

# III CONGRESO INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍA Y TURISMO PARA LA DIVERSIDAD

**Libro de Actas TTD 2019**



ORGANIZADOR



COLABORADORES



COLABORADORES TECNOLÓGICOS



PATROCINADORES



## Contenido:

- [www.barriere-check.at](http://www.barriere-check.at). Online accessibility self-check-tool for companies.  
[Erika Plevnik, Peter Noflatscher](#) . 6
- FreeWheel project: developing a solution for inclusive mobility for and with wheelchair users.  
[Tiziano Luccarellia, Stefano Bigliocchia, Sophie Conchona\\*, Ilaria Schiavib aKeenBull SAGL, Lugano.](#) 8
- Experiencias de uso del sistema interactivo Braibox M para la enseñanza de la musicografía braille.  
[Gerardo Andrés Barbarov Rostán, Marian Martínez Beleños.](#) 15
- GRACES: Accessible Graphical Models for Software and Services Engineering.  
[Yod-Samuel Martín, Juan C. Yelmo, Ignacio Gómez.](#) 20
- A Low-Cost System for Lower-Limb Rehabilitation of Stroke Patients Based on Motor Imagery, Virtual Reality and Motorized Pedal.  
[Teodiano Freire Bastos, M. Alejandra Romero-Laisecca, Vivianne Cardoso, Alexandre Pomer-Escher, Berthil Longo, Ana Cecilia Villa-Parra, Denis Delisle-Rodriguez.](#) 31
- Reconocimiento de la Actividad Humana en Ambientes Residenciales Basado en Dispositivo Vestible y Red Neuronal Convolucional.  
[Teodiano Freire Bastos, Yves Coelho.](#) 38
- Estudio de Diversos Algoritmos de Clasificación para su Aplicación en un BCI dentro de un Entorno de Realidad Virtual.  
[K. Martín-Chinea, J. Ortega, J.F. Gómez-González, J. Toledo, E. Pereda, L. Acosta.](#) 44
- A proposal for supporting tourists in smart cities using Artificial Intelligence.  
[Iván Martínez Mateu, Ricardo Melero, Javier Dorado Chaparro, Ismael Torres, Javier Sánchez Riquelme, George Suciu, Dragos Sebastian Cristea, Joana Vicente Salas, Carlos Jiménez Barranco.](#) 53
- Visualfy: Inteligencia artificial y accesibilidad para personas sordas o con pérdida auditiva en el sector Turismo.  
[María José Millán.](#) 60

- La nueva señalética digital universal en la red de Transports  
Metropolitans de Barcelona · TMB.  
[Raül Casas, Ana Vieitez, Rafael Reyes, Javier Pita.](#) **71**
- Design and evaluation of an intuitive audio navigation application for  
blind and visually impaired people.  
[Hugo Furtado, Liliana Calapez, Elke Mattheiss, Alessandro Mulloni.](#) **77**
- Lazarillo, inclusión para todos.  
[René Espinoza Jiménez.](#) **84**
- Mapping accessibility – a Method to Register and Survey the Status of  
Accessibility.  
[Sven Michaelis, Kathrin Bögelsack.](#) **88**
- TravelAble: Empowering people to experience the world – no matter if  
they have a disability or not.  
[Holger Dieterich, Svenja Heinecke, Raul Krauthausen.](#) **96**
- RVOmmm: Relajación a través de la Realidad Virtual.  
[Eva María García-Miguel Berrio, Yolanda Hernández Porras, Ana  
Peñalver Blanco, Jorge Mozún Ponce.](#) **101**
- Juego libre y niños con restricciones motoras severas: propuesta  
metodológica usando el robot colaborativo bimanio YuMi.  
[Xabier Gardeazabal, Julio Abascal.](#) **110**
- Tecnología Hacia un Teatro Accesible sin Barreras Lingüísticas ni  
Sensoriales.  
[Natalia Irena Gladysz.](#) **115**
- La Agenda Cultural Accesible y el Fomento de la Inclusión de las  
Personas con Discapacidad Sensorial en la Cultura.  
[Gonzalo Martín Muñoz.](#) **119**
- “HuVi”, aplicación móvil de Realidad Virtual sobre turismo en los Sitios  
Patrimonios de la Humanidad (UNESCO) de Argentina.  
[Ana Clara Rucci, Yesica Chirinos, Cecilia Sanz, Nela Ravea y Gabriel  
Comparato.](#) **125**

- Patrimonio natural accesible para personas con discapacidad auditiva: Signoguía de la "Cueva de las Ventanas" de Píñar.  
[Cristina Álvarez de Morales Mercado, Silvia Martínez Martínez.](#) **132**
- Accesibilidad en museos de Destinos Turísticos Inteligentes.  
[Alba Viana Lora, Antonio Guevara Plaza, Antonio Fernández Morales.](#) **142**
- Audioguías interactivas accesibles para cada visitante.  
[Marta García-Muñoz, Jaime Solano Ramírez.](#) **149**
- Azores O Meeting – Trail Orienteering: Sustainable and Accessible Sport Tourism Activity.  
[Tiago Valente.](#) **153**
- Cost Effective Internet Based Assistive Technologies for Barrier Free Destinations: A Case Study of Thrissur, Kerala.  
[Mahadevan P, Binosh Kunjappan.](#) **161**
- Analysis of Factors in Establishing Accessible Tourism Center in Japan.  
[Yuko Ishizuka.](#) **169**
- Análisis de accesibilidad de interfaces de electrodomésticos. Comparativa entre placas de cocción y lavadoras.  
[Amaia Beitia, Daniel Justel, Arantxa Glez de Heredia.](#) **175**
- Formando a Profesionales Competentes en Gestión Sostenible del Patrimonio Cultural en Contextos Turísticos Accesibles para Todos en España.  
[Aurora Arjones Fernández.](#) **182**
- Accesibilidad olvidada en la España vaciada. Dificultades de Accesibilidad en el entorno rural y su incidencia en el turismo Delfín.  
[Jiménez Martín.](#) **188**

## APLICACIONES DE TECNOLOGÍAS ACCESIBLES



**www.barriere-check.at**  
**Online accessibility self-check-tool for companies**

Erika Plevnik, Peter Noflatscher  
(ÖZIV Federal Association – Interest Group for People with Disabilities)  
*erika.plevnik@oeziv.org, peter.noflatscher@oeziv.org*

**Abstract**

ÖZIV is an Austrian NGO that advocates independent and inclusive living for people with disabilities. Together with the Austrian Chamber of Commerce, ÖZIV has developed an online evaluation tool called Barrier-Check, which educates and trains companies about barrier-free requirements. Since its start in 2015, more than 11,000 users have hit the webpages over 90,000 times.

ÖZIV – un NGO (non-governmental organisation – organización no gubernamental) Austriaco – aboga por una vida independiente y inclusiva por personas con discapacidad. Juntos con la Cámara Federal de Comercio de Austria ÖZIV ha desarrollado un instrumento de evaluación en el Internet llamado „Barriere-Check“. Ese instrumento también da informaciones a empresas como pueden cumplir con los requisitos de accesibilidad sin barreras. Desde su inicio en 2015 más que 11.000 usuarios han visitado la página web por unas 90.000 veces.

**Keywords**

Accessibility, Barrier-Free-Access, Self-Evaluation, Service-Chain, Information, Awareness, Barrier-Check, Accessibility-Check, Access Statement, Web-Based, Disability, Information, Inclusion

**1. Introduction – Problem targeted**

For many companies the legislation regarding obligatory barrier-free access is new and unfamiliar, and sometimes is even met with resistance.

**2. Solution, Innovation and Impact**

Barrie-Check provides complete online information on the subject of barrier-free access ([www.barriere-check.at](http://www.barriere-check.at)). The site allows users to get a traceable and clear analysis of their own situation regarding accessibility, leading to a self-critical look at all relevant parts of a company. The result is a well-structured description on what to do and how to proceed. Furthermore, companies are encouraged to present their results on their own website. The innovative element of Barrie-Check is the detailed analysis of the chain of services in a company or organization. This chain consists of different modules, which can easily be chosen, integrated, and removed via a drag and drop feature. Further, the practice is very flexible such that it can be adapted for all sorts of companies, their respective field of business, and various departments. Barrier-Check started in April 2015 and had 15,000 hits in the first nine months. To date, approximately 2,000 users – primarily in the hospitality sector (hotels and restaurants) – have used the site and have taken the necessary corrective actions.

### 3. Outlook, Transferability and Finance

Barrie-Check is an online tool for use in Austria. Its low-threshold service raises awareness and assists with knowledge transfer. Required actions are clearly described, which helps reduce prejudices towards the subject of accessibility. The tool can be adapted to any individual company and their chain of services. Moreover, there is the possibility to add further modules to the chain of services. ÖZIV believes that Barrier-Check can be replicated internationally by taking the respective local rules and requirements into consideration. ÖZIV does not make any profit from Barrier-Check and considers it as an information and awareness tool. The initial total cost of 13.000 Euro was covered by the Austrian Chamber of Commerce, and the actual running costs are marginal.

### 4. Authors:

Erika Plevnik; ÖZIV Federal Association – Interest Group for People with Disabilities, head of department ÖZIV ACCESS

Peter Noflatscher; ÖZIV Federal Association – Interest Group for People with Disabilities, head of client advisory

### 10. References

[1] Austrian Standards International, "ÖNORM

*B1600:2017 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen*", Austrian Standards International, Wien, 2017.04.01

[2] Austrian Standards International, "ÖNORM *B1603:2013 Barrierefreie Tourismus- und Freizeiteinrichtungen - Planungsgrundlagen*", Austrian Standards International, Wien, 2013.10.01

# FreeWheel project: developing a solution for inclusive mobility for and with wheelchair users

Tiziano Luccarelli<sup>a</sup>, Stefano Bigliocchi<sup>a</sup>, Sophie Conchon<sup>a\*</sup>, Ilaria Schiavi<sup>b</sup>

<sup>a</sup>KeenBull SAGL, Lugano, CH (\*formerly)

<sup>b</sup>IRIS SRL, Turin, IT

## Abstract

*The EU Horizon2020 project FreeWheel aims to develop an inclusive mobility solution for people with lower limbs motion impairment. The solution will be delivered as a service and it consists of two main components:*

- a smart active unit for the motorisation and autonomous driving of manual wheelchairs, which is attached to the chair through customised connectors made in Additive Manufacturing (AM);*
- an app, introducing the users to the service and accompanying them in its utilisation.*

*This paper describes both the solution as it is developing and the process followed by the consortium for devising an innovative service that is designed for and with the users adopting a truly co-creation based, pragmatic approach. The involvement of end users (sponsors) is an important feature of this project. And it is considered the key factor to ensure the delivery to market of a product-service with good chances of wide adoption.*

*Proyecto FreeWheel (EU Horizon2020) tiene como objetivo desarrollar una solución de movilidad inclusiva para personas con discapacidades de movimiento de miembros inferiores. La solución se entregará como un servicio y consta de dos componentes principales:*

- una unidad activa inteligente para la motorización y la conducción autónoma de sillas de ruedas manuales, que se adjunta a la silla a través de conectores personalizados hechos en Fabricación Aditiva (AM);*
- una aplicación, que introduce a los usuarios al servicio y los acompaña en su utilización.*

*Este documento describe la solución a medida que se está desarrollando y el proceso seguido por el consorcio para diseñar un servicio innovador que esté diseñado para y con los usuarios que adopten un enfoque pragmático verdaderamente basado en la*

*creación conjunta. La participación de los usuarios finales (patrocinadores) es una característica importante de este proyecto. Y se considera el factor clave para garantizar la entrega al mercado de un producto-servicio con buenas posibilidades de amplia adopción.*

## 1. Introduction

The EU Horizon2020 project FreeWheel - Lifecycle-reconfigurable Smart Mobility Platform to enable autonomous and cost-effective personalised solutions for social inclusion of disabled and elderly while leveraging Additive Manufacturing technologies (Grant Agreement No 768908) aims to develop an inclusive mobility solution for people with lower limbs motion impairment. This mobility solution will be offered as a service and it will be demonstrated within this project in specific locations, namely an indoor retail parks and an outdoor cultural heritage location.

