viewer becomes just a ghostly gaze. If the users looked down, they saw the surrounding floor and not a virtual body in most cases. At the same time that the body within the narrative disappears, the physical body pays the consequences in the real world. According to the study, *Negative Secondary Effects of immersion with Virtual Reality in clinical populations suffering from anxiety* (Quintana, P.; Bouchard, S.; Serrano, B. and Cárdenas-López, G., 2014) in 90% of the cases, especially in novice receivers, certain discomforts are generated with the use of the helmet. Dizziness, nausea, headache, visual fatigue, among others. These effects are called cyber dizziness or cybersickness and are produced by the lag between the different balance systems and self-awareness of the space that the body possesses. The “cyber dizziness is not a disease, but a physiological response to an unusual stimulus (...) compared with the discomforts related to traveling in transport” (Quintana et al., 2014, p.198). They mentioned the theory of sensory conflict as an explanation; the symptoms present during the immersion in VR may be “the result of a conflict between the vestibular system of the inner ear and the other senses, mainly sight, or with proprioception” (Quintana et al., 2014, p.198).

The user’s body is questioned in two ways: within the narrative, it becomes a pure gaze at the same time that the body disappears, and in real life, his physical body is present through the discomforts. In any case, the body gradually becomes tolerant to these effects with the continuous use of the devices. If the discomforts continued, the public would try VR only once, which is rarely the case. Along with the sensory conflict (Quintana et al., 2014), certain dilemmas appear in the perception of the proximal space in the receiver. Proxemia is the set of “interrelated observations and theories of man’s use of space” (Hall, 1972). Edward T. Hall, who developed this theory, postulates that distance receptors for distant objects (eyes, ears)

and immediate receptors for nearby objects (nose, touch, heat) intervene in the perception of space. He categorized the distances between men as intimate distance (from 0 to 45cm), personal distance (from 45cm to 120cm), social distance (from 120cm to 6m), and public distance (from 6m onwards).

Previous assumptions postulated that immersive video repeatedly presents images (of people or objects a few centimetres away) that actuate in the proximal intimate space of the receiver, but only by appealing to the receivers from a distance and not from immediacy, to the senses of sight and hearing. Although it does not generate physiological discomfort, this conflict in proximal perception produces a certain distancing and loss of immersion in the receptor. Thus, VR tries to include other senses (installations, immersive theatre, haptic sensors), embarking on a dilemma similar to that of the fable of the donkey and the carrot. Perhaps, it is the journey through other experimental tracks, not tied to the chimerical search for the absolute simulation of reality, which will open the way to developing the true potential of VR and immersive video.

The “empathy machine”

VR aims to transport the users to another reality, place them in someone else’s place and suspend disbelief at what they are seeing. Chris Milk, an immersive documentary producer, said: “Virtual Reality will play an incredibly important role in the history of the media and it will in fact be the last” (Chris Milk, TED talk). VR tries more than any other form of communication to make the narrator transparent, that is, to generate the sensation of experiencing the story first-hand without there being someone to experience.

At the origin of the narrative (e.g., Chris Milk narrative), it is possible to imagine a group of homosapiens around a campfire around 100,000 years ago. The clan leader tells the other members how they caught a woolly mammoth in the tundra. The rest listen to his words and translate them into their internal images. The same thing happens today when observing the version of that story embodied in some cave paintings, reading a book, watching a play, a movie or a TV series. All these narrative forms require a suspension of disbelief. The users believe what is being told, and the

gap between the narrated story and their reality disappears. VR provides the feeling of bridging this gap. It allows the recipient to be alongside the clan leader hunting the mammoth, be the hunter himself, or even the prey escaping from the homosapiens.

Effective VR can make the recipient feel a part of something, any place feels local, and that's why Chris Milk calls it the empathy machine. This allows the recipient to be transferred to any real or fictitious location, for example a Syrian refugee camp. "What if instead of experiencing a visit anywhere on Earth, they take you to live a gravitational experience inside a black hole, or the moment of creation of a galaxy, or to communicate with others without using words but using the thought?" (Chris Milk, TED talk).

The concept of "Suspension of disbelief" defines the viewer's act of voluntarily withdrawing the critical sense when judging the realism of what he is seeing. The viewer moulds the criteria under which they consider the reality of a story to the own rules generated by each narrative. This concept was introduced by Samuel Coleridge, a 19th century English poet and literary critic. Antonin Artaud again applies to the performing arts: "Those who go to the theater must eliminate this disbelief to consider acting as the real thing" (Antonin Artaud, 1930). Effective VR can convince the user that it can simulate a world where the body makes senseless movements in reaction to the images. The users can forget that they are inside a virtual world. Likewise, it can operate in the opposite direction, a suspension of credulity, where users can protect themselves that they are not the simulated environment. This suspension of credulity does not work in this situation. The problems of falls, blows or frights of users with helmets on their heads appear.

Conclusion

The objective of VR communication is to explore the involvement of the users in the variety of stories, reality abstraction, and the stimulation of their senses. On these three points, immersion, agency, and simulation, the design of environment narratives must act to create an effective experience.

Virtual reality helps to generate an experience that can transport the users to places they have never been or cannot be. It can make empathic reactions with someone by seeing through users' eyes, teaching how to use a machine or performing a task at hand—starting from your experimentation. So, in the narratives of environments, writing is not just telling a story; it creates an experience.

The vision of the whole environment, similar to the natural concept, seems to leave a more profound impression on the users who use a helmet. They look at a rectangular screen, not only because the psychic reaction varies but also because it implies a physiological response. In this sense, the audiovisual of environments extends the human capacity to simulate reality using technical images compared to the preceding media.

The potential for empathic communication of VR is much greater than that of previous media. It is worth asking what this medium's perception is today. Many viewers are still in the immersive effect, amazed at how the image envelops them, almost as if it were something magical. It is a situation similar to the moment when the Lumière brothers stampeded spectators because they believed that the train was about to run over them. It can be argued that VR still has to move beyond this stage of fairground spectacle and progress in storytelling. It took the cinema decades to discover its language. VR helps to travel this path towards the spectators' consciousness, towards their feelings, thoughts and even their body.

References

- Coleridge, S: T. (1984). *Biographia literaria, or, Biographical sketches of my literary life and opinions*. Princeton University Press.
- Hall, E.T. (1972). *La dimensión oculta*. México DF, México: Siglo XXI.
- Jerald, J. (2016). *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. Illinois, EEUU: Morgan & Claypool.
- Quintana, P.; Bouchard, S.; Serrano, B. y Cárdenas-López, G. (2014) Efectos secundarios negativos de la inmersión con Realidad Virtual en poblaciones clínicas que padecen ansiedad, *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 19(3), pp.197-207.
- Sherman, W. & Craig, A. (2018 [2003]). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*. Cambridge, EE.UU.: Elsevier.

Inmersión y empatía: la cuestión de la recepción de la realidad virtual

Laura Andrea del Arbol & Matias Federico Nielsen
Universidad de Buenos Aires,
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Ciudad Universitaria, Int. Guiraldes 2160, Bs.As., Argentina
disdelarbol@gmail.com
nielsenmatiasf@gmail.com

Abstract

La Realidad Virtual (RV) se define como “un entorno digital generado por computadora que se puede experimentar e interactuar como si ese entorno fuera real” (Jerald, 2016, p.9). El receptor se aísla en el sistema de inmersión del mundo que lo rodea, reemplazando los estímulos reales por estímulos virtuales. Dentro de la RV se encuentra el video inmersivo, definido como la sucesión de imágenes panorámicas que cubren por completo el entorno del observador en todas las direcciones, generando la sensación de “estar dentro” de la escena. Cuando este es de acción real (es decir, captura fotográfica del entorno y no imágenes generadas por ordenador), presenta nuevos desafíos para el audiovisualista de cine y video tradicional. Entre las múltiples diferencias está el rol del receptor, devenido en usuario y no ya en simple espectador que mira pasivo una imagen en la pantalla rectangular. La misma naturaleza de la imagen, que trasciende el encuadre para rodear al receptor implica una experiencia diferente en el cuerpo y el involucramiento psicológico. El presente paper indaga la naturaleza de la recepción en RV en comparación con el cine y video tradicional, a la vez que plantea otras posibilidades que éstos no poseen y la RV sí. Forma parte de la investigación Exploración de la posibilidades narrativas del video inmersivo a través de su proceso de realización (del Arbol, maestría Dicom, UBA) y del trabajo de divulgación LIVRO, diseño y realización de video inmersivo 360, pronto a ser publicado por los autores.

