

# 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 Restrepo<sup>1</sup>, Laura L. Serrano<sup>2</sup>, Frank Rodríguez<sup>2</sup>,  
Juan C. Martínez<sup>3</sup>, Andrés A. Navarro-Newball<sup>3</sup>, Elizabeth Asprilla<sup>4</sup>,  
Andrés D. Castillo<sup>4</sup>, Anita Y. Portilla<sup>4</sup>, and Eliana Peñaloza<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Université, Sherbrooke (Québec)

[gerardo.restrepo@usherbrooke.ca](mailto:gerardo.restrepo@usherbrooke.ca)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Bucaramanga (Colombia)

[lserrano735@unab.edu.co](mailto:lserrano735@unab.edu.co)

[frodriguez757@unab.edu.co](mailto:frodriguez757@unab.edu.co)

<sup>3</sup>Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia)

[juancmartinez@javerianacali.edu.co](mailto:juancmartinez@javerianacali.edu.co)

[anavarro@javerianacali.edu.co](mailto:anavarro@javerianacali.edu.co)

<sup>4</sup>Instituto para Niños Ciegos y Sordos (Colombia)

[elizabeth.asprilla@ciegosysordos.org.co](mailto:elizabeth.asprilla@ciegosysordos.org.co)

[andres.castillo@ciegosysordos.org.co](mailto:andres.castillo@ciegosysordos.org.co)

[anita.portilla@ciegosysordos.org.co](mailto:anita.portilla@ciegosysordos.org.co)

<sup>5</sup>Universidad del Norte (Colombia)

[erpenaloza@uninorte.edu.co](mailto: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.

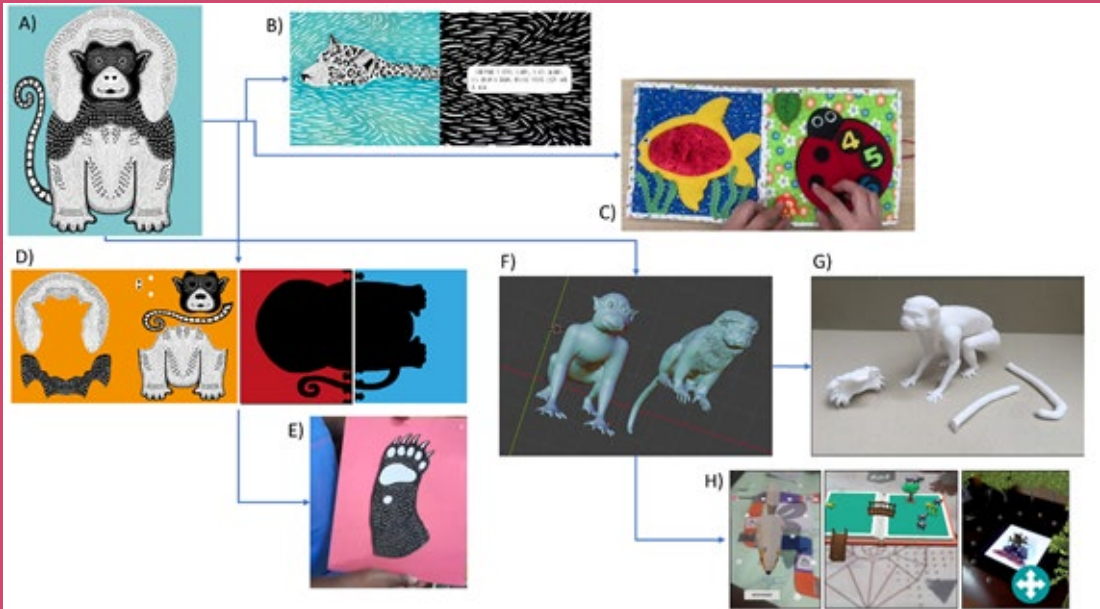
Our research has its origins in the project: "Strategy to co-create inclusive visual/tactile pieces, for the appropriation of knowledge about Colombian fauna", financed by The Colombian Ministry of Science, Technology, and Innovation; and presented by researchers from the Audio-visual Arts program of 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.