The project consortium includes engineering companies and Universities, end users and hosting facilities representatives and service designers. The consortium presents a strong synergy between the business/technological profiles and the human and social oriented in order to comprehensively capture all the desires from the target groups considered while nourishing a scenario where innovation supports and empowers social wellbeing.

This paper describes both the solution as it is developing and the process followed by the consortium for devising an innovative service that is designed for and with the users adopting a truly co-creation, pragmatic approach that will ensure the delivery to market of a product-service with good chances of wide adoption.

## 2. The FreeWheel project mobility solution

The FreeWheel project mobility solution consists in two main components:

- a smart active unit for the motorisation and autonomous driving of manual wheelchairs, which is attached to the chair through customised connectors made in Additive Manufacturing (AM);
- an app, introducing the user to the service and accompanying him or her in its utilisation.

The solution is to be delivered mainly as a service to people with physical motion limitations, mainly wheelchairs users with lower limbs motion impairment (paraplegia).

Flexible consumption-based models are not new. Long employed by utilities (bus, metro, taxi, airplanes, trains) and telecom companies (pay-as-you-go plans and subscriptions), flexible consumption is now expanding to businesses in other industries, creating value for both customers and the companies that adopt them. Whichever the business models supporting the FreeWheel service, they are all being developed to maximise the benefits to the FreeWheel solution users, i.e.: flexibility, convenience and affordability.

The service relies upon a fleet of smart active units - grouped into a rack - located in important points of interests. Customers can book the unit or access them "on the fly". The rack is both the holding system and the smart unit's battery charger. The renting system manages the unit on the racks so that the smart units with the higher level of charge are ready to be released first.

Once assigned for the rent by the renting system, the smart unit can be unplugged from the rack and connected with the wheelchair using the custom AM-designed connectors, previously installed on customer's wheelchair as part of the service experience.

## 3. Designing the overall mobility solution

The project started with the definition of the requirements for the whole integrated system design, with the main objective of identifying the functional requirements for FreeWheel integrated solution. The work focused on collecting and analysing data about social behaviours, customers' needs, contexts and constraints, to then translate them into desired service solutions and specific product design requirements. FreeWheel project therefore follows the main steps of a human-centered design (HCD) methodology, made iterative in shaping the service features to better define experience according to the technology development and the feedbacks from the sponsors.

The continuous dialogue with the engineers responsible for designing the product, mainly the smart

motorising unit and the app, ensured that feedback on the feasibility of the specific requirements contributed to achieve a definite set of service and technical objectives. A further analysis on future scenarios of implementation allowed for the definition of social impacts objectives and indicators which fed back into the definition of the service. This section explains in detail the pragmatic and very effective approach for the design of the solution, which started with the definition of the users' archetypes.

### 3.1. Definition of users' archetypes

Behavioural archetypes are structured models of people responses to a specific stimulus. As the name suggests, they tap into the behavioural level of cognitive processing. In a nutshell, the focus is on who does what, how they do it, and why.

The behavioural archetypes represent typical motivations, goals and general attitudes of the target users of the FreeWheel mobility solution and also how these can change based on the quality of their experience with the service over time. Archetypes most directly help determining the approach and functionality of a user experience, as well as contributing to determining, validating, and prioritising products features. Additionally, behavioural archetypes are scenario-based, hence, pragmatically, the analysis made also reference to the specific scenarios of the demonstrations: a shopping mall and a cultural heritage location.

The definition of the archetypes started with a reflection on the categories of disability that can be serviced and those that cannot, then went through identification of the generic clusters of people that led to the identification of a panel of interviewees, whose responses formed the basis for the formulation of definitions sought.

The disability categories were reviewed and defined internally to establish which ones should be taken into consideration for the service and those to be excluded because of objective barriers to the use of the FreeWheel mobility solution. They are presented in Table 1 and Table 2 respectively, where the main category of injury or illness and specific applicable cases are identified. Temporary disability (e.g. because of lower limbs injury) is not identified in the table but is also an eligible motion impairment.

**Table 1. Disability categories to be taken into account for the FreeWheel mobility solution**

| Injury or illness                                     | Subcategory                                                                              |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lower limbs medullary lesions (paraplegia)            | All kinds                                                                                |
| Lower and upper limbs medullary lesions (tetraplegia) | Incomplete (NB: the compatibility characteristics with the module need to be identified) |
| Neurodegenerative diseases                            | All kinds (at the initial stage)                                                         |
| Lower limbs amputations                               | All kinds                                                                                |
| Poliomyelitis                                         | Yes                                                                                      |
| Neurological disorders affecting movements            | All kinds (to be defined)                                                                |

**Table 2. Disability categories not applicable for the FreeWheel mobility solution**

| Injury or illness                                     | Subcategory                 |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Neurological disorders affecting cognition            | All kinds                   |
| Lower and upper limbs medullary lesions (tetraplegia) | Complete                    |
| Neurodegenerative diseases                            | At the advanced/final stage |
| Upper limbs amputations                               | All kinds                   |

A panel of people of various ages, family and work status, with different kind (and experience) of eligible disabilities was set up and their experience related to shopping and cultural activities were collected using qualitative research techniques (structured and unstructured interviews, performed remotely or in person).

Four main behavioural archetypes were identified:

- The soloist is the archetype of complete acceptance and independence. Within this behaviour, people develop specific routines for reaching the higher level of autonomy in almost all the activities.
- The energy saver archetype is connected with a recent disability status everything seems tiresome and the person tries to save energy with all the means possible.
- The would-be archetype resents of the challenge of dealing with - at the same time - the desire of moving independently and the loss of strength, with the fatigue of manoeuvring the wheelchair for a long time.

- The denier is the archetype of denial of disability and not acceptance. Even with small mobility impairments, the person in this status refuses of appearing, acting and even thinking as a “disabled”.

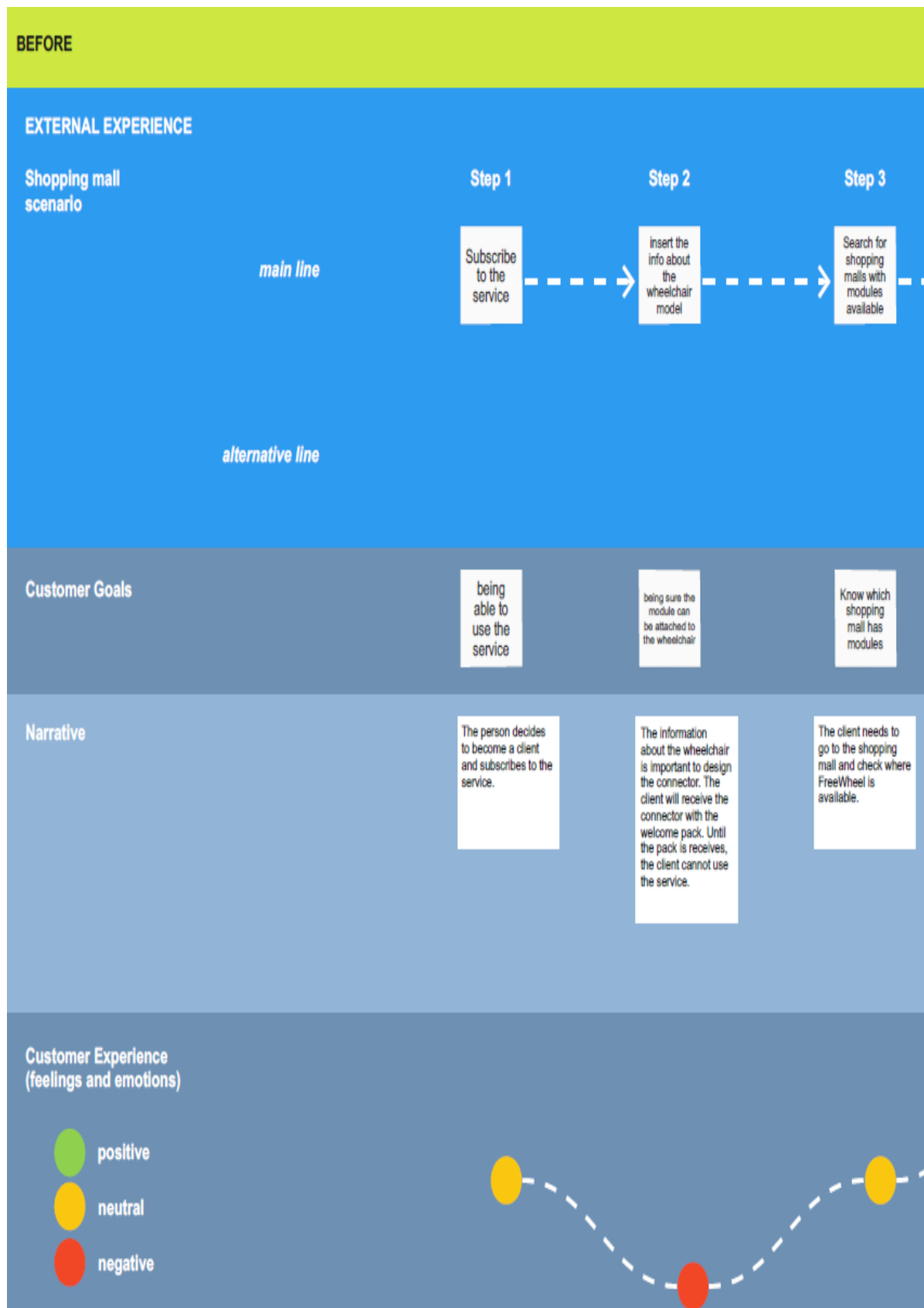
Many insights were gained by this study:

- Using a wheelchair requires physical effort, however the attitude towards being helped can vary from full acceptance of being pushed, which might however mean loss of privacy, to complete refusal and therefore reduction of time spent visiting or shopping, to the extreme cases of not leaving the house altogether.
- Using a manual (but often also a motorised) wheelchair means it is impossible to go fully “hands free”, which limits other activities (carrying bags, using the mobile phone, etc) but also emotional.
- Wheelchair users have to focus their attention to the path they are taking: the environment wheelchair users move in is full of obstacles, from small gaps, holes or steps on the pavement where wheels might get stuck to moving obstacles including e.g. people changing suddenly direction or distracted. There is little time to enjoy the scenery.

### 3.2 The users’ experience map

The human-centred approach was used also to identify specific needs and pain points linked to the use of the service. To objectivise them, the journey of a user of the service in both demosite locations was run through with different user representatives and depicted in two maps. The maps allowed, in a preliminary phase, to highlight the facilities, tools, technologies etc the wheelchair users would like to be able to access to ease their journey through the location and/or to make their experience more enjoyable up to level of an abled-person. As such, the exercise allowed to collect and organise the main issues experienced by the users in the specific locations and their desires. At this point the knowledge collected include the thoughts and emotions of the users to deliver a story.

From a pragmatic point of view, the visualisation of the journey and the mapping of the pain points and desires enabled the team also to start identifying the components of the service (use phase of the whole service) that satisfy them. This required further crystallisation for the preparation of the service blueprint recently finalised [1] but was extremely useful to gain further and more detailed insight of the user’s requirements.



**Figure 1: A snapshot of the users experience map**

Figure 1 shows a snapshot of the external experience map: at the top are listed the steps of the process of booking and using the service, on the levels below are the objectives of the user and an explanation of its experience, matched by a colour coded visualisation of their emotional engagement, which depends from the archetypes perspective.