Keywords: Empatía - Efecto inmersivo - Cibermareos

Introducción

Inmersión y experiencia son las dos palabras clave de este medio. Jason Jerald dice al respecto: “La RV es extremadamente experiencial, y los usuarios pueden convertirse en parte de la historia mucho más que en cualquier otro medio” (Jerald, 2016, p.255). Los autores Sherman y Craig proponen entre los principales requisitos de una experiencia RV a la inmersión (sensación de estar presente en otro lugar y poder involucrarse abstrayéndose del mundo circundante), la agencia (capacidad de interactuar con resultado inmediato y relevante en el entorno, poder tomar decisiones y ver el resultado en la narración) y simulación (cambio de estímulos naturales por estímulos sintéticos). Agregan además que mayor será la sensación de inmersión y simulación en base a dos parámetros; la mímesis del entorno y la respuesta en tiempo real (Sherman y Craig, 2018 [2003], p.6 -12). Como se puede observar, los autores concuerdan en que el objetivo de la comunicación en RV recae en el involucramiento del receptor en la historia, su abstracción de la realidad circundante y la estimulación de sus sentidos. Sobre estos tres puntos, inmersión, agencia y simulación, el diseño de narrativas de entornos deberá accionar para crear una experiencia efectiva. Por ejemplo, nuestro proyecto de realidad virtual “Miedo y Asco” desarrollado en Argentina, desarrolló estos tres puntos en su diseño.



Figura 1: Elenco de Miedo y Asco

Relation entre el cuerpo y el sistema de realidad virtual

Al sumergirse en un entorno, el receptor se encuentra ante la opción de convertirnos en pura mirada o aceptar un avatar, un cuerpo que no nos es propio; esto implica un cambio en la percepción del mundo virtual circundante.

En el video inmersivo, donde el cuerpo del espectador-usuario no suele estar representado, éste parece desaparecer dentro del entorno virtual. Es decir, el espectador se convierte en solo una mirada fantasmática. Al mirar hacia abajo, en la mayoría de los casos, éste ve el piso del entorno, y no un cuerpo virtual. A la vez que el cuerpo dentro de la narración desaparece, en el mundo real, el cuerpo físico paga las consecuencias. Según el estudio Efecto Secundarios negativos de la inmersión con Realidad Virtual en poblaciones clínicas que padecen ansiedad (Quintana, P.; Bouchard, S.; Serrano, B. y Cárdenas-López, G., 2014) en un 90% de los casos, sobre

todo en los receptores novatos, se generan ciertos malestares con el uso del casco. Mareos, náuseas, dolor de cabeza, cansancio visual entre otros. Estos efectos son denominados cibermareos o cybersickness y se producen por el desfase entre los diferentes sistemas de equilibrio y autoconciencia del espacio que posee el cuerpo: “los cibermareos no son una enfermedad, sino una respuesta fisiológica a un estímulo inusual (...) son comparados con los malestares relacionados con viajar en transportes” (Quintana et al., 2014, p.198). Las autoras mencionan como explicación a los mismos la teoría del conflicto sensorial; los síntomas presentes durante la inmersión en RV pueden ser “el resultado de un conflicto entre el sistema vestibular del oído interno y los otros sentidos, principalmente la vista, o con la propiocepción” (Quintana et al., 2014, p.198).

Por lo antedicho, se infiere que el cuerpo del receptor se ve interpelado en dos sentidos: dentro de la narración se convierte en pura mirada a la vez que su cuerpo desaparece, y en la vida real su cuerpo físico se hace presente a través de los malestares. De todas formas, el cuerpo paulatinamente se vuelve tolerante a dichos efectos con el uso continuo de los dispositivos. Si los malestares continuaran, el público probarían la RV solo una vez y no suele ser así. A la par del conflicto sensorial (Quintana et al., 2014), aparecen ciertos dilemas en la percepción del espacio proximal en el receptor. La proxemia es el conjunto de “observaciones y teorías interrelacionadas del empleo que el hombre hace del espacio” (Hall, 1972). Edward T. Hall, quien desarrolla esta teoría postula que en la percepción del espacio intervienen receptores de distancia para los objetos lejanos (ojos, oídos) y receptores de inmediación para los objetos cercanos (nariz, tacto, calor). Y a su vez, categoriza las distancias entre los hombres como distancia íntima (de 0 a 45cm), distancia personal (de 45cm a 120cm), distancia social (de 120cm a 6m) y distancia pública (de 6m en adelante).

A partir de las nociones precedentes puede postularse que el video inmersivo presenta reiteradas veces imágenes (de personas u objetos a pocos centímetros) que accionan en el espacio íntimo proximal del receptor pero sólo apelando a los receptores de distancia y no de inmediación, es decir, a los sentidos de vista y oído. Este conflicto en la percepción proximal, si bien no genera malestares fisiológicos, produce cierto distanciamiento y pérdida de inmersión en el receptor. Así, la RV

intenta incluir otros sentidos (instalaciones, teatro inmersivo, sensores hápticos) embarcándose en un dilema similar al de la fábula del burro y la zanahoria . Quizás sea el recorrido por otros carriles experimentales, no atados a la búsqueda quimérica de simulación absoluta de la realidad, los que abran paso al desarrollo del verdadero potencial de la RV y el video inmersivo.

La “máquina de la empatía”

La RV se propone transportar al receptor a otra realidad, ubicarlo en el lugar de otro y suspender la incredulidad ante lo que está viendo. Chris Milk, productor de varios documentales inmersivos dice al respecto: “La Realidad Virtual jugará un rol increíblemente importante en la historia de los medios y que de hecho será el último” (Chris Milk, charla TED). La RV intenta más que ninguna otra forma de comunicación, transparentar al narrador, es decir, generar la sensación de experimentar la historia de primera mano sin que haya alguien que la cuente.

En el origen de la narrativa, narra Milk, es posible imaginar a un grupo de homosapiens alrededor de una fogata alrededor de 100.000 años atrás. Allí el líder del clan narra a los demás integrantes cómo atrapó a un mamut lanudo en la tundra. El resto escucha sus palabras y las traduce a sus propias imágenes internas. Lo mismo sucede hoy al observar la versión de esa historia plasmada en unas pinturas rupestres, al leer un libro, ver una obra de teatro, una película o una serie de TV. Todas estas formas narrativas requieren una suspensión de la incredulidad, es decir, que por un momento el receptor crea eso que se le cuenta, y la brecha entre la historia narrada y su propia realidad desaparezca. La RV brinda la sensación de acortar esta brecha, ya que permite al receptor estar junto al líder del clan cazando el mamut, ser el propio cazador, o incluso la presa misma escapando de los homosapiens.