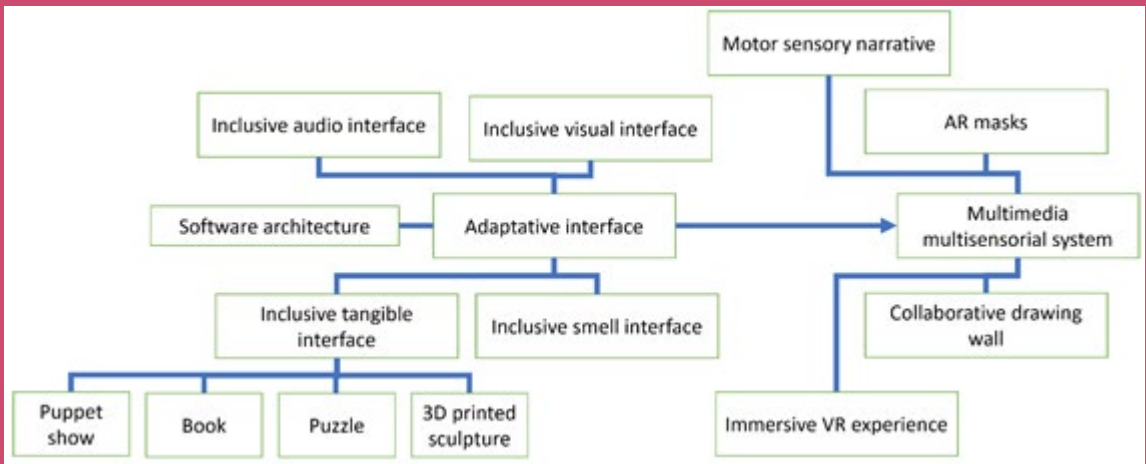


Figure 3. Modules' diagram.

### 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](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](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 Restrepo<sup>1</sup>, Laura L. Serrano<sup>2</sup>, Frank Rodríguez<sup>2</sup>,  
Juan C. Martínez<sup>3</sup>, Andrés A. Navarro-Newball<sup>3</sup>, Elizabeth Asprilla<sup>4</sup>,  
Andrés D. Castillo<sup>4</sup>, Anita Y. Portilla<sup>4</sup>, and Eliana Peñaloza<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Université, Sherbrooke (Québec)

[gerardo.restrepo@usherbrooke.ca](mailto:gerardo.restrepo@usherbrooke.ca)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Bucaramanga (Colombia)

[lserrano735@unab.edu.co](mailto:lserrano735@unab.edu.co)

[frodriguez757@unab.edu.co](mailto:frodriguez757@unab.edu.co)

<sup>3</sup>Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia)

[juancmartinez@javerianacali.edu.co](mailto:juancmartinez@javerianacali.edu.co)

[anavarro@javerianacali.edu.co](mailto:anavarro@javerianacali.edu.co)

<sup>4</sup>Instituto para Niños Ciegos y Sordos (Colombia)

[elizabeth.asprilla@ciegosysordos.org.co](mailto:elizabeth.asprilla@ciegosysordos.org.co)

[andres.castillo@ciegosysordos.org.co](mailto:andres.castillo@ciegosysordos.org.co)

[anita.portilla@ciegosysordos.org.co](mailto:anita.portilla@ciegosysordos.org.co)

<sup>5</sup>Universidad del Norte (Colombia)

[erpenaloza@uninorte.edu.co](mailto: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