### 3.3 Technical and service objectives, including key results and key performance indicators

In parallel with the users' perspective, the project team also worked on their vision of the service through statement of intents (stories) describing the desired outcomes from the FreeWheel mobility solution from the point of view of those operating it or contributing to it. A stories repository containing about 130 stories was built up since day one of the project describing:

1. The perspective about FreeWheel from various stakeholders:
  - a. The Client
  - b. The Accompanying Person
  - c. The Module Manufacturer
  - d. The Service Provider
  - e. The Third-party Service Provider
  - f. The Add-on parts Manufacturer
  - g. Anyone else interacting with FreeWheel
2. Different topics concerning the product and the service:
  - a. Renting the module
  - b. Connecting the module
  - c. Buying the module or some related components
  - d. The module in motion
  - e. Customer feedback
  - f. How to use the module
  - g. Accompanying person role
  - h. Manufacturing requirements
  - i. Using the app
  - j. Module and Service Maintenance
  - k. Using the module

The stories are a way to describe the goals nor the process to achieve them, hence are a useful basis to describe targets. As the stories were told mainly from the perspective of the operators, they needed to be matched with the narrative gathered from the users. The cross check with the experience map refined even more the information acquired by contextualising it to the two demo-sites. The further step was to match this knowledge acquired with respect to the expectations with the project objectives to define a set of Technical and Service Objectives which together form the Design Objectives of the solution.

Both sets of objectives were built applying the MECE and the SMART frameworks, i.e.:

- MECE framework refers to “Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive”, meaning that there are no objectives with overlapping domains and that all the objectives together will draw an exhaustive set of indicators to drive the project on the right path.
- SMART framework allows the creation of crystal clear objectives that are Specific, Measurable, Agreed between all the partners, Realistic and Time-based.

### 3.4 How to estimate the social impact of the project

FreeWheel mobility solution has a clear potential for significative social impact, however the project developing the solution will end well before being able to measure and monitor such impact. However, there is a need to ensure the desired social impact are “designed in”, which equates to a reframing of FreeWheel physical devices and digital interaction touchpoints as tools for reaching the social impact on final beneficiaries. This has been done adopting the Theory of Change (ToC) methodology, which is a conceptual roadmap to envision how the project is expected to achieve its intended impact. In long-term project aiming at bringing social changes, a ToC is a powerful alignment tool for all the project members. It is also the basis for choosing relevant social impact objectives and define indicators to measure them. It has the following advantages:

- It allows to clarify a common vision of success of the project and get a clearer shared picture of the social change to achieve after having clarified the end-user's needs;
- It recognises that the social impacts cannot be reached within the timeframe of the project, hence any Logic Model based social metric applied and measured would not actually describe the potential. Furthermore, it allows to include the complexity of an operational phase not covered by the project;
- It allows to include the additional actors who will be required to introduce the solution onto the market.
- It provides guidelines provides as to how to adapt the service to any new location by bringing some criteria to assess the context and understand the specificities of its ecosystem of stakeholders.

A Theory of Change is co-created with all actors in the project both as a way to increase the probability of success and ensure adaptability to the challenges the consortium may face during the initial phase of the project and after, once the test has been run and funding period is over.

The team adopted a 3 steps approach, adapted from a framework coming from Keystone Accountability® [2] that best suited the needs of the research project:

1. Envisioning the success
2. Mapping the pre-conditions of success
3. Identifying the key elements to measure the social impact of the project

The success of the solution is described by the vision aimed to be achieved by FreeWheel by 2022: “People with motion limitation (temporary or permanent) have a more autonomous and inclusive experience of mobility in their daily life”.

Applying the vision to the different stakeholders, it was translated into key outcomes, for example: for FreeWheel users the vision translates into a lift of the accessibility constraints in daily life, hence easier access to job positions, ability to choose their holidays according to their preferences, enjoyment of visiting any location alone or with accompanying persons etc. For each outcome statement of the vision of success, a series of pre-conditions are determined for this change to happen. These conditions formed “the pathway to outcomes”. For example, for having easier access to job positions, the workplace needs to become more accessible i.e.:

- a) the workplace must be located within an area covered by the FreeWheel mobility solution and
- b) the service needs to be interconnected to accessible public transport.

Conditions and preconditions of change could then be translated into indicators: for example, a) above translate into number of workplaces in the area covered by the service and b) number of FreeWheel racks within a certain radius of a public transport station or stop.

The example above clarifies why social impacts transcend the current development project, as actual wide spread of the solution is implied as well as the involvement of many actors (e.g. public transport). The exercise however is extremely important to drive the actions towards commercialisation of the solution (e.g. business planning, exploitation etc).

## 4. Challenges and Blueprint

The understanding of the user needs and the envisioning of change facilitated the alignment of the consortium and allowed to define a set of Design Challenges. These are again a way to define the aim of the project and work properly to address specific needs. The activity of identification and shaping, made more effective by the interaction with sponsors, gave a great contribution to the evolution of the technical and service features.

The synthesis of the research done is the Service Blueprint, a public deliverable that maps all the service aspects. This is a co-created document that addresses the Challenges while taking into consideration all the requirements. This document displays the whole service experience and highlight the interactions between all the actors coming from customer’s side, frontend and backend operations and support processes enabling the features.

## 5. Conclusion and lessons learned

The co-creative approach taken by this project has the advantage of ensuring that the solution developed will have a good chance of buy-in from the potential end users, who in turns have had the opportunity to shape a service built as much as possible for their needs. On one hand the direct dialogue also highlighted potential barriers (regulatory and operational) and ways of overcoming them, on the other it paved the way to ensure that the solution will not be a “missed opportunity” for the end users. The co-creation approach required some effort and a degree of mediation between the two worlds – the engineers and the users, which started with some fundamental alignment over key concepts and the terminology thereof: for example, while the project definition addresses “disabled” (see the project title) people, working with the sponsors highlighted that the solution can only be suitable for a specific category of mobility impaired people. This is not seen as a limitation but, on the contrary, it adds value to the service as it ensures to target the right category of users avoiding disappointment of others and ensuring the safety of the users. Indeed, this lesson learned has become a feature of the service, which allows the potential users to self-check the suitability of the FreeWheel mobility solution for their disability BEFORE subscribing to the service.

Similarly, tools such as the Theory of change enabled the designers and engineers to firm up into quantitative objectives the social impact of the FreeWheel mobility solution. Instead of seeing such impacts as a consequence of the solution developed, they were actually translated into drivers for defining the commercialisation of service and the product: this is key for the successful implementation of a solution which addresses a very socially-charged issue such as improved mobility of people with motion impairment.

## 6. Next steps

The project has reached the mid term point and is now finalising, on one hand, the definition of the service and, on the other, the process and production

aspects of the smart motorisation unit, focusing mainly on the connectors. Key part of the service is the customisation of the brackets that connect the smart motorising unit to the wheelchairs, and a short lead time between the subscription, and therefore ordering of the customised connectors, and their delivery to the user. Both customisation and quick manufacture can be obtained by leveraging digitalisation, e.g. for the exchange of technical details, and advanced production technologies such as Additive Manufacturing. The project team include experts in such advanced production processes and equipment who are now working in defining the best production strategies to maximise cost effectiveness and minimise environmental impact of the manufacture. In parallel, the digital touch points identified are being translated into features of the app accompanying the user of the service.

The project will culminate in a public demonstration of the solution in the Autumn of 2020. However, the solution developed has raised already some interest from funders and the consortium is hoping to deliver the solution to the market in three – four years time.

## 9. Acknowledgements

This paper describes work undertaken within project FreeWheel, which started in October 2017 and will last three years. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and

innovation programme under grant agreement No 768908. The project is an Innovation Action and it was granted funding under the call FOF-10-2017 - New technologies and life cycle management for reconfigurable and reusable customised products. The project is managed by the EU Commission DG Research & Innovation and it is coordinated by IRIS srl. The work described has been led by Keen Bull and has involved all partners of the project. More information on the project, including the list of all partners and the public deliverables, is available at [www.freewheelproject.eu](http://www.freewheelproject.eu).

## 10. References

- [1] KeenBull, SUPSI, FreeWheel Deliverable D4.2 FreeWheel Service Blueprint, *Public Deliverable available from* <http://www.freewheelproject.eu/d4-2/>, March 2019
- [2] Keystone, IPAL Guide 2, Impact Planning, Assessment and Learning. *Developing a Theory of Change* available from <https://keystoneaccountability.org/wp-content/uploads/files/2%20Developing%20a%20theory%20of%20change.pdf>, August 2009

## 11. Copyright

Authors of the submitted papers accept its copyright released in order to be published in the proceedings by sending them to approval of the Scientific Committee.

# Experiencias de uso del sistema interactivo Braibox M para la enseñanza de la musicografía braille.

Gerardo Andrés Barbarov Rostán  
Singular Devices Maker Studio  
gbarbarov@singulardevices.com

Marian Martínez Beleños  
CRE ONCE Sevilla  
mmbe@once.es

## Resumen

*En este trabajo se expone la descripción de un nuevo sistema de interacción braille y las primeras experiencias en el aula, pruebas de validación del dispositivo Braibox M, propuesto como un medio de ayuda a la enseñanza de la música en braille. El dispositivo es una interfaz háptica de solo entrada y de bajo coste, que incorpora 8 celdas macro braille, el sistema está especialmente diseñado para la enseñanza de la musicografía braille a niños, siendo un sistema autónomo que ejecuta en un altavoz interno la partitura musical introducida de forma manual, manipulando de forma individual cada punto Braille. También puede conectarse a un ordenador mediante USB para tener una salida visual de un pentagrama, pudiéndose ver de forma automática en signografía visual cada una de las notas escritas en braille por el alumno, así como permitir controlar todas las funciones desde el ordenador por parte del maestro/a.*

**Palabras clave:** Braille, enseñanza, inclusión, interactivo, música, musicografía.

## Abstract

*In this work the description of a new system of braille interaction and the first classroom experiences are described, towards the validation of the Braibox M device, proposed as a way of aiding the teaching of music through braille. The device is a haptic interface of only input and low cost, which incorporates 8 macro Braille cells. The system is specially designed for the teaching of Braille musicography to children, being an autonomous system that executes a manually introduced musical score in an internal loudspeaker, which performs each Braille point individually. It can also be connected to a computer via USB in order to*

*show a pentagram. This allows the notes written in Braille by the student to be seen automatically in visual signography, as well as permitting the teacher to control all the functions from the computer.*

**Keywords:** Braille, inclusiveness, interactive, music, musicography, teaching.

## 1. Introducción

La musicografía braille [1], es un código que difiere totalmente de la escritura musical en pentagrama, por lo que supone una mayor dificultad para el aprendizaje del alumno en el aula, al no estar preparado el docente para iniciarle en dicho código. Existen herramientas informáticas más avanzadas, que sirven para trabajar con la música en braille, como el BME [2] o Musibraille [3], pero estos programas no son accesibles para niños pequeños que se están iniciando en la música en braille. Por eso, vemos en la Braibox el primer dispositivo que ayuda tanto a los alumnos, como a los profesores videntes, a conocer la música en braille, de forma lúdica y motivante, al proporcionar una respuesta sonora, y autodidacta, al poder oír el alumno la nota y el nombre de la nota que ha escrito, así como ver el maestro en su código visual la equivalencia en el pentagrama, siguiendo pautas del diseño universal [4][5].

El diseño del dispositivo Braibox fue originalmente pensado para la introducción de los niños ciegos al lenguaje computacional, permitiendo controlar un pequeño robot móvil llamado Kusibot [6], mediante secuencias de comandos introducidos en braille, utilizando las iniciales de las ordenes que debe seguir el robot, como ser: ‘a’ adelante, ‘i’ izquierda, ‘d’ derecha y operaciones de lógica como bucles y condicionales.

Como un medio para introducir a los niños a la musicografía utilizando el robot, se implementó un simple intérprete musical de partituras braille (reconoce los símbolos de notas, tiempos, espacios y cambios de octava), el cual luego se ha expandido de forma separada, no siendo ahora necesaria la utilización del robot, incorporando en la propia caja de control un altavoz y código para reproducir música de forma autónoma y con la opción de conectar algún dispositivo externo con salida visual.