La RV efectiva puede hacer que el receptor se sienta parte de algo, que cualquier lugar se sienta local y por eso Chris Milk la denomina máquina de empatía. Esta permite trasladar al receptor a cualquier lugar real o ficticio, por ejemplo, un campo de refugiados sirios. “¿Qué pasa si en lugar de experimentar una visita en cualquier lugar de la Tierra, te llevan a vivir

una experiencia gravitacional dentro de un agujero negro, o el momento de creación de una galaxia, o a comunicarte con otros sin usar palabras sino utilizando el pensamiento?” (Chris Milk, charla TED)

La suspensión de la incredulidad define ese acto del espectador de apartar de forma voluntaria el sentido crítico a la hora de juzgar el realismo de lo que está viendo. El espectador amolda los criterios bajo los que juzga la realidad de una historia a las reglas propias que genera cada narración. Este concepto fue introducido por Samuel Coleridge, poeta y crítico literario inglés del siglo XIX. Antonin Artaud lo retoma aplicado a las artes escénicas: “Quienes van al teatro deben eliminar esa incredulidad para considerar la actuación como lo real” (Antonin Artaud, 1930). La RV efectiva puede llegar a convencer tanto al usuario que está dentro de ese mundo simulado que éste ordena a su cuerpo hacer movimientos sin sentido, en reacción a las imágenes que está experimentando. Es decir, se olvida que está dentro de una ficción. Allí entonces puede operar en sentido contrario, una suspensión de la credulidad, donde para resguardarse el receptor se recuerda a sí mismo que eso que está viendo no es real. Justamente cuando no opera esta suspensión de la credulidad aparecen los problemas de caídas, golpes o espantos de usuarios con cascos en sus cabezas.

Conclusión

Se puede inferir entonces que el objetivo de la comunicación en RV recae en el involucramiento del receptor en la historia, su abstracción de la realidad circundante y la estimulación de sus sentidos. Sobre estos tres puntos, inmersión, agencia y simulación, el diseño de narrativas de entornos deberá accionar para crear una experiencia efectiva.

La especificidad de este medio es la posibilidad de generar una experiencia: transportar al receptor a lugares en donde nunca estuvo o no puede estar, hacer que empatice con alguien al ver a través de sus ojos, enseñar a utilizar una máquina o realizar una tarea a partir de su experimentación. Entonces, en las narrativas de entornos escribir no es sólo contar una historia, es crear una experiencia.

La visión de todo el entorno similar a la visión natural, parece dejar una huella más profunda en el receptor que utiliza un casco que en aquél que mira una pantalla rectangular, no sólo porque varía la reacción psíquica, sino también porque implica una respuesta fisiológica. En este sentido, el audiovisual de entornos extiende la capacidad humana de simular la realidad por medio de imágenes técnicas en comparación con los medios precedentes.

Si bien el potencial en cuanto a la comunicación empática de la RV es mucho mayor que el de los medios precedentes, vale preguntarse cuál es actualmente la percepción de este medio. Muchos espectadores se encuentran aún en el efecto inmersivo, es decir, asombrándose en cómo la imagen los envuelve, casi como si fuera algo mágico. Es una situación similar al momento en que los hermanos Lumière hacían salir en estampida a los espectadores porque creían que el tren los estaba por arrollar. Puede postularse que aún la RV debe pasar de este estadio de espectáculo de feria e ir avanzando en la narración de historias. Al cine le tomó décadas descubrir su propio lenguaje, la RV recién está descubriendo cómo transitar este camino hacia la conciencia de los espectadores, hacia sus sentimientos, pensamientos e incluso su cuerpo.

Referencias

- Coleridge, S. T. (1984). *Biographia literaria, or, Biographical sketches of my literary life and opinions*. Princeton University Press
- Hall, E.T. (1972). *La dimensión oculta*. México DF, México: Siglo XXI.
- Jerald, J. (2016). *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. Illinois, EEUU: Morgan & Claypool.
- Quintana, P.; Bouchard, S.; Serrano, B. y Cárdenas-López, G. (2014) Efectos secundarios negativos de la inmersión con Realidad Virtual en poblaciones clínicas que padecen ansiedad, *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 19(3), pp.197-207.
- Sherman, W. & Craig, A. (2018 [2003]). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*. Cambridge, EE.UU.: Elsevier.

LAURA A. del ARBOL



English

She is an Image and Sound Designer, Communicational Design Specialist, teaching at Dicom. Higher Level Teaching Specialist. Professor and researcher FADU-UBA, Director of the SI Project: “The didactics of immersive video at FADU. She is making an exploration and proposal of possible pedagogical devices for the teaching of this new narrative. She is the director of the SI Project “The financing, commercialization and recovery of investment of immersive video for artistic purposes in Argentina”. Her extensive career in undergraduate university teaching (Audiovisual Design I and II, Media Diffusion and Marketing, Script I - DlyS FADU UBA) and tertiary (Production Management and Administration, Economic Organization of the media, Immersive Video Course - ISEC). She has extensive experience as an audiovisual producer in traditional and immersive video. She is working as a project presentation consultant for INCAA (production management and organization portfolio). She can advise presenting contest bases for INCAA to entities related to Virtual Reality and 360 videos (AITIA, Attitude360, Half). Finally, she has expertise in realising and post-production virtual tours and immersive video.

Español

Diseñadora de Imagen y Sonido, Especialista en Diseño Comunicacional, maestrando en Dicom. Especialista en Docencia del Nivel Superior. Profesora e investigadora FADU-UBA, Directora de Proyecto SI: “La didáctica del vídeo inmersivo en la FADU; Exploración y planteo de posibles dispositivos pedagógicos para la enseñanza de esta nueva narrativa”. Directora de Proyecto SI “La financiación, comercialización y recupero de inversión del video inmersivo con fines artísticos en la Argentina”. Amplia trayectoria en docencia universitaria de grado (Diseño audiovisual I y II, Difusión y Comercialización de los medios, Guión I - DlyS FADU UBA) y terciario (Gestión y Administración de la



Producción, Organización económica de los medios, Curso de Video inmersivo - ISEC). Extensa experiencia como realizadora y productora audiovisual tanto en video tradicional como inmersivo. Consultora de presentación de proyectos para el INCAA (realización de carpeta de gestión y organización de la producción). Asesoramiento para presentación de bases de concurso para el INCAA a entidades relacionadas con la Realidad Virtual y el video 360 (AITIA, Actitud360, Mitad). Realización y postproducción de Tours virtuales y video inmersivo.

MATIAS F. NIELSEN



English

He is a journalist, producer, and director specializing in Narratives and Immersive Technologies. He made several immersive advertisements for international clients and worked as General Producer and Project Manager in various production companies in Argentina. Moreover, he is a journalist with extensive experience in business and public communication and media analysis. He studied Anthropological Sciences at the University of Buenos Aires, journalism at TEA, and he is currently developing my postgraduate thesis in Documentary Journalism (Universidad de Tres de Febrero). He produced both traditional (framing) and environment (360 ° / VR) short documentaries and fiction. He is also a teacher in film, journalism and virtual reality subjects—currently director of Virtual World Sweden.

Español

Periodista, Productor y Realizador especializado en Narrativas y Tecnologías Inmersivas. Realicé decenas de publicidades inmersivas para clientes internacionales y me desempeñé como Productor General y Project Manager en diversas productoras del Rubro, en Argentina. Periodista con amplia trayectoria en comunicación empresarial y pública, así como en análisis de los medios de comunicación. Estudié Ciencias Antropológicas en la Universidad de Buenos Aires, periodismo en TEA y actualmente me encuentro desarrollando mi tesis de postgrado en Periodismo Documental (Universidad de Tres de Febrero). Dirigí y produje cortos documentales y de ficción, tanto tradicionales (encuadre) como de entorno (360° / VR). También soy docente en materias de cine, periodismo y realidad virtual. Actualmente director de Virtual World Sweden.