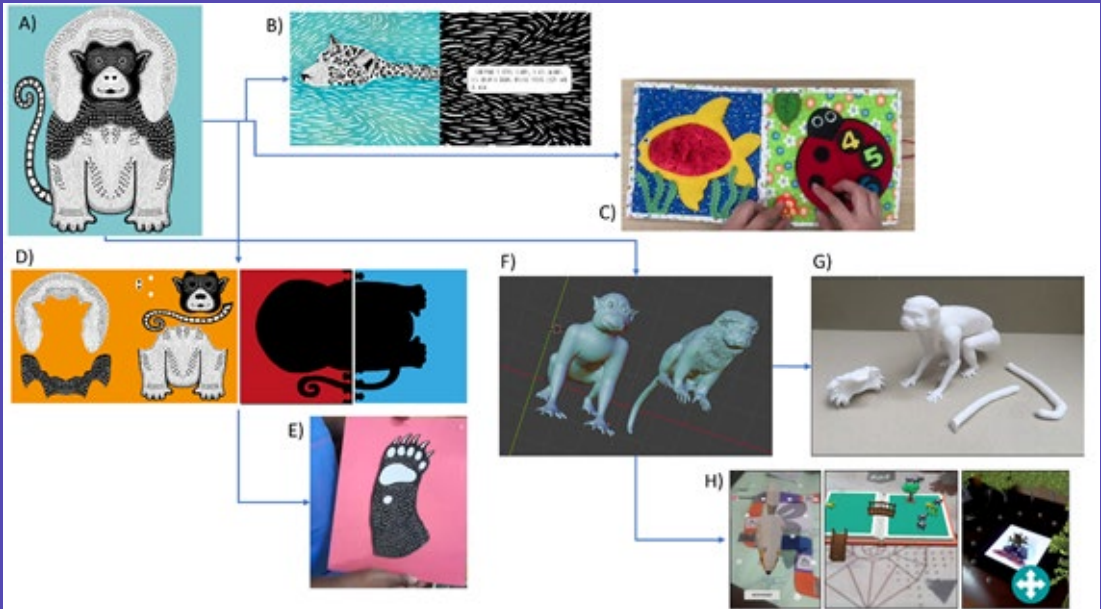
auditiva o visual y con la población general. En casos en donde las recomendaciones del fabricante o de estudios previos indiquen que no hay afectación negativa, involucraremos niños en el rango de edad de 4 a 7 años.

## 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.

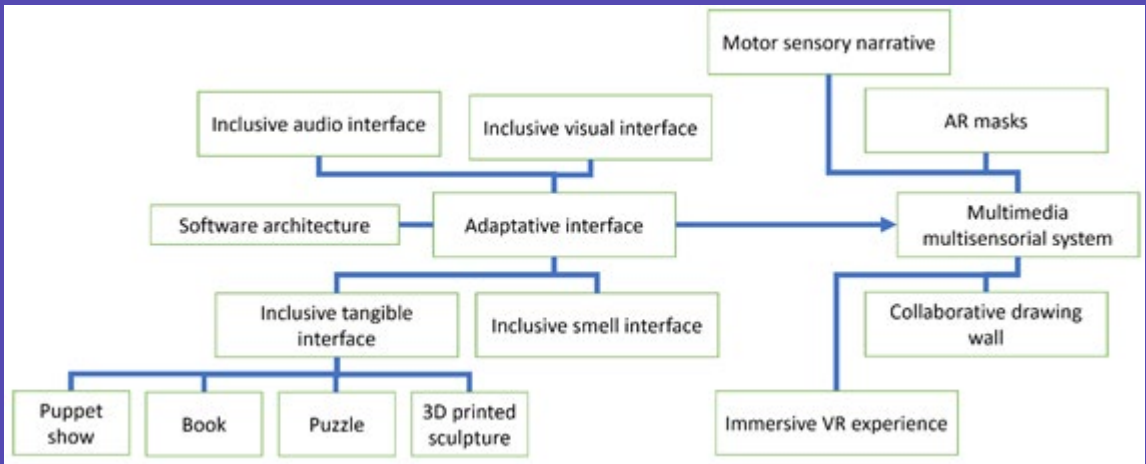


Figura 3. Diagrama de módulos.

### 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](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](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 International 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.