## 2. Descripción del sistema

El dispositivo Braibox M, es una interfaz de entrada basada en macro celdas braille, su bajo costo y robustez para ser usadas por niños pequeños, se basa en que no posee características activas como una línea braille convencional, solamente permite la entrada de caracteres en los 8 cajetines, de 6 puntos, cada punto se puede mantener en una posición elevada o a nivel de la base ejerciendo una presión con un dedo sobre cada punto, permitiendo bascular entre los dos estados. Puede ser utilizado de manera autónoma o conectado a un ordenador u otro dispositivo mediante Bluetooth o USB.

En el extremo derecho del dispositivo sobre la base de la caja, junto a la celda 8, posee un pulsador que permite activar funciones según las diferentes opciones previamente seleccionadas o configuradas.

El interruptor de encendido y apagado se encuentra en la parte lateral derecha, un botón rectangular basculante de dos posiciones, pulsado abajo encendido, pulsado arriba apagado.

Para acceder a los distintos modos del dispositivo, se utilizan las celdas braille y el interruptor de encendido, luego de la inicialización las celdas pueden usarse normalmente, cada modo tiene un código auditivo diferente que confirma que se ha seleccionado el modo deseado.

### 2.1. Modo M (Música)

El Braibox en modo M permite la utilización del dispositivo como un generador de música básico, introduciendo las notas en los cajetines 1 a 8 y utilizando el altavoz interno de sonido monofónico. En los modos básicos cualquier símbolo que no sea una nota se interpreta como un error lo cual es representado por un pitido en la secuencia de notas.

El modo M tiene 3 funcionalidades:

- Una pulsación corta, reproduce de inicio a fin una vez la secuencia de notas escritas.

- Una pulsación larga hasta escuchar un pitido, reproduce de forma cíclica sin interrupción, que se detiene al mantener presionado el pulsador. Mientras se está reproduciendo una secuencia es posible cambiar las notas y tiempos que se actualizarán en el siguiente ciclo de ejecución de la secuencia.
- Una pulsación aún más larga hasta escuchar un segundo pitido, ejecuta de una en una, las notas de la secuencia con cada pulsación, se sale de este modo manteniendo presionado el pulsador hasta escuchar un pitido.

Para acceder al nivel avanzado del modo M, que realiza el cambio de octava de manera automática o admite símbolos de cambio de octava, se debe escribir una 'a' en la celda 2 junto a la 'm' de la celda 1, en el momento de encender el equipo.

### 2.2. Modo S (Sintetizador)

En este modo se utiliza como fuente de generación de sonido un sintetizador MIDI externo que puede ser un ordenador o un equipo autónomo. Se inicia este modo escribiendo el símbolo 's' en la celda 1 al encender el dispositivo.

Estando ya en el modo S, para seleccionar el instrumento se debe escribir la 'c' de comando en la primera celda y a continuación la letra inicial de alguno de los instrumentos válidos: 'a' arpa, 'c' clarinete, 'f' flauta, 'g' guitarra, 'o' órgano, 'p' piano, 's' saxofón, 't' trompeta, 'v' violín, 'x' xilófono. Después de seleccionar el instrumento, este se queda memorizado y se pueden escribir notas en las primeras dos celdas.

### 2.2. Modo E (Ejercicios)

El modo E (ejercicios) aún no está implementado completamente en la versión actual del software interno de Braibox, permite la introducción y almacenamiento de secuencias por parte del educador, y el alumno tiene una opción de escuchar la melodía e intentar escribirla correctamente en la Braibox, otro modo permite almacenar secuencias de notas y agruparlas en bloques que luego se pueden reproducir de manera conjunta en forma secuencial o alternada.

## 3. Ejemplos de experiencias educativas realizadas en el aula

Los objetivos de las experiencias realizadas en el aula son:

- Profundizar en la escritura musical (notas básicas).
- Escribir ritmos con la nota *do*.
- Aprender a escribir notas con distintas figuras.

### 3.1. Experiencia 1

El alumno 'A' de 3º de primaria, usuario del código braille desde infantil, e iniciado en la musicografía braille (conoce notas, y distingue las figuras con la nota *do*, siendo capaz de hacer sencillas lecturas rítmicas con esta nota).

#### 3.1.1 Actividades

- a) Explora la Braibox: celdas, puntos, botón y funciones, etc.
- b) Escribe notas básicas dictadas por el maestro, (corcheas) y escucha cómo suenan.
- c) Con la nota *do* escrita en las 8 celdas, el alumno escribirá el ritmo que le indiquemos (marcando punto 3 o 6, o sin puntos, o con ambos), y escucharemos cómo suena mientras lo leemos.
- d) Lee una melodía con notas y figuras, identificando la nota, y su figura, y escuchando una a una cómo suena cada nota, y en conjunto.
- e) Escribe una melodía con notas y figuras dictadas por el maestro.

### 3.2. Experiencia 2

El alumno 'N' de 3º de primaria. Iniciado muy poco en musicografía braille. Conoce las notas musicales básicas, aunque debe pensarlo y a veces confunde alguna.

#### 3.2.1 Actividades

- a) Se familiariza con la Braibox, y escribe la escala (según la maestra le dice el nombre de cada nota básica, *do, re, mi, fa, sol, la, si*). Luego lo escucha con el botón.
- b) A continuación, el alumno convierte la escala en negras, recordándole la maestra que debe añadir el punto 6. El alumno lo escribe y lo escucha.
- c) Ahora la maestra le pide que cambie alguna nota por blanca, y el alumno observa cómo suenan unas más largas que otras, mientras toca la Braibox, la parte inferior de cada celda para fijarse en la figura (punto 3 o 6).

- d) La maestra le escribe un ejercicio rítmico con nota *do*, él lo tararea (rítmica silábica), y luego lo escucha para ver si suena igual. Activa el modo nota a nota, el alumno identifica la nota de la Braibox, lee la nota y figura, y la escucha y canta.
- e) La maestra le escribe un ritmo sencillo en la Braibox, lo reproduce, y el alumno, debe elegir de su papel cuál de los 4 ritmos que tiene escrito es. Una vez decidido, lo comprueba leyendo la Braibox. Este ejercicio lo realiza muy bien.
- f) Por último, escribe *Cumpleaños feliz*. La maestra le dicta la nota indicando su valor (corcheas, negras, blancas), y escribe la primera frase de la canción. Con esto, se motiva al niño al reconocer qué canción ha escrito.
- g) Probamos a cambiar de instrumento. Escucha el arpa, y el clarinete.

### 3.3. Experiencia 3

La alumna 'G' de 2º primaria. No iniciada en musicografía braille.

#### 3.3.1 Actividades

- a) La alumna y el maestro cantan de palabra las notas de la escala, y el maestro le dice que escriba la letra 'd', que es el *do*. Lo escucha con el botón. Luego, le pide que escriba el *re*, que es la letra 'e'. Vuelve a escuchar, *do, re*. Así escribe toda la escala. La alumna está muy motivada, y ya en el *sol*, es capaz de descifrar la lógica de las letras del alfabeto y la escala. Escribe la escala entera, y la escucha. La alumna está muy contenta.
- b) Después, el maestro le habla de las figuras (en el colegio dice que le suena la rítmica silábica). Le explica que hay notas que se llaman negras que van más despacio, y le pide a la alumna que añada el punto 6 y lo escucha.
- c) Luego, le explica que hay otras notas que son blancas, que son más largas, y se escriben con el punto 3. La alumna cambia la nota que el maestro le dice de negra, a blanca. Escucha y sigue tocando la parte inferior de cada cajetín para ver la figura (punto 3 o 6) y asociarla con lo que escucha.
- d) El maestro le dicta *Cumpleaños feliz*, nota a nota y con sus respectivas figuras, y la alumna es capaz de escribirlo perfectamente. Lo escucha y reconoce la canción.
- e) Después se hace un ejercicio de lectura rítmica, pero como la alumna no estaba iniciada, tuvo más dificultad. En este caso no se utilizó el papel.



#### 4. Resultados y conclusiones

La Braibox como una herramienta didáctica ha resultado motivadora y eficaz para la iniciación en la musicografía braille.

*Figura 1. Alumno escribiendo notas musicales*

El tamaño de las macro celdas ayuda al alumno a discriminar con mayor facilidad los puntos 3 y 6, que aportan el valor a la nota, así como a distinguir de forma analítica, el signo de la nota en la parte superior del cajetín, de los puntos 3 o 6 de la parte inferior. Esto ayuda mucho al alumno a entender la nota de forma analítica, y no relacionarlas con formas concretas que pueden llevar a confusión.

Además, es una herramienta que fomenta la inclusión del alumnado con ceguera en su aula de música, al poder ser usada tanto por el niño ciego como por sus compañeros, que pueden ver el resultado a través del ordenador en el pentagrama.

El uso de la Braibox ha motivado mucho a los alumnos y alumnas a utilizar la musicografía braille. En el caso de 'N', se ha reforzado la escritura de las figuras musicales, y en el caso de 'G', la Braibox ha ayudado a introducir las notas musicales básicas, y encontrarles una correspondencia con lo sonoro.

Es significativo que aun cuando 'G' formó figuras como el *mi* blanca, o el *do* blanca, la alumna no lo asoció con la letra 'p' o la letra 'n', sino que seguía identificándolas como *mi* blanca, o *do* blanca, disociando la parte superior de la nota, del punto 3 o 6.



*Figura 2. Representación de notas musicales visuales*

El tamaño de las celdas, así como la posibilidad de quitar el punto de la figura y luego ponerlo, ayuda a identificar cada nota de forma analítica (si al punto 1 2 3 4, le quitamos el punto 3, queda: 1 2 4, que es el *mi*, por eso es *mi* blanca).

Como mejora y trabajo futuro, consideramos que la posibilidad de reducir el tamaño de las celdas en un nuevo prototipo, ayudaría a los alumnos a identificar más rápidamente el punto 3 y 6, así como a hacer una lectura rítmica moviéndose por las celdas, pues al tener un mayor tamaño, les cuesta más. Así mismo, la posibilidad de añadir más notas a la línea, permitiría poder escribir fragmentos más largos de las canciones, pues en algunos casos, en canciones populares que tienen muchas notas o ritmos repetidos, al sólo escribir 8 notas, no es posible reconocer la canción. La posibilidad además de memorizar cada fragmento y escucharlos luego posteriormente, proporcionará al alumno una motivación superior a la hora de poder escribir una canción entera. El trabajo con el papel

braille como complemento a la Braibox también lo consideramos muy interesante, ya que de esta manera, los alumnos se benefician de las ventajas didácticas de la Braibox, pero no olvidan la escritura real en papel. En muchas ocasiones, el alumno sí identifica una nota y su figura en la Braibox, pero no en el papel, por lo que consideramos que trabajar con ambas cosas es necesario.