Chapter 14

Virtual Voice Illusions: A Short Review

Ilusiones de voz virtual: una breve reseña

Lisa E. Rombout

SCAN THIS QR CODE TO WATCH A VIDEO ABOUT THIS CHAPTER
ESCANEE ESTE CODIGO QR PARA VER UN VÍDEO SOBRE ESTE CAPÍTULO

<https://www.youtube.com/watch?v=p-SVJvdN1eU&t=510s>



Virtual Voice Illusions: A Short Review

Lisa E. Rombout

Department of Cognitive Science and Artificial Intelligence
Tilburg University, The Netherlands
l.e.rombout@tilburguniversity.edu

Abstract

Embodiment illusions show the flexibility of where our brain establishes the boundary between self and other. From rubber hands to full virtual bodies, multi-sensory integration (often combining vision with somatosensory or motor feedback) can lead us to experience artificial body-parts as if they are our own. Extended reality technologies allow us to experience embodiment over a wide range of human – and even some non-human – bodies, with subsequent effects on attitudes and behavior. Even our face, seemingly so closely linked to our identity, can undergo this effect through enfacement illusions. More recently, researchers have started developing and studying envoicement illusions as well. Sometimes described as the ‘auditory face’, the voice offers interesting novel territory for those interested in creating virtual embodied experiences. Additionally, illusions that are not dependent on vision can provide us with more information on the underlying mechanisms of embodiment. The findings from this new domain of ‘envoicement’ could influence how we approach embodiment in virtual applications, especially in virtual social situations.

Keywords: embodiment, envoicement, virtual reality, voice illusions.

Introduction

Embodiment can perhaps be most succinctly described as the sense of having a body (Longo et al., 2008). This seemingly simple, subconscious process nonetheless consists of several complex subcomponents, such as agency (the sense that actions performed by a body are performed by you), ownership (the sense that things happening to a body are happening to you), and self-location (the sense of where the 'you' is located) (Kilteni, Groten, and Slater, 2012). Embodiment illusions have had a significant impact on our understanding of this ability to quickly distinguish between self and other from the myriad of incoming sensory signals.

The first embodiment illusion described in a scientific paper was the Rubber Hand Illusion (RHI) (Botvinick and Cohen, 1998). During the RHI, a participant's real hand is hidden from view with a screen, and a fake, rubber hand is placed where the real hand would be expected. Both real and fake hand are then synchronously stroked with a brush (at the same time and in the same place), while the participant watches. In under just a minute, a vast majority of these participants (Kalckert and Ehrsson, 2017) is overcome with a strong sense that the fake hand is in fact theirs. Of course, participants are consciously aware that this is not actually the case, but many instinctive reactions confirm the feeling; the proprioceptive sense of hand-location shifts away from the real hand towards the fake one (Rohde, Di Luca, and Ernst, 2011), and a sudden threat to the fake hand is physiologically processed as a threat to the person (Riemer et al., 2015).

The RHI has been repeated under many different conditions, often making use of virtual or augmented reality to expand the range of options for the appearance and behavior of the fake limb (IJsselsteijn, de Kort and Haans, 2006). High quality full body illusions have also become available with the advances of head-mounted displays, binocular cameras or completely virtual environments, and motion tracking technology (Petkova and Ehrsson, 2008). The combination of synchronous visual and motor feedback from a fully virtual body, or a remote-controlled robot, is able to establish a similarly strong feeling of embodiment. It is even possible to feel embodied with a virtual tail or a third hand (Steptoe, Steed, and Slater, 2013; Won et al., 2015).

The underlying process is likely to be some form of multi-sensory integration, where the brain receives all of the different sensory and feedback signals and through a process of causal inference, or predictive coding, arrives at a prediction of what is part of the body and what is not (Kilteni et al., 2015). The ready acceptance rate of most embodiment illusions shows that this process is rather flexible, both in terms of the time it takes to accept a different form, as well as the forms the brain will accept. Of course, the signals are not always in agreement – in the RHI, vision and somatosensation are telling a different story than proprioception. It is likely, however, that visual signals are weighed more heavily than others, with vision being the dominant human sense (Tsakiris, 2017).

Apart from the physiological effects, the features of the embodied body can also influence subsequent attitudes and behavior. For example, if light-skinned participants are embodied in a virtual avatar with a deeper skin tone, their implicit racial bias is significantly decreased afterwards (Banakou, Hanumanthu, and Slater, 2016). This effect occurs already after only a few minutes, even though implicit biases are normally quite difficult to change through cognitive effort. Similarly, the embodiment of adults in a child-like virtual body influenced their subsequent size-estimation of objects, and their attitudes to be more child-like (Banakou, Groten, and Slater, 2013). Enfacement, where a participant is embodied with a face in an augmented 'mirror', affects attributes such as self-recognition, mimicry and mood (Ma et al., 2016; Minio-Paluello et al., 2020; Tajadura-Jiménez, Grehl, and Tsakiris, 2012). This indicates that blurring between self and other can occur despite strong links between the body-part and self-identity, affecting associated attributes.

So far, we have discussed parts of the body that we can see and touch, or see and move, allowing these illusions to occur. However, there is another way we can act upon the world by moving our muscles, and that is by the production of sounds.

Envoicement

The voice has been described as the 'auditory face', and is similarly linked to self-identity (Belin, Fecteau and Bedard, 2004). In recent years, several novel embodiment illusions acting on the voice have been created. This is not a straightforward task, as speaking is a very complex process that involves quick feedback loops on multiple levels (Postma, 2000). For any given utterance, feedback from multiple muscle groups in the thorax, throat and mouth areas is monitored to control the complex manipulation of the airstream that results in speech sounds. On top of that, auditory feedback is used to monitor the ongoing speech and make post-utterance corrections where necessary.

The first study explicitly exploring voice illusions in the context of embodiment was published in 2011 (Zheng et al., 2011). In this work, a stranger's voice was presented as the auditory feedback of a participant's own voice. As long as there was congruency between the utterance and the auditory feedback, the stranger's voice was experienced as the self, indicating that also on the vocal level bodily boundaries and identity can be flexible. Participants also altered their vocal characteristics in response to the illusion, although it was unclear whether this was a self-recognition, motor control, or mimicking response. Further study showed that, even though the voice illusion does not use vision as one of the contributing senses, a comparison with the RHI indicates that the perceptual inference that leads to either illusion is a stable trait within individuals (Zheng, Munhall and Johnsrude, 2016).

The idea of a voice illusion was subsequently picked up in a series of studies that explored whether the participant was actually required to speak themselves for the illusion to occur, or whether the effect could also be established with vibrotactile feedback on the throat. Most of these studies additionally combined the voice illusion with a virtual full body illusion, thus including the dominant visual feedback in what could be called a 'supporting' illusion. For example, it was shown that the feeling of agency over the virtual body, created chiefly by the integration of synchronous visual and somatosensory signals, could extend to a voice produced by that body (Banakou and Slater, 2014), although the effects on

subsequent changes in vocal characteristics varied (Banakou, and Slater, 2017). The earlier mentioned results regarding the embodiment of adults in a child-sized virtual body (Banakou, Groten and Slater, 2013) were also replicated with an added virtual voice (Tajadura-Jiménez et al., 2017). Although this addition did not alter the strength of the previously found effects, incongruency between the age of the virtual body and the virtual voice was found to disrupt the illusion, and intact illusions also influenced the vocal characteristics of the participant afterwards.