## **5. Referencias**

- [1] Manual Simplificado de Musicografía Braille ONCE (ISBN: 84-484-0240-5)
- [2] Braille Music Editor BME  
[https://www.veia.it/en/bme2\\_product](https://www.veia.it/en/bme2_product) (enlace obtenido el 31/07/2019)
- [3] Musibraille <http://intervox.nce.ufrj.br/musibraille> (enlace obtenido el 31/07/2019)
- [4] Blog MusicaBrailleInclusión  
<https://musicabrailleinclusion.wordpress.com/> (enlace obtenido el 31/07/2019)
- [5] Principios de diseño universal en educación por Sheryl Burgstahler, Ph.D  
<https://www.washington.edu/doit/sites/default/files/atoms/files/Universal-Design-Education-Principles-Applications.pdf> (enlace obtenido el 31/07/2019)
- [6] [www.kusibot.com](http://www.kusibot.com) (enlace obtenido el 31/07/2019)

# GRACES: Accessible Graphical Models for Software and Services Engineering

Yod-Samuel Martín, Juan C. Yelmo, Ignacio Gómez  
Universidad Politécnica de Madrid  
ys.martin@upm.es, juancarlos.yelmo@upm.es, igomez@dit.upm.es

## Resumen

*GRACES es un producto software de apoyo que facilita la accesibilidad, por parte de los ingenieros y profesionales informáticos ciegos, a los diagramas y modelos gráficos utilizados habitualmente en la Ingeniería del Software y Servicios. En concreto, la versión actual de la herramienta permite que un ingeniero ciego, usuario de lector de pantalla, consulte diagramas de clases previamente creados por otros profesionales mediante herramientas de modelado gráfico de uso general (utilizando el Lenguaje de Modelado Unificado UML); así como que cree sus propios modelos descritos mediante una notación puramente textual a partir de un lenguaje específico de dominio (DSL) propio del proyecto, para su posterior visualización por los usuarios de las herramientas de modelado gráfico. El empleo de esta herramienta mejorará sus posibilidades de acceso a puestos de trabajo de alta cualificación que requieren un uso intensivo de este tipo de modelos.*

## Abstract

*GRACES is a software-based assistive tool that makes Software and System Engineering diagrams and graphical models accessible to blind engineers and software professionals. In particular, the current version of the tool allows blind users to use a screen reader to inspect existent Unified Modeling Language (UML) class diagrams, created by other individuals with mainstream graphical modelling products; as well as to create their own models through a purely textual notation defined in the GRACES tool Domain-Specific Language (DSL), to be further imported by users of graphical modelling tools. The employment of this tool opens the access to highly qualified positions that make a heavy use of such modelling elements.*

## 1 Motivation and objective

Careers in Information and Communications Technology (ICT) are among the ones that show the best professional development expectations, generate the most job positions, offer the highest salaries and produce the least unemployment [1, Ch. 3], [2], [3]; nonetheless, the respective degrees are not among those most undertaken by people with disabilities [4]. In this area, blind software professionals can work as software developers by reading and writing source code (taking advantage of assistive products such as screen readers). However, they can seldom access the *graphical diagrams* that are used in Software and Services Engineering to depict software models. Indeed, the software development lifecycle (SDLC) entails other tasks beyond programming (viz. specification, analysis, architectural definition, detailed design and modelling, etc.), which are usually associated to higher professional qualifications, are encompassed by the overall discipline of *Software and Services Engineering (SSE)*. Such activities involve the interpretation, creation and modification of graphical diagrams representing “software models”, i.e. abstract perspectives of their functionality, structure, behaviour, etc. Programmers themselves often need to refer to and examine these diagrams in order to get instructions from software and service engineers. Some of the most common diagrams include: Unified Modeling Language diagrams (UML) of which thirteen types are defined within a single standard (class diagrams, component diagrams, use case diagrams, etc.), Business Process Model and Notation (BPMN), entity-relationship diagrams (ERD) for data models, data-flow diagrams (DFD) for function modelling, and other diagrams based on the Meta-Object Facility (MOF) such as SysML or Archimate.

However, the software tools employed to work with these models heavily *limit sensory interaction modalities*, as they employ a pure graphical notation,

and require the use of a mouse to navigate through their contents. In consequence, they are not accessible by blind individuals. As a result, blind persons encounter limitations to carry out such SSE activities, effectively restraining the access of blind ICT professionals to skilled jobs as an SSE engineer, and hampering their career development.

In this context, the GRACES project aims at *qualifying blind individuals*, not only as mere software developers (coders) but also as Software and Service Engineers thanks to the provision of access to graphical models' information in an accessible fashion, which fosters:

- the access of blind individuals to highly skilled jobs in the software and services industry (software and service analysts, designers, architects, etc.);
- the improvement of the performance of blind programmers, as the communication with their peers is improved;
- the training of undergrad and grad students in the ICT area, for their professional qualification in the different SSE disciplines.

In summary, GRACES aims at achieving an impact by helping blind ICT professionals attain improved professional qualifications; have their careers extended; achieve more effective communication at workplace; and get more extensive training.

With that aim, the GRACES project has developed a *software-based assistive technology* to help blind software engineers access software models (which are usually represented through visual diagrams) in their workplace. This software tool:

- Presents SSE models to blind individuals, using the most appropriate, accessible, sensory modalities, according to the content features and their functional capacities.
- Deals with the types of software models which provide the highest value to its users (viz. UML class diagrams).
- Allows blind persons to potentially create/edit models to be shared with sighted individuals.
- Is interoperable with relevant products, namely general-purpose assistive technologies (e.g. screen readers) already used by blind individuals, and mainstream modelling tools already used by sighted software engineers.
- Is ready for extension (e.g. for translation to other natural languages, application to other types of diagrams such as BPMN or IE), thanks to a modular architecture.

The GRACES tool may thus allow a blind engineer to inspect models and diagrams published in the documentation of software libraries and applications, reference manuals, teaching material, etc.; interpreting the global structure of a diagram and exploring in detail those parts where they want to focus; create their own diagrams to fulfill the tasks

they are commissioned with in their job; and communicate with coworkers or classmates who share and access diagrams of each other, etc.

In this paper, we present a prototype of that tool, its specification and some details of its technical design, compared to previous attempts which have tried to tackle similar needs, and a demonstration of its application to an example UML class diagram.

## 2 Benchmarking of previous approaches

The limitations encountered by blind people when accessing SSE diagrams are a long-known issue; several previous attempts have tried to address these, the most relevant of which are introduced next. In particular, we have analysed, from a critical perspective, the features of legacy existing products and other previous projects that have tried to address similar needs, and we have detected their strengths and weaknesses and used them as a reference to specify the features of our tool.

Some futuristic solutions have tried to provide *haptic access to the spatial representation* of diagrams, by using cut-out flashcards and moving parts [5], or embossing the diagram in Zychem-type micro-capsule thermal paper, or even printing a 3D model in a 3D printer (PRISCA) [6]. Even though such solutions may prove useful for individual learning, they cannot be applied in mass scale, nor are they appropriate for remote contexts (e.g. e-learning) or simply when the diagrams have been generated by third parties (as in the documentation by product vendors). Besides, these haptic information carriers provide a rough definition, always limited by the resolution of the fingertips, which is not enough to transmit the detail and complexity of such diagrams... unless they are first subject to simplifications. Indeed, some authors have tried to apply simplification to diagrams before the tactile representation [7], but they require the use of an ad hoc haptic interaction hardware which is expensive and difficult to obtain by the general public.

Most of the existent tools propose indeed the *generation of UML diagrams* departing from some plain-text format, which has been recommended by some researchers as well [8]. The (blind) users of these products do not directly create a graphical diagram, but a textual description of the underlying model, using a product-specific formal language, kind of a "programming-language" which has been developed ad hoc for each application (e.g. PlantUML, Nomnoml, MetaUML, yUML or TextUML). These domain-specific languages provide a human-editable description of a model, without the hassle implied by the amount of details which are found in semantically complete model description languages (e.g. XMI). Sometimes those languages resemble pseudo-code, but others are heavily based on

ASCII symbols that visually resemble the graphical elements of the diagram (such as square brackets to represent boxes, or this sequence of characters to represent an arrow “- |>”). This would hinder the intelligibility of the models by a blind user through a screen reader.

From that text-based model description, the tools generate a bitmap image file that contains the diagram, which can be shared with other people. Some other tools propose similar ideas, but describing instead the model through pseudo-code (UMLGraph [9]) or from Excel tables (D4ALL [10]). All those tools provide a unidirectional contribution to accessibility (as they do not provide access to diagrams created elsewhere). Moreover, authors often need to specify by hand the visual aspects (styling, layout, routing), which may be extremely difficult for blind persons. Furthermore, their usefulness is quite limited even for generation, as they create a mere “snapshot” image, whose consumers will only be able to visualize, never modify or integrate it in their usual corporate tools. The documentation of one of them (PlantUML) even reads that “it’s more a drawing tool than a modeling tool”. Likewise, diagrams are created in isolation, without integrating within a shared model. Thus, these tools heavily limit collaborative work with other engineers who are used to employing other, graphical modelling tools.

Some more recent attempts offer an interesting approach, combining the *cooperation* of blind with sighted users: AwMo [11] (with both its textual and its graphical view to access the same model), CCmI [12] (with its combination of textual, haptic and spatio-aural views), GEDE [13] (which directly proposes a more-or-less accessible graphical model editor), and Cooperate [14] (which provides different interaction modalities appropriate to users with different capacities). However, and even though these tools try to involve different people with a varying range of abilities, they still require sighted users to leave the preferred modelling tools (and possibly, to restrict its functions).

Last, some products have tried to deal with that *integration issue*, by providing blind people with access to XMI files generated by traditional, mainstream UML modelling tools. This is the case of the TeDUB’s project Accessible UML, which provides diagram navigation through accessible Windows dialogues [15], [16]. Another example is Audible Browser, which adds natural language text representation and aural beacons (*earcons*) to communicate the spatial position [17]. These tools have indeed inspired our design; however, the focus on the spatial structure over the semantics, which we deem more appropriate so that blind people can comprehend the content of the diagram. That said,

they only work in one direction (as they do not allow either creating new or modifying existent diagrams).

Besides, some other interesting ideas have been proposed, such as decoupling semantics from representation, or providing a complex navigation; but the respective projects (Deep View [18], GRASSML [19]) are now obsolete, as they are incompatible with current technologies or directly not available anymore.

Despite all the mentioned attempts to tackle this issue, both academic evaluations recorded [20]–[22] and users’ public declarations, as well as ICT professionals’ forums (such as BFG-IT or Blinduml), show that there exists an *unsatisfied demand*, as the current tools do not cover some real needs, since they are not enough to have people with different capacities cooperate in the creation and use of SSE diagrams. Anecdotal evidence shows that there is that real demand, such as in this recent tweet by Twitter user @xciscar<sup>1</sup> “Anyone blind who has worked with UML? Do you know if there are any accessible tools? Is there any text or XML model of the language besides PlantText? Same for entity-relationship diagrams. I need to communicate with the world and I feel frustrated and impotent”

In summary, most of those tools think about blind users as isolated individuals, thus forgetting to propose teamwork solutions. They also forget that sighted users will still prefer to visualize and edit diagrams with their preferred, graphical tools. All in all, few of such tools provide navigation mechanisms to examine the structure of an existent diagram that has been created with a third-party, mainstream modelling tool. And the least try to provide support to true interactive, cooperative work, where both sighted and blind engineers are considered and can work together on the same model.

Contrary to that, GRACES is focused on interoperability, so that all users can, regardless their capacities and preferences, use their preferred modelling tools. To this aim, GRACES takes advantage of the existence of standardized semantic representation formats of diagrams e.g. XMI (XML Metadata Interchange), from which different presentations can be generated, depending on the capacities of the user: a graphical presentation by a mainstream modelling tool and a screen-reader-accessible hypertext representation generated by the GRACES tool. This concept fits indeed the general accessibility principle of separating presentation from semantics. In GRACES, we have also tackled some other frequent issues, such as the lack of focus in the semantic descriptions, the single-direction of the access, the use of outdated technologies, lack of localized versions (e.g. in Spanish), poor integration

---

<sup>1</sup> Original in Spanish at  
<https://twitter.com/xciscar/status/1140303533973102594>

with screen readers' keyboard shortcuts, lack of extensibility, etc.