In a different study the virtual full body illusion was abandoned in favor of exploring auditory and vibrotactile feedback in isolation, showing that the lack of visual feedback makes the illusion much more difficult to establish (Rombout and Postma-Nilsenova, 2019). This is in line with the expectation that the dominance of visual feedback allows it to 'override' other senses more easily in the multisensory integration process (Tsakiris, 2017). A further comparison between articulated to non-articulated sounds, with the expectation that vibrotactile feedback on the throat matches the expected feedback of non-articulated sounds better, indicated that absence of feedback might actually disrupt the illusion less than the presence of asynchronous feedback (Rombout and Postma-Nilsenova, 2019). This is in line with predictive coding expectations (Kilteni et al., 2015) – the 'wrong' signal would cause an error, whereas the absent signal would not (Ainley et al., 2016).

It is clear that much remains to be explored in the realm of enoicement illusions. The complexity of feedback loops in the speaking process, and the relatively weak weighing of auditory signals as compared to vision, make the voice illusion a much more challenging candidate to establish than any primarily vision-based embodiment illusion. Supporting the enoicement with a simultaneous virtual body illusion could teach us more about the interplay between the two, whereas trying to establish a voice illusion without any visual support could potentially give us more insight in the predictive coding process that underlies these processes.

Social Embodiment

Aside from explorations of the voice illusion itself, there is another realm where enoicement could make an interesting contribution. After all, the flexibility of body boundaries exemplified by embodiment illusions suggest a potential influence on our everyday interactions with other bodies. Synchronous behavior, such as dancing, marching or singing, is central to many human bonding experiences and affects interpersonal trust and closeness (Wiltermuth and Heath, 2009; Kreutz, 2014). Singing especially has been noted to have an ‘icebreaker effect’, increasing the feeling of emotional connection between people singing together (Pearce, Launay and Dunbar, 2015). Although most forms of joint speech in everyday life consists of dialogue (which is mostly not simultaneous), these effects of singing together suggest that there is perhaps a role for enoicement in social situations.

In one joint speech study, participants spoke simultaneously with another person (allowing reciprocal feedback) or with a recorded message, and either said the same thing or something else. When participants spoke synchronously at the same time as another person (meaning the motor feedback of the own voice would line up with the auditory feedback of the other voice), both utterances were processed by the brain as if they were other- instead of self-produced (Jasmin et al., 2016). This indicates a blurring of self-other boundaries reminiscent of the effect that the enoicement illusion has on identity – albeit not necessarily in the expected direction (Tajadura-Jiménez, Grehl and Tsakiris, 2012).

This result prompted more exploration of joint speech through the lens of embodiment. As suggested, joint speech can be both simultaneous (speaking at the same time) and synchronous (saying the same thing). A social enoicement study found that these influence speech adaptation differently. Synchronicity led to stronger pitch adaptation, potentially showing an embodiment effect similar to that found in voice illusion studies. Conversely, simultaneity led to suppression of adaptation in secondary vocal characteristics, perhaps indicating an ‘anti-embodiment’ effect, where subjects tried to maintain the body boundary between self

and other to avoid slurring of speech (Rombout and Postma, 2020). However, it is also possible that this negative shift actually represented a type of embodiment effect. Previous research has shown that alterations of the auditory feedback of the self-voice cause compensation behavior, shifting the voice away from the alteration (Jones and Munhall, 2000). Which explanation is correct remains to be seen.

Conclusion

A lot remains to be discovered concerning the most functional design of enoicement illusions and their effects. These subtle non-visual illusions could potentially alter the lens through which we view joint speech interactions, or at least provide us with new insights. Additionally, they offer a novel sensory modality to explore in extended reality applications, especially those concerning virtual social situations and virtual bodies. Considering the virtual voice as a body-part opens up the possibility of influencing the behavior of the user through that avenue. The research in this area is very much still in its infancy, with plenty of avenues left to explore.

References

- Ainley, V., Apps, M. A., Fotopoulou, A., & Tsakiris, M. (2016). 'Bodily precision': a predictive coding account of individual differences in interoceptive accuracy. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1708), 20160003.
- Alimardani, M., Nishio, S., & Ishiguro, H. (2013). Humanlike robot hands controlled by brain activity arouse illusion of ownership in operators. *Scientific Reports*, 3(1), 1-5.
- Banakou, D., & Slater, M. (2014). Body ownership causes illusory self-attribution of speaking and influences subsequent real speaking. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(49), 17678-17683.
- Banakou, D., & Slater, M. (2017). Embodiment in a virtual body that speaks produces agency over the speaking but does not necessarily influence subsequent real speaking. *Scientific Reports*, 7(1), 1-10.

- Banakou, D., Hanumanthu, P. D., & Slater, M. (2016). Virtual embodiment of white people in a black virtual body leads to a sustained reduction in their implicit racial bias. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*, 601.
- Banakou, D., Groten, R., & Slater, M. (2013). Illusory ownership of a virtual child body causes overestimation of object sizes and implicit attitude changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(31), 12846-12851.
- Belin, P., Fecteau, S., & Bedard, C. (2004). Thinking the voice: neural correlates of voice perception. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(3), 129-135.
- Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, *391*(6669), 756-756.
- IJsselstein, W. A., de Kort, Y. A. W., & Haans, A. (2006). Is this my hand I see before me? The rubber hand illusion in reality, virtual reality, and mixed reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *15*(4), 455-464.
- Jasmin, K. M., McGettigan, C., Agnew, Z. K., Lavan, N., Josephs, O., Cummins, F., & Scott, S. K. (2016). Cohesion and Joint Speech: Right Hemisphere Contributions to Synchronized Vocal Production. *Journal of Neuroscience*, *36*(17), 4669-4680.
- Jones, J. A., & Munhall, K. G. (2000). Perceptual calibration of F 0 production: Evidence from feedback perturbation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *108*(3), 1246-1251.
- Kilteni, K., Groten, R., & Slater, M. (2012). The sense of embodiment in virtual reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *21*(4), 373-387.
- Kalckert, A., & Ehrsson, H. H. (2017). The onset time of the ownership sensation in the moving rubber hand illusion. *Frontiers in Psychology*, *8*, 344.
- Kilteni, K., Maselli, A., Kording, K. P., & Slater, M. (2015). Over my fake body: body ownership illusions for studying the multisensory basis of own-body perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*, 141.
- Kreutz, G. (2014). Does singing facilitate social bonding. *Music and Medicine*, *6*(2), 51-60.
- Longo, M. R., Schüür, F., Kammers, M. P., Tsakiris, M., & Haggard, P. (2008). What is embodiment? A psychometric approach. *Cognition*, *107*(3), 978-998.
- Ma, K., Sellaro, R., Lippelt, D. P., & Hommel, B. (2016). Mood migration: How enfacing a smile makes you happier. *Cognition*, *151*, 52-62.
- Minio-Paluello, I., Porciello, G., Gandolfo, M., Boukarras, S., & Aglioti, S. M. (2020). The enfacement illusion boosts facial mimicry. *Cortex*, *123*, 113-123.
- Pearce, E., Launay, J., & Dunbar, R. I. (2015). The ice-breaker effect: Singing mediates fast social bonding. *Royal Society Open Science*, *2*(10), 150221.