### 3 GRACES tool specification

GRACES is aimed at supporting a *collaborative development application scenario*, where blind and sighted engineers, playing the roles of e.g. software designers and business analysts, exchange system models and diagrams, each assisted by their respective SSE software tools (a mainstream software model editor such as Papyrus, employed by sighted engineers, and the GRACES tool employed by blind engineers). For instance, the software designer may be commissioned with the design of a server-side application, for which she receives a textual specification, together with a model of the domain of the problem (represented as a high-level *UML class diagram*) and the processes to be managed by the system (represented as a set of *BPMN diagrams*), all created by the business analyst. In return, the designer must deliver a set of technical documentation that includes the *structural model* of the detailed design of the application (again, as a set of UML class diagrams, refining the original domain model), as well as the *data model* of the database (as an Information Engineering style ERD). The blind engineers need to access these documents through the assistive technologies of their choice, which are not suitable to present purely graphical content (such as the case of the mentioned diagrams). Instead, they use GRACES tools to open the files provided by their colleagues, generated by a general-purpose modelling tool, and vice versa. The GRACES tool presents the contents of those files *in an accessible way*, by exposing the contents of the model to the screen reader of its user. The blind user of GRACES can navigate across the model through semantically rich links which focus on the structure of the model, rather than on the visual description. Interoperability with general purpose modelling tools is based on the use of an abstract model represented in a standardized formal language (XMI) which can be interpreted by both GRACES and the general-purpose tools.

In order to support this scenario, where either of the roles can be played by blind engineers, GRACES will help overcome the accessibility barriers that limit their access to SSE models and diagrams, allowing them to e.g.:

1. Explore diagrams and models that have been published in documentation of software applications and libraries, reference books, teaching materials, etc.
2. Interpret the overall structure of a diagram, and focus in particular on those parts where they wish to concentrate
3. Create their own diagrams to fulfil any tasks they may be commissioned with, in both the academic and work environment.
4. Communicate with other work or class peers (disregarding whether they are blind as well or sighted), sharing and accessing diagrams of one another.

In particular, GRACES will tackle two main *use cases*, shown in Figure 1: the inspection by blind engineers of SSE models created by other (sighted) engineers, and the creation by blind people of models to that are to be used later by sighted engineers. Next, we introduce some details of each use cases and some non-functional requirements that are captured by this use case model. The roles and the tools they operate are stereotyped with an icon depending on whether they use a visual modality (stereotyped with a transparent glasses icon) or a non-visual modality (opaque glasses).

- *GRACES Tool* represents the system boundary of the tool to be developed in this project.
- *Papyrus Modelling Tool* represents any other, mainstream modelling tool (Papyrus is taken as an example), whose relevance will be discussed below, as its use cases are related to those of GRACES.
- *BlindEngineer* is the main actor that represents the direct user of the GRACES tool. It is an individual that needs to interact with (read, write or edit) SSE models stored in widespread formats, and which are usually represented as graphical diagrams.

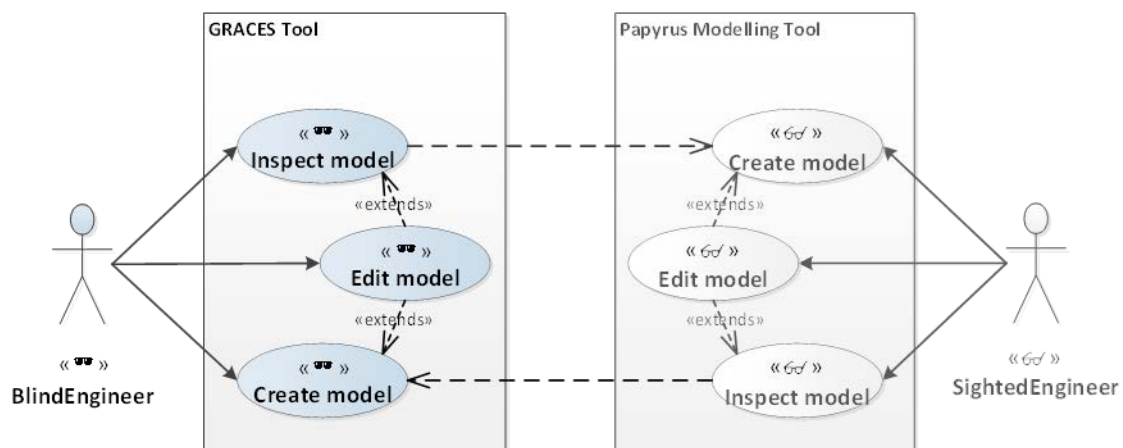


Figure 1. Actors and uses cases of the GRACES tool (in relation with other modelling tools)

- *SightedEngineer* is not directly an actor of the system, but they intervene through the use cases of the Papyrus Modelling Tool, whose use cases are related to those of GRACES.

In the *Inspect model* use case, the blind engineer accesses the contents of a model that has been previously created by someone else. The user can skim through the contents of the model, scan sequentially the details of each element, navigate from one element to another, or do any combination of them. For instance, if the user is presented with a class diagram, they can start by getting to know the list of the names of the classes, then delve into the attributes, operations and relationships of one of them, and then jump to another class to which it is related through an association relationship. It mimics the behavior of sighted engineers when inspecting a model through a graphical modelling tool (e.g. Papyrus).

In the *Create model* use case, the blind engineer creates a model, stores it and shares it online so that others can access it. The user can define all the elements of the model and the properties of each of them. For instance, it can define the classes and interfaces of a class model, plus their attributes, operations and interfaces.

The *Edit model* use case is a combination of the previous use cases. The blind engineer inspects a model created by someone else (or by himself), and edits part of it (same as if he were creating that part). It should be noted that this use case is more than just juxtaposing the two others: in order to be able to edit the model, the mechanisms employed to create the model now need to work as well on an already created model, and these need to be aligned and compatible with those employed to inspect the model. For instance, the *Create model* use case can be implemented through a tool that operates in batch mode (i.e. the user defines the whole model using e.g. some domain-specific language), while the *Edit model* needs to support dynamic edition.

Some *non-functional requirements* also emerge from that use case diagram:

- *Accessibility*: All the use cases of GRACES and the actors involved there are stereotyped with an icon of opaque glasses. This means that all the user interaction shall be performed in a modality that is accessible by blind users (e.g. textual representation to be rendered through screen readers, navigation dialogues controllable through keyboard, synthetic printing in microcapsule paper, etc.)
- *Interoperability with assistive technologies*: As a consequence of the just mentioned accessibility requirement, the tool shall interoperate with the general-purpose assistive technologies chosen by the respective users; in particular, with the most relevant screen readers in the market.
- *Interoperability with mainstream technologies*: The use cases of GRACES should not be

considered in isolation. If a blind engineer inspects a model, it is because someone else must have created it before; conversely, if a blind engineer creates a model, it is for someone else to later inspect it. We cannot expect all the engineers to use the GRACES modelling tool, but to keep using their preferred tools they are already accustomed to, and which may provide many other functionalities. Consequently, the GRACES tool needs to interoperate with those other tools. No direct interaction between both tools is needed: it is enough that both are able to import and export the models in a common data format.

Regarding the scope of the tool, it shall deal with some of the most used diagrams by software engineers, according to the results of the requirements elicitation phase. These may include, e.g. some of the UML diagram types (class diagrams, use case diagrams, component diagrams, etc.), BPMN diagrams for business processes, ERD diagrams for data models, DFD diagrams to model functions, etc. The first choice will be the *UML class diagrams*, as they represent one of the most used types of diagrams nowadays. In particular, the first version of the GRACES tool shall allow the blind engineer (in both inspection and creation modes) to deal with classifiers (classes and interfaces including abstract or stereotype modifiers), their attributes (including their visibility and type), operations (including parameter, return type and modifiers, considering the special semantics of void and null elements as well), relationships between classifiers (associations, aggregations, compositions, realizations / implementations, generalizations / inheritances; including multiplicity, directionality and navigability, and considering anonymous and self-relationships). Other diagram types exist whose metamodel instantiates the MOF meta-metamodel (e.g. SysML, SoaML, CMMN, Archimate), which could be addressed in the future by leveraging the work done with UML.

## 4 GRACES tool architecture

The main functionality of the GRACES tool can be summarized as the *translation from a model* (described in a modelling language) *to a textual description and vice versa*, to support the exchange of models (and hence diagrams) between users of mainstream graphical modelling tools and blind users of GRACES assisted by screen reading software. In consequence, the architecture of the tool can be modelled using a *pipe-and-filter architectural style*, as illustrated by Figure 2, which depicts the different transformations that are involved to provide each of the GRACES functions. The inspection and creation functionalities are each grouped into separate, dedicated subsystems (namely, GRACES M2T and T2M, respectively named after the model-to-text and

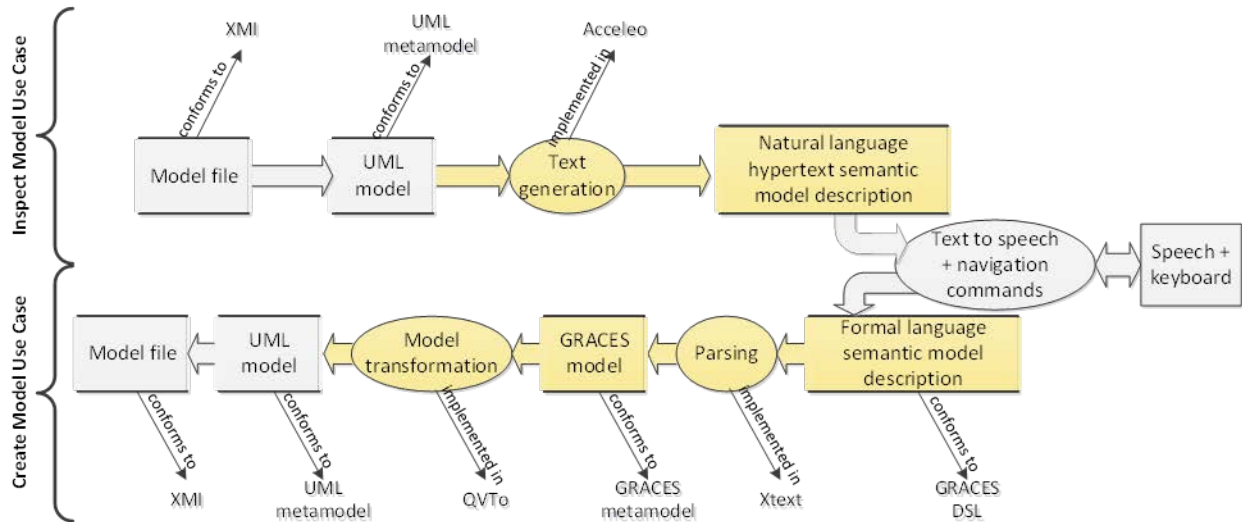


Figure 2. Data-flow diagram depicting the functional architecture of the GRACES tool.

text-to-model transformations to implement the *Inspect Model* and the *Create Model* use cases).

In the *Inspect Model* use case, the user of the GRACES tool provides a *Model file* (previously generated by a different user of a mainstream modelling tool), which contains a description of a software model, serialized according to the XMI format. The GRACES tool parses the XMI to regenerate and load the UML model in memory and transforms the model into text (discarding boilerplate information that should not be processed). The textual description of the model is provided as an HTML file whose contents describe the model in natural language. The file is enriched with internal hyperlinks from one element of the model to another, which allow the user to traverse across the semantic relationships that exist between the classes (not only going through different UML relationships, but also jumping to the types of attributes and operation parameters). The user can then interact with and navigate through the HTML file through keyboard and text-to-speech modalities, by means of the usual output capabilities and input commands of their choice screen reader.

The *M2T subsystem* that implements this use case is an Eclipse plugin (although it can also be run as standalone command-line application), which allows converting the contents of an XMI-serialized UML structural model into an HTML page with a natural language description of that model. The transformations are written in the Model to Text Transformation Language “MOFM2T”. MOFM2T is an OMG-defined language to execute transformations from a model to a text-based format: it is usually employed to generate, from a given model, source code in a programming language; in our case, we use it to generate descriptions of the model in natural language (from within a controlled set of possible constructions). MOFM2T transformers are written as a series of templates, each of which defines the

transformation of a specific element under specific conditions (plus a main template which transforms the whole model): templates are applied iteratively, as one element is nested into another. Besides that, query functions can be specified that result into no secondary effects. GRACES M2T recursively applies MOFM2T templates to all the elements of the model, through a set of transformation rules, each specialized in transforming different kinds of model elements (e.g. classes, relationships, attributes, operations). A separate package deals with internationalization to provide access to resource bundles where the natural language text strings employed in the project are serialized as parameterized format strings for each language (currently English and Spanish are covered).