- Petkova, V. I., & Ehrsson, H. H. (2008). If I were you: perceptual illusion of body swapping. *PLoS one*, 3(12), e3832.
- Postma, A. (2000). Detection of errors during speech production: A review of speech monitoring models. *Cognition*, 77(2), 97-132.
- Riemer, M., Bublitzky, F., Trojan, J., & Alpers, G. W. (2015). Defensive activation during the rubber hand illusion: Ownership versus proprioceptive drift. *Biological Psychology*, 109, 86-92.
- Rohde, M., Di Luca, M., & Ernst, M. O. (2011). The rubber hand illusion: feeling of ownership and proprioceptive drift do not go hand in hand. *PLoS one*, 6(6), e21659.
- Rombout, L. E., & Postma-Nilsenova, M. (2019). Exploring a voice illusion. In *2019 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)* (pp. 711-717). IEEE.
- Rombout, L. E., & Postma, M. (2020). The One-Voice Expert. *Proceedings of the 42nd Annual Meeting of the Cognitive Science Society: Developing a Mind: Learning in Humans, Animals, and Machines* (pp. 3289-3294). Cognitive Science Society.
- Steptoe, W., Steed, A., & Slater, M. (2013). Human tails: ownership and control of extended humanoid avatars. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(4), 583-590.
- Tajadura-Jiménez, A., Banakou, D., Bianchi-Berthouze, N., & Slater, M. (2017). Embodiment in a child-like talking virtual body influences object size perception, self-identification, and subsequent real speaking. *Scientific Reports*, 7(1), 1-12.
- Tajadura-Jiménez, A., Grehl, S., & Tsakiris, M. (2012). The other in me: interpersonal multisensory stimulation changes the mental representation of the self. *PLoS one*, 7(7), e40682.
- Tsakiris, M. (2017). The multisensory basis of the self: from body to identity to others. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 70(4), 597-609.
- Wiltermuth, S. S., & Heath, C. (2009). Synchrony and cooperation. *Psychological Science*, 20(1), 1-5.
- Won, A. S., Bailenson, J., Lee, J., & Lanier, J. (2015). Homuncular flexibility in virtual reality. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 20(3), 241-259.
- Zheng, Z. Z., MacDonald, E. N., Munhall, K. G., & Johnsrude, I. S. (2011). Perceiving a stranger's voice as being one's own: A 'rubber voice' illusion?. *PLoS one*, 6(4), e18655.
- Zheng, Z. Z., Munhall, K. G., & Johnsrude, I. S. (2016). A common perceptual inference for cross-modally induced illusions of body schema. *BioRxiv*, 066159.

Ilusiones de voz virtual: una breve reseña

Lisa E. Rombout

Department of Cognitive Science and Artificial Intelligence
Tilburg University, The Netherlands
l.e.rombout@tilburguniversity.edu

Resumen

Las ilusiones de personificación muestran la flexibilidad de donde nuestro cerebro establece el límite entre uno mismo y el otro. Desde manos de goma hasta cuerpos virtuales completos, la integración multisensorial (que a menudo combina la visión con la retroalimentación sensorial o motora) puede llevarnos a experimentar las partes artificiales del cuerpo como si fueran nuestras. Las tecnologías de realidad extendida nos permiten experimentar la encarnación en una amplia gama de cuerpos humanos, e incluso algunos no humanos, con efectos posteriores en las actitudes y el comportamiento. Incluso nuestro rostro, aparentemente tan estrechamente vinculado a nuestra identidad, puede sufrir este efecto a través de ilusiones de encubrimiento. Más recientemente, los investigadores han comenzado a desarrollar y estudiar también las ilusiones de envío. A veces descrita como la “cara auditiva”, la voz ofrece un territorio novedoso interesante para aquellos interesados en crear experiencias corporales virtuales. Además, las ilusiones que no dependen de la visión pueden proporcionarnos más información sobre los mecanismos subyacentes de la encarnación. Los hallazgos de este nuevo dominio de “envoicement” podrían influir en cómo abordamos la encarnación en aplicaciones virtuales, especialmente en situaciones sociales virtuales.

Palabras clave: encarnación, envoicement, realidad virtual, ilusiones de voz.

Introducción

Tal vez la encarnación pueda describirse de manera más sucinta como la sensación de tener un cuerpo (Longo et al., 2008). Sin embargo, este proceso subconsciente aparentemente simple consta de varios subcomponentes complejos, como la agencia (la sensación de que las acciones realizadas por un cuerpo las realiza usted), la propiedad (la sensación de que las cosas que le suceden a un cuerpo le están sucediendo a usted) y la autoconciencia. ubicación (el sentido de dónde se encuentra el “usted”) (Kilteni, Groten, and Slater, 2012). Las ilusiones de encarnación han tenido un impacto significativo en nuestra comprensión de esta capacidad para distinguir rápidamente entre uno mismo y el otro de la miríada de señales sensoriales entrantes.

La primera ilusión de encarnación descrita en un artículo científico fue la ilusión de la mano de goma (RHI) (Botvinick and Cohen, 1998). Durante el RHI, la mano real de un participante se oculta a la vista con una pantalla, y se coloca una mano de goma falsa donde se esperaría la mano real. Tanto la mano real como la falsa se acarician sincrónicamente con un pincel (al mismo tiempo y en el mismo lugar), mientras el participante observa. En menos de un minuto, la gran mayoría de estos participantes (Kalckert and Ehrsson, 2017) se sienten abrumados por una fuerte sensación de que la mano falsa es de hecho suya. Por supuesto, los participantes son conscientes de que este no es realmente el caso, pero muchas reacciones instintivas confirman el sentimiento; el sentido propioceptivo de la ubicación de la mano se desplaza de la mano real a la falsa (Rohde, Di Luca, and Ernst, 2011), y una amenaza repentina para la mano falsa se procesa fisiológicamente como una amenaza para la persona (Riemer et al., 2015).

El RHI se ha repetido en muchas condiciones diferentes, a menudo haciendo uso de la realidad virtual o aumentada para ampliar la gama de opciones para la apariencia y el comportamiento de la extremidad falsa (IJsselsteijn, de Kort and Haans, 2006). Las ilusiones de cuerpo completo de alta calidad también están disponibles con los avances de las pantallas montadas en la cabeza, las cámaras binoculares o entornos completamente virtuales y la tecnología de seguimiento de movimiento (Petkova and Ehrsson, 2008).

La combinación de retroalimentación visual y motora sincrónica de un cuerpo completamente virtual, o un robot controlado a distancia, es capaz de establecer una sensación de encarnación igualmente fuerte [9]. Incluso es posible sentirse encarnado con una cola virtual o una tercera mano (Steptoe, Steed, and Slater, 2013; Won et al., 2015).

Es probable que el proceso subyacente sea alguna forma de integración multisensorial, donde el cerebro recibe todas las diferentes señales sensoriales y de retroalimentación y, a través de un proceso de inferencia causal, o codificación predictiva, llega a una predicción de lo que es parte del cuerpo. y lo que no lo es (Kilteni et al., 2015). La rápida tasa de aceptación de la mayoría de las ilusiones corporales muestra que este proceso es bastante flexible, tanto en términos del tiempo que lleva aceptar una forma diferente como de las formas que aceptará el cerebro. Por supuesto, las señales no siempre están de acuerdo: en el RHI, la visión y la somato sensibilidad cuentan una historia diferente a la propiocepción. Sin embargo, es probable que las señales visuales tengan más peso que otras, siendo la visión el sentido humano dominante (Tsakiris, 2017).

Aparte de los efectos fisiológicos, las características del cuerpo encarnado también pueden influir en las actitudes y el comportamiento posteriores. Por ejemplo, si los participantes de piel clara están incorporados en un avatar virtual con un tono de piel más profundo, su sesgo racial implícito se reduce significativamente después (Banakou, Hanumanthu, and Slater, 2016). Este efecto ya se produce después de sólo unos minutos, aunque los sesgos implícitos suelen ser bastante difíciles de cambiar mediante el esfuerzo cognitivo. De manera similar, la encarnación de los adultos en un cuerpo virtual parecido a un niño influyó en su posterior estimación del tamaño de los objetos y en sus actitudes para que fueran más parecidas a las de un niño (Banakou, Groten, and Slater, 2013). Un participante se encarna con un rostro en un “espejo” aumentado, afecta atributos como el autorreconocimiento, la mímica y el estado de ánimo (Ma et al., 2016; Minio-Paluello et al., 2020; Tajadura-Jiménez, Grehl, and Tsakiris, 2012). Esto indica que la confusión entre uno mismo y los demás puede ocurrir a pesar de los fuertes vínculos entre la parte del cuerpo y la propia identidad, lo que afecta los atributos asociados.