In the *Create Model* use case, the blind user, employing their preferred text editor, authors a text file which, abiding by the specification of the Domain-Specific Language (DSL) for GRACES, contains the description of the model they are creating. Our DSL is a formal language similar to an interface definition language (IDL) that allows describing the elements that appear in a UML structural model in a synthetic way. The GRACES tool parses the document just created, according to the formal grammar of the GRACES DSL and creates a UML model which is equivalent to the original textual description provided by the user.

The respective *T2M subsystem* consists of 1) an XText parser generator of the GRACES DSL and 2) a QVTo transformation to generate the UML model. A parser is a software component which analyses a text file whose structure sticks to the specification of a Domain-Specific Language (DSL) i.e. an ad-hoc formal language which allows writing a description of a given domain, and which generates an Abstract Syntax Tree (AST), that is, an object-oriented representation of the contents of the input file which can be navigated with diverse purposes. A parser generator, in turn, is a software interpreter which,

when fed with a grammar file which contains a formal description of a the DSL, generates the source code of that DSL's a parser in a general-purpose programming language e.g. Java. The grammar file is described in languages which are heavily based on the Extended Backus-Naur form notation. In our case, we have used XText (an Eclipse plugin) as a generator of parsers which, moreover, are able to transform the AST afterwards to a model which represent the input files as an instance of the metamodel corresponding to the DSL. That intermediate model created by the XText-based parser is then manipulated by another tool (Eclipse QVTO), to apply QVT (Query-View-Transformation) transformations and generate the UML model. QVT is a set of languages that describe transformations between two models (in our case, the intermediate model and the UML model we are building). A QVT transformation is defined following a three-part structure: 1) a Query that can be applied to the source model, 2) a View that describes how the target model should look like, and 3) the Transformation where the results of the queries are projected on the view of the target model, by mapping source model elements to target model elements, appropriately transformed. QVT consists indeed of three different languages, of which the most abstract layer is the "Operational Mappings" language (QVTo), an imperative language which allows executing transformation instructions. By applying such QVTo transformations, the GRACES tool translates the intermediate model into a UML model (which is semantically equivalent to the original textual description input by the user) and serializes it as an XMI file, available to any other user to have it imported in their favourite, mainstream modelling tool. This model can be visualized with the UML Model editor in Eclipse.

## 5 Application example of the tool

A demonstration example of the results of executing the GRACES tools is shown below. Figure 3 shows a class diagram which includes a set of features that are addressed by the GRACES tool. In particular, the diagram has been extracted from a real exercise which students must solve in one of our department courses, and which in turn represents the

activity of a university department, with classes such as *Profesor* (professor), *Estudiante* (student), *Asignatura* (course), etc. Table 1 shows an excerpt of the HTML output resulting of the application of the GRACES model-to-text tool, and **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** shows the input document in the GRACES DSL created by the user and which generates a model equivalent to the original presented above.<sup>2</sup>

## 6 Conclusions and future work

The GRACES project has contributed to lift the accessibility barriers that are limiting the access to Software and Systems Engineering diagrams. The tool developed is shown as a proof of concept that proves the viability of the approach, and it is published as an open-source software project<sup>3</sup>, which allows other developers to provide their contributions to the project, and improve it in the future. Developments to deal with other UML elements or new diagram types can be easily added without needing to completely revise the existent code. Besides, the tool can be easily localized to other natural languages by just writing resource files with the message translations (without needing to edit the source code itself).

We have informally gathered positive feedback from potential users, and we are pursuing an evaluation process with a panel of more than a dozen of blind developers, with different job positions, education backgrounds, ages, genders and origin countries, in order to validate our developments and receive feedback that will allow us to iteratively introduce improvements that refine the tool developed.

<sup>2</sup> These example files can also be found online at the project's GitHub repository (respectively at <https://git.io/fixdV6>, <https://git.io/fixdVM>, and <https://git.io/fixdaq>). A recording of the application of the tool and the output read by JAWS is also available at the public project page at <https://ysmartin.github.io/graces/>.

<sup>3</sup> Publicly accessible source code Git repository is hosted at GitHub <https://github.com/ysmartin/graces/> (including the project itself, code examples of different modelling languages, model transformations, and legacy tools examples; plus example inputs and outputs for testing purposes). Specifically, the source code of the project releases of the Graces tool is available at:

- Model-to-speech transformation tool: <https://github.com/ysmartin/graces/tree/master/org.eclipse.acceleo.module.M2TGraces>
- Text-to-model transformation tool: <https://github.com/ysmartin/graces/tree/master/Xtext>
- The source code of the current prototype of the tool developed is available at <https://github.com/ysmartin/graces/releases/tag/v2.0>

A publicly accessible wiki with internal project documentation is available at <https://github.com/ysmartin/graces/wiki> and a publicly accessible website with general project information <https://ysmartin.github.io/graces/> (currently including a demonstration of the tool in an accessible video).

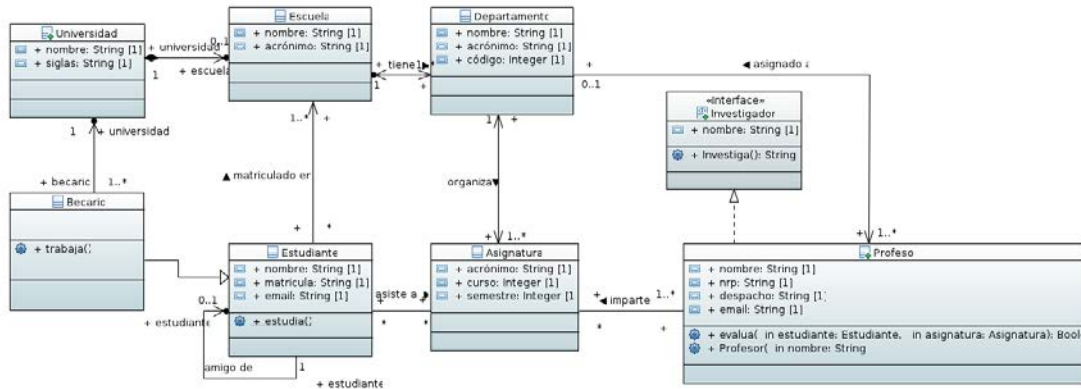


Figure 3. Example class diagram designed in Papyrus and used as an input to the GRACES tool.

Table 1. Excerpt of the HTML output resulting of the application of the GRACES M2T tool.

```
<html>
<head>
<title class="model" id="ISSTCase">Modelo ISSTCase</title>
</head>
<body>
<h1 class="model" id="ISSTCase">Modelo ISSTCase</h1>
<p>El modelo <b>ISSTCase</b> tiene 7 clases:</p>
<ul>
<li><a href="#ISSTCase.Asignatura">Asignatura</a></li>
<li><a href="#ISSTCase.Becario">Becario</a></li>
<li><a href="#ISSTCase.Departamento">Departamento</a></li>
<li><a href="#ISSTCase.Escuela">Escuela</a></li>
<li><a href="#ISSTCase.Estudiante">Estudiante</a></li>
<li><a href="#ISSTCase.Profesor">Profesor</a></li>
<li><a href="#ISSTCase.Universidad">Universidad</a></li>
</ul>
<p>El modelo <b>ISSTCase</b> tiene 1 interfaces: </p>
<ul>
<li><a href="#ISSTCase.Investigador">Investigador</a></li>
</ul>
<h2 class="class" id="ISSTCase.Asignatura">
Clase Asignatura con visibilidad pública
</h2>
<h3 class="inheritance">No extiende a nada.</h3>
<h3 class="superclass">No es extendida.</h3>
<h3 class="attributes" id="Asignatura.properties">
Los atributos de la clase Asignatura son:
</h3>
<ul>
<li class="attribute" id="acrónimo">
<b>acrónimo</b> de tipo <em>String</em> con visibilidad pública
</li>
<li class="attribute" id="curso">
<b>curso</b> de tipo <em>Integer</em> con visibilidad pública
</li>
<li class="attribute" id="semestre">
<b>semestre</b> de tipo <em>Integer</em> con visibilidad pública
</li>
</ul>
<h3 class="operations" id="Asignatura.operations">La clase Asignatura no tiene
operaciones</h3>
<h3 class="relationship" id="Asignatura.relationships">La clase Asignatura tiene las
siguientes relaciones:</h3>
[...]
```

**Table 2. Example of model described in the GRACES DSL.**

```

model ISSTCase {
  class Profesor {
    public nombre:String;
    public nrp:String;
    public despacho:String;
    public email:String;
    operation Profesor
      (in nombre:String);
    operation evalua
      (in estudiante:Estudiante,
       in asignatura:Asignatura)
      return Boolean;
  }

  class Alumno {
    public nombre:String;
    public apellido:String;
  }

  class Escuela {
    public nombre:String;
  }

  class Expediente {
    public nota:Int;
    public fecha:String;
  }

  relationship {
    any Escuela have 1 to any Profesor;
  }

  relationship {
    1 Alumno evaluadoPor 1 to any
    Profesor;
  }

  relationship {
    1 Alumno have 1 Expediente;
  }

  relationship {
    1 Profesor anotaEn 1 to 2 Expediente;
  }
}

```

## 7 Acknowledgements

This paper shows the results of the GRACES project, funded by Fundación Universia and Indra through the program for Accessible technology innovation and development projects.

## 8 References

[1] L. Muñoz López and P. Antón Martínez, “Informe Anual del Sector de los Contenidos Digitales en España 2018,” 2018.

- [2] Instituto Nacional de Estadística, “INEbase. Encuesta trimestral de coste laboral,” *Instituto Nacional de Estadística*, 2019. .
- [3] European Statistical Office, “ICT specialists in employment,” *Stat. Explain.*, 2018.
- [4] Fundación Universia, “Universidad y Discapacidad. IV Estudio sobre el grado de inclusión del sistema universitario español respecto de la realidad de la discapacidad,” 2018.
- [5] R. G. Brookshire, “Teaching Uml Database Modeling To Visually Impaired Students,” *Issues Inf. Syst.*, 2006.
- [6] B. Doherty and B. H. C. Cheng, “UML modeling for visually-impaired persons,” in *CEUR Workshop Proceedings*, 2015.
- [7] C. Loitsch and G. Weber, “Viable haptic UML for blind people,” in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2012.
- [8] K. Müller, “How to make unified modeling language diagrams accessible for blind students,” in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2012.
- [9] D. Spinellis, “On the declarative specification of models,” *IEEE Softw.*, vol. 20, no. 2, pp. 96–95, Mar. 2003.
- [10] C. E. Silva, L. T. E. Pansanato, and J. A. Fabri, “Ensinando Diagramas UML para Estudantes Cegos,” in *XVIII CIESC-XXXVI CLEI*, 2010.
- [11] F. D. N. Grillo, R. P. de M. Fortes, and D. Lucrédio, “Towards collaboration between sighted and visually impaired developers in the context of Model-Driven Engineering,” *First Work. Graph. Model. Lang. Dev.*, 2012.
- [12] O. Metatla, N. Bryan-Kinns, T. Stockman, and F. Martin, “Cross-modal collaborative interaction between visually-impaired and sighted users in the workplace,” *Int. Conf. Audit. Disp. 2012*, 2012.
- [13] L. G. dos Santos, A. L. M. Bandeira, L. T. E. Pansanato, and D. M. B. Paiva, “Recursos de Acessibilidade para Auxiliar a Navegação de Estudantes Cegos em um Editor de Diagramas,” in *SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2012.
- [14] H. Groenda, S. Seifermann, K. Müller, and G. Jaworek, “The cooperate assistive teamwork environment for software description languages,” in *Studies in Health Technology and Informatics*, 2015.
- [15] A. King, P. Blenkhorn, D. Crombie, S. Dijkstra, G. Evans, and J. Wood, “Presenting UML Software Engineering Diagrams to Blind People,” 2004.
- [16] P. Blenkhorn *et al.*, “Providing blind people with access to technical diagrams,” in *Assistive Technology - Shaping the Future: AAATE’03*, 2003, pp. 466–470.
- [17] S. Coburn and C. B. Owen, “UML Diagrams for Blind Programmers,” 2014.
- [18] Miller and Dorian, “Can we work together?,” University of North Carolina at Chapel Hill, 2009.
- [19] Z. Ben Fredj and D. A. Duce, “GraSSML: Accessible smart schematic diagrams for all,” in *Universal Access in the Information Society*, 2007.
- [20] C. Baillie, O. K. Burmeister, and J. H. Hamlyn-Harris, “Web-based teaching: Communicating technical diagrams with the vision impaired,” in *Multi-modal content: flexible, re-useable and accessible’, the 2003 Australian Web Adaptability Initiative (OZeWAI) Conference, Bundoora, Victoria, Australia, 01–03 December 2003*, 2003.