Hasta ahora, hemos hablado de las partes del cuerpo que podemos ver y tocar, o ver y mover, permitiendo que ocurran estas ilusiones. Sin embargo, hay otra forma en que podemos actuar sobre el mundo moviendo nuestros músculos, y es mediante la producción de sonidos.

Voz personificación

La voz ha sido descrita como la “cara auditiva” y está igualmente vinculada a la identidad propia (Belin, Fecteau and Bedard, 2004). En los últimos años, se han creado varias ilusiones de encarnación novedosas que actúan sobre la voz. Esta no es una tarea sencilla, ya que hablar es un proceso muy complejo que implica ciclos rápidos de retroalimentación en múltiples niveles (Postma, 2000). Para cualquier enunciado, se monitorea la retroalimentación de múltiples grupos de músculos en las áreas del tórax, la garganta y la boca para controlar la compleja manipulación de la corriente de aire que da como resultado los sonidos del habla. Además de eso, la retroalimentación auditiva se usa para monitorear el discurso en curso y hacer correcciones posteriores a la expresión cuando sea necesario.

El primer estudio que exploraba explícitamente las ilusiones de voz en el contexto de la encarnación se publicó en 2011 (Zheng et al., 2011). En este trabajo, la voz de un extraño se presentó como la retroalimentación auditiva de la propia voz de un participante. Siempre que haya congruencia entre el enunciado y la retroalimentación auditiva, la voz del extraño se experimentó como el yo, lo que indica que también en el nivel vocal, los límites corporales y la identidad pueden ser flexibles. Los participantes también alteraron sus características vocales en respuesta a la ilusión, aunque no estaba claro si se trataba de una respuesta de auto-reconocimiento, control motor o imitación. Un estudio adicional mostró que, aunque la ilusión de la voz no utiliza la visión como uno de los sentidos contribuyentes, una comparación con el RHI indica que la inferencia perceptiva que conduce a cualquiera de las ilusiones es un rasgo estable dentro de los individuos (Zheng, Munhall and Johnsruide, 2016).

La idea de una ilusión de voz se recogió posteriormente en una serie de estudios que exploraron si en realidad se requería que el participante hablará por sí mismo para que ocurriera la ilusión, o si el efecto también podría establecerse con retroalimentación vibrotáctil en la garganta. La mayoría de estos estudios combinaron adicionalmente la ilusión de la voz con una ilusión virtual de cuerpo completo, incluyendo así la retroalimentación visual dominante en lo que podría llamarse una ilusión de “apoyo”. Por ejemplo, se demostró que la sensación de agencia sobre el cuerpo virtual, creada principalmente por la integración de señales visuales y somatosensoriales sincrónicas, podría extenderse a una voz producida por ese cuerpo (Banakou and Slater, 2014), aunque los efectos sobre los cambios posteriores en las características vocales variado (Banakou, and Slater, 2017). Los resultados mencionados anteriormente con respecto a la incorporación de adultos en un cuerpo virtual del tamaño de un niño (Banakou, Groten and Slater, 2013) también se replicaron con una voz virtual adicional (Tajadura-Jiménez et al., 2017). Aunque esta adición no alteró la fuerza de los efectos encontrados anteriormente, se encontró que la incongruencia entre la edad del cuerpo virtual y la voz virtual interrumpió la ilusión, y las ilusiones intactas también influyeron en las características vocales del participante posteriormente.

En un estudio diferente, se abandonó la ilusión virtual de cuerpo completo en favor de explorar la retroalimentación auditiva y vibrotáctil de forma aislada, mostrando que la falta de retroalimentación visual hace que la ilusión sea mucho más difícil de establecer (Rombout and Postma-Nilsenova, 2019). Esto está en consonancia con la expectativa de que el predominio de la retroalimentación visual le permita “anular” otros sentidos más fácilmente en el proceso de integración multisensorial (Tsakiris, 2017). Una comparación adicional entre sonidos articulados y no articulados, con la expectativa de que la retroalimentación vibrotáctil en la garganta se corresponda mejor con la retroalimentación esperada de los sonidos no articulados, indicó que la ausencia de retroalimentación en realidad podría interrumpir la ilusión menos que la presencia de retroalimentación asincrónica (Rombout and Postma-Nilsenova, 2019). Esto está en consonancia con las expectativas de codificación predictiva (Kilteni et al., 2015): la señal “incorrecta” provocaría un error, mientras que la señal ausente no lo haría (Ainley et al., 2016).

Está claro que queda mucho por explorar en el ámbito de las ilusiones de envío. La complejidad de los bucles de retroalimentación en el proceso de habla y la ponderación relativamente débil de las señales auditivas en comparación con la visión, hacen que la ilusión de voz sea un candidato mucho más desafiante de establecer que cualquier ilusión de encarnación basada principalmente en la visión. Apoyar el envío con una ilusión de cuerpo virtual simultánea podría enseñarnos más sobre la interacción entre los dos, mientras que tratar de establecer una ilusión de voz sin ningún apoyo visual podría darnos más información sobre el proceso de codificación predictiva que subyace a estos procesos.

Personificación social

Aparte de las exploraciones de la ilusión de la voz en sí, hay otro ámbito en el que el envío podría hacer una contribución interesante. Después de todo, la flexibilidad de los límites corporales ejemplificada por las ilusiones corporales sugiere una influencia potencial en nuestras interacciones cotidianas con otros cuerpos. El comportamiento sincrónico, como bailar, marchar o cantar, es fundamental para muchas experiencias de vinculación humana y afecta la confianza y la cercanía interpersonales (Wiltermuth and Heath, 2009; Kreutz, 2014). Se ha observado especialmente que cantar tiene un “efecto rompehielos”, aumentando la sensación de conexión emocional entre las personas que cantan juntas (Pearce, Launay and Dunbar, 2015). Aunque la mayoría de las formas de hablar en conjunto en la vida cotidiana consisten en diálogo (que en su mayoría no es simultáneo), estos efectos de cantar juntos sugieren que quizás exista un papel para la transmisión en situaciones sociales.

En un estudio de habla conjunto, los participantes hablaron simultáneamente con otra persona (permitiendo retroalimentación recíproca) o con un mensaje grabado, y dijeron lo mismo o algo más. Cuando los participantes hablaron sincrónicamente al mismo tiempo que otra persona (lo que significa que la retroalimentación motora de la propia voz se alinearía con la retroalimentación auditiva de la otra voz), ambas expresiones fueron procesadas por el cerebro como si fueran otras, en lugar de ellas mismas. producido (Jasmin et al., 2016). Esto indica una difuminación de los

límites entre el yo y el otro que recuerda el efecto que tiene la ilusión de enfrentamiento en la identidad, aunque no necesariamente en la dirección esperada (Tajadura-Jiménez, Grehl and Tsakiris, 2012)

Este resultado impulsó una mayor exploración del habla conjunta a través de la lente de la encarnación. Como se sugiere, el habla conjunta puede ser simultánea (hablando al mismo tiempo) y sincrónica (diciendo lo mismo). Un estudio de envío social encontró que estos influyen en la adaptación del habla de manera diferente. La sincronización condujo a una adaptación de tono más fuerte, mostrando potencialmente un efecto de encarnación similar al que se encuentra en los estudios de ilusión de voz. Por el contrario, la simultaneidad condujo a la supresión de la adaptación en las características vocales secundarias, tal vez indicando un efecto “anti-personificación”, donde los sujetos intentaron mantener el límite corporal entre ellos mismos y los demás para evitar la dificultad para hablar (Rombout and Postma, 2020). Sin embargo, también es posible que este cambio negativo representa realmente un tipo de efecto de realización. Investigaciones anteriores han demostrado que las alteraciones de la retroalimentación auditiva de la voz propia provocan un comportamiento de compensación, alejando la voz de la alteración (Jones and Munhall, 2000). Queda por ver cuál es la explicación correcta.

Conclusión

Queda mucho por descubrir sobre el diseño más funcional de las ilusiones de envío y sus efectos. Estas sutiles ilusiones no visuales podrían alterar potencialmente la lente a través de la cual vemos las interacciones conjuntas del habla, o al menos proporcionarnos nuevos conocimientos. Además, ofrecen una novedosa modalidad sensorial para explorar en aplicaciones de realidad extendida, especialmente aquellas relacionadas con situaciones sociales virtuales y cuerpos virtuales. Considerar la voz virtual como una parte del cuerpo abre la posibilidad de influir en el comportamiento del usuario a través de esa vía. La investigación en esta área está todavía en su infancia, con muchas avenidas por explorar.

Referencias

- Ainley, V., Apps, M. A., Fotopoulou, A., & Tsakiris, M. (2016). 'Bodily precision': a predictive coding account of individual differences in interoceptive accuracy. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1708), 20160003.
- Alimardani, M., Nishio, S., & Ishiguro, H. (2013). Humanlike robot hands controlled by brain activity arouse illusion of ownership in operators. *Scientific Reports*, 3(1), 1-5.
- Banakou, D., & Slater, M. (2014). Body ownership causes illusory self-attribution of speaking and influences subsequent real speaking. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(49), 17678-17683.
- Banakou, D., & Slater, M. (2017). Embodiment in a virtual body that speaks produces agency over the speaking but does not necessarily influence subsequent real speaking. *Scientific Reports*, 7(1), 1-10.
- Banakou, D., Hanumanthu, P. D., & Slater, M. (2016). Virtual embodiment of white people in a black virtual body leads to a sustained reduction in their implicit racial bias. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 601.
- Banakou, D., Groten, R., & Slater, M. (2013). Illusory ownership of a virtual child body causes overestimation of object sizes and implicit attitude changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31), 12846-12851.
- Belin, P., Fecteau, S., & Bedard, C. (2004). Thinking the voice: neural correlates of voice perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(3), 129-135.
- Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756-756.
- IJsselstein, W. A., de Kort, Y. A. W., & Haans, A. (2006). Is this my hand I see before me? The rubber hand illusion in reality, virtual reality, and mixed reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 15(4), 455-464.
- Jasmin, K. M., McGettigan, C., Agnew, Z. K., Lavan, N., Josephs, O., Cummins, F., & Scott, S. K. (2016). Cohesion and Joint Speech: Right Hemisphere Contributions to Synchronized Vocal Production. *Journal of Neuroscience*, 36(17), 4669-4680.
- Jones, J. A., & Munhall, K. G. (2000). Perceptual calibration of F 0 production: Evidence from feedback perturbation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108(3), 1246-1251.
- Kiltner, K., Groten, R., & Slater, M. (2012). The sense of embodiment in virtual reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 21(4), 373-387.
- Kalckert, A., & Ehrsson, H. H. (2017). The onset time of the ownership sensation in the moving rubber hand illusion. *Frontiers in Psychology*, 8, 344.

- Kilteni, K., Maselli, A., Kording, K. P., & Slater, M. (2015). Over my fake body: body ownership illusions for studying the multisensory basis of own-body perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 141.
- Kreutz, G. (2014). Does singing facilitate social bonding. *Music and Medicine*, 6(2), 51-60.
- Longo, M. R., Schüür, F., Kammers, M. P., Tsakiris, M., & Haggard, P. (2008). What is embodiment? A psychometric approach. *Cognition*, 107(3), 978-998.
- Ma, K., Sellaro, R., Lippelt, D. P., & Hommel, B. (2016). Mood migration: How enfacing a smile makes you happier. *Cognition*, 151, 52-62.
- Minio-Paluello, I., Porciello, G., Gandolfo, M., Boukarras, S., & Aglioti, S. M. (2020). The enfacement illusion boosts facial mimicry. *Cortex*, 123, 113-123.
- Pearce, E., Launay, J., & Dunbar, R. I. (2015). The ice-breaker effect: Singing mediates fast social bonding. *Royal Society Open Science*, 2(10), 150221.
- Petkova, V. I., & Ehrsson, H. H. (2008). If I were you: perceptual illusion of body swapping. *PLoS one*, 3(12), e3832.
- Postma, A. (2000). Detection of errors during speech production: A review of speech monitoring models. *Cognition*, 77(2), 97-132.
- Riemer, M., Bublitzky, F., Trojan, J., & Alpers, G. W. (2015). Defensive activation during the rubber hand illusion: Ownership versus proprioceptive drift. *Biological Psychology*, 109, 86-92.
- Rohde, M., Di Luca, M., & Ernst, M. O. (2011). The rubber hand illusion: feeling of ownership and proprioceptive drift do not go hand in hand. *PLoS one*, 6(6), e21659.
- Rombout, L. E., & Postma-Nilsenova, M. (2019). Exploring a voice illusion. In *2019 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)* (pp. 711-717). IEEE.
- Rombout, L. E., & Postma, M. (2020). The One-Voice Expert. *Proceedings of the 42nd Annual Meeting of the Cognitive Science Society: Developing a Mind: Learning in Humans, Animals, and Machines* (pp. 3289-3294). Cognitive Science Society.
- Steptoe, W., Steed, A., & Slater, M. (2013). Human tails: ownership and control of extended humanoid avatars. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(4), 583-590.
- Tajadura-Jiménez, A., Banakou, D., Bianchi-Berthouze, N., & Slater, M. (2017). Embodiment in a child-like talking virtual body influences object size perception, self-identification, and subsequent real speaking. *Scientific Reports*, 7(1), 1-12.

- Tajadura-Jiménez, A., Grehl, S., & Tsakiris, M. (2012). The other in me: interpersonal multisensory stimulation changes the mental representation of the self. *PLoS one*, 7(7), e40682.
- Tsakiris, M. (2017). The multisensory basis of the self: from body to identity to others. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 70(4), 597-609.
- Wiltermuth, S. S., & Heath, C. (2009). Synchrony and cooperation. *Psychological Science*, 20(1), 1-5.
- Won, A. S., Bailenson, J., Lee, J., & Lanier, J. (2015). Homuncular flexibility in virtual reality. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 20(3), 241-259.
- Zheng, Z. Z., MacDonald, E. N., Munhall, K. G., & Johnsrude, I. S. (2011). Perceiving a stranger's voice as being one's own: A 'rubber voice' illusion?. *PLoS one*, 6(4), e18655.
- Zheng, Z. Z., Munhall, K. G., & Johnsrude, I. S. (2016). A common perceptual inference for cross-modally induced illusions of body schema. *BioRxiv*, 066159.

LISA E. ROMBOUT



English

She is a human interested in quite a lot of things, including creative coding, cyborgs, virtual reality, regular reality, fairy-tales and the human brain. She is currently underlining this multidisciplinary madness by working towards a PhD in cognitive science and artificial intelligence, organizing creative coding meetups and hackathons, and teaching programming to children and adults.

Español

Lisa E. Rombout es una humana interesada en muchas cosas, incluida la codificación creativa, los cyborgs, la realidad virtual, la realidad normal, los cuentos de hadas y el cerebro humano. Actualmente, está trabajando con locura en un proyecto multidisciplinar para obtener un doctorado en ciencia cognitiva e inteligencia artificial, organizando reuniones de codificación creativa y hackatones, y enseñando programación a niños y adultos.