- [21] L. Luque, E. S. Veriscimo, G. C. Pereira, and L. V. L. Filgueiras, "Can We Work Together? On the Inclusion of Blind People in UML Model-Based Tasks," in *Inclusive Designing*, Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 223–233.
- [22] L. Luque, L. D. O. Brandão, R. Tori, A. A. F. Brandão, and A. A. F. Brandão, "On the Inclusion of Blind People in UML e-Learning Activities," *Rev. Bras. Informática na Educ.*, vol. 23, no. 02, p. 18, Nov. 2015.

# INTERFAZ CEREBRO-COMPUTADORA, REHABILITACION Y TELEASISTENCIA



# A Low-Cost System for Lower-Limb Rehabilitation of Stroke Patients Based on Motor Imagery, Virtual Reality and Motorized Pedal

Teodiano Freire Bastos, M. Alejandra Romero-Laiseca, Vivianne Cardoso, Alexandre Pomer-Escher, Berthil Longo, Ana Cecilia Villa-Parra, Denis Delisle-Rodriguez

Assistive Technology Center at the Federal University of Espirito Santo (NTA-UFES)  
Vitoria, Brazil

E-mail: teodiano.bastos@ufes.br

## Abstract

A recent study in the literature has shown that eight paraplegics with chronic spinal cord injury undergoing 12-month neurorehabilitation training based on Brain-Computer Interface (BCI), and using virtual reality system and ultra-high cost exoskeleton, experienced neurological improvements in somatic sensation (pain location, touch fine/gross and proprioceptive sensitivity) in addition to motor improvements. This kind of system may also be used for rehabilitation of typical hemiparesis after stroke, however, its high cost is quite prohibitive. A possible low-cost solution is to use a motorized pedal instead of an exoskeleton, as pedaling has the potential to provide a high number of flexion and extension repetitions of the lower limb. The objective of this work is to propose a setup for a low-cost neuro-rehabilitation system for stroke patients. A stand-alone hardware and software were developed to control the motorized pedal, and the motor imagery recognition is done through a BCI, which analyzes EEG patterns on the motor region related to feet movements and rest state. From this BCI, an avatar is triggered into an immersive virtual reality environment together the motorized pedal. sEMG signals collected on Rectus femoris, Biceps femoris, Tibialis Anterior and Gastrocnemius muscles allow identifying the muscle onset and offset when a force is exerted on the motorized pedal, and force sensors are used on the pedals to generate bio-feedback to the subject. As a result of this research, the maximum accuracy reached with our BCI was 94% for eight healthy people and 75% for two stroke patients. We believe that this setup, mainly composed of open source hardware and software, may be used as a low-cost neuro-rehabilitation system for such patients, due to its high accuracy in recognizing the motor imagery, which is fundamental to generate neuroplasticity and help the motor recovery.

sensación somática (localización del dolor, sensibilidad fina / gruesa y propioceptiva), además de mejoras motoras. Este tipo de sistema también puede utilizarse para la rehabilitación de la hemiparesia típica tras un accidente cerebrovascular (ictus), sin embargo, su alto costo es bastante prohibitivo. Una posible solución de bajo costo es utilizar un pedal motorizado en lugar de un exoesqueleto, ya que el pedaleo tiene el potencial de proporcionar un alto número de repeticiones de flexión y extensión de la extremidad inferior. El objetivo de este trabajo es proponer una configuración para un sistema de neuro-rehabilitación de bajo costo para pacientes con accidente cerebrovascular. Se ha desarrollado un hardware y software especializado para controlar el pedal motorizado, siendo que el reconocimiento de la imaginación motora se realiza a través de una ICC que analiza los patrones de EEG en la región motora relacionada con los movimientos de los pies y el estado de reposo. A partir de dicha ICC, un avatar se activa en un entorno de realidad virtual inmersiva juntamente con el pedal motorizado. Las señales de sEMG recolectadas en los músculos Rectus femoris, Biceps femoris, Tibialis Anterior y Gastrocnemius permiten identificar el inicio y la desactivación del músculo cuando se ejerce una fuerza sobre el pedal motorizado, y los sensores de fuerza se utilizan en los pedales para generar bio-retroalimentación para el sujeto. Como un resultado de dicha investigación, la precisión máxima alcanzada con nuestra ICC ha sido de 94% para ocho personas sanas y 75% para dos pacientes con accidente cerebrovascular. Creemos que dicha configuración, principalmente compuesta de hardware y software de código abierto, podría utilizarse como un sistema de neuro-rehabilitación de bajo coste para dichos pacientes, debido a su alta precisión en reconocer la imaginación motora, que es fundamental para generar neuro-plasticidad y ayudar la recuperación motora.

## Resumen

Un estudio reciente en la literatura ha demostrado que ocho paraplégicos con lesión crónica de la médula espinal sometidos a un entrenamiento de neurorrehabilitación de 12 meses basado en la Interfaz cerebro-computadora (ICC), y utilizando un sistema de realidad virtual y un exoesqueleto de muy alto coste, han tenido mejoras neurológicas en la

## 1. Introduction

Stroke is a neurological syndrome with high prevalence in adults and elderly and one of the main causes of mortality in the world. Stroke is defined by the World Health Organization (WHO) as the interruption of the blood supply to the brain, usually because a blood vessel bursts or is blocked by a clot, which cuts off the supply of oxygen and nutrients, causing

damage to the brain tissue. The American Heart Association (AHA) differentiates strokes as: ischemic stroke, which occurs when a clot or mass, often a fatty plaque deposit, clogs a blood vessel cutting off the blood flow to brain cells (and accounts for 87 percent of all stroke cases), and hemorrhagic stroke, which results from a weakened vessel that ruptures and bleeds into the surrounding brain tissue. That blood accumulates and forms a bruise within the brain tissue, compressing brain cells and causing them to die [2].

The most common symptom of a stroke is sudden weakness or numbness of the face, arm or leg, most often on one side of the body. Other symptoms include: confusion, difficulty speaking or understanding speech, difficulty seeing with one or both eyes, difficulty walking, dizziness, loss of balance or coordination, severe headache with no known cause, fainting or unconsciousness. The effects of a stroke depend on which part of the brain is injured and how severely it is affected [1].

The last demographic census of 2010 carried out in Brazil by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) shows that 23,9% of Brazilians have some type of visual, auditory, motor and mental or intellectual disability, with 7% of them corresponding to people with motor disability [3]. According to the WHO, stroke is the second leading cause of death worldwide and a major cause of death and disability in Brazil, with an annual incidence of 108 per 100,000 inhabitants. In addition, this syndrome is responsible for a considerable number of hospitalizations in the country, which has a high cost to the nation [4].

Neurological injury after stroke frequently leads to hemiparesis or partial paralysis and, despite labor-intensive conventional rehabilitation therapies, more than half of stroke survivors report disability in at least one activity of daily living (ADL) [5], due to it affects lower limbs, which are vital for performing posture transition, standing and walking required for executing the ADLs. In addition, as the brain regulates muscle activation, selective joint movement, coordination, balance, and tone, in stroke the patient experiences loss of voluntary control and inability to perform numerous lower limb-related activities [6].

Hemiplegia is one of the most common impairments after stroke, which contributes significantly to reduce gait performance. Although most stroke patients achieve an independent gait, many do not reach a walking level that enable them to perform all their ADLs [7]. Actually, significant neurological improvement only takes place up to 6 months post stroke and improvements in function needs traditional rehabilitation following stroke. Restoring motor functions after stroke is a complex process involving spontaneous recovery and the effects of therapeutic interventions [8]. There is a variety of conventional physical therapy methods for motor recovery after stroke, such as Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT), which is one of the most studied motor rehabilitation protocols that involve restricting the nonparetic limb while exercising the affected limb. CIMT is used in [9][10][11][12], for combating learned-nonuse, a phenomenon where the brain forgets how to use the affected limb if the patient completely stops using it. Other common rehabilitation therapy is Mirror Therapy (MT), where a mirror is placed on a table covering the affected extremity and angled in such a way that it reflects the unaffected extremity in place of the affected one. Doing rehabilitation exercises in this manner ‘tricks’ the brain into

thinking that the affected extremity is moving like the unaffected, which triggers mirror neurons to fire [6][13][14][15][16][17].

Other techniques for motor rehabilitation for stroke survivors are recovery exercises, which are based largely on theoretical models of neurologic recovery, such as neurodevelopmental technique, proprioceptive neuromuscular facilitation, sensorimotor integrative treatment, and others [18]. These motor training exercises help to improve the connection between brain and muscles through the phenomenon of neuroplasticity, which allows the brain to rewire impaired motor functions to new and healthy parts of it. Treadmill training is an example of these motor recovery therapies, which uses a partial weight-assisted with a harness to reduce the amount of weight bearing through the lower extremities during the movements [18].

A recent study in the literature [19] showed that eight paraplegics with chronic spinal cord injury undergoing 12-month neurorehabilitation training based on Brain-Computer Interface (BCI), and using virtual reality system and ultra-high cost exoskeleton, experienced neurological improvements in somatic sensation (pain location, touch fine/gross and proprioceptive sensitivity) in addition to motor improvements. This system may also be used for rehabilitation of hemiparesis after stroke, however its high cost is quite prohibitive.

In this work, a motorized pedal commanded by a BCI from motor imagery is proposed to be used as a low-cost robotic assistance for rehabilitation therapies in stroke patient’s lower limbs.

## 2. State of the Art

Pedaling is a repetitive, functional activity that has potential benefit for patients when it is used as an adjunct to therapy after stroke, as it provides high number of repetitions of lower limb flexion and extension in reasonable therapeutic time frames. It may also improve muscle activity, muscle strength, balance, and functional independence in post-stroke survivors [20]. Pedaling based rhythmic contractions is like a walking control since completion of these actions requires that agonistic and antagonistic muscles are alternately activated in coordination with a time sequence [21]. For patients with poor coordination and balance control, a pedaling ergometer bicycle may provide adequate support for the trunk and help patients stretch their legs [22]. Previous studies in the literature have indicated that pedaling movements are safe, effective and accessible to patients with a wide range of motor impairments [22][23]. Some works have shown that even patients with stroke may improve their motor and balance abilities after an early short duration of pedaling training [24][25].

Currently there are many motorized single rider stationary exercise bikes that are commercially available and that can provide a preprogrammed speed for the rider [25]. Motorized pedaling exercise has been used in [26], where a smart motorized bicycle was designed and built for assisting Parkinson’s patients to improve their motor function. In [27] a no-motorized single rider stationary exercise bike was used in a customized BCI, whose pedaling intention was detected through Electroencephalography (EEG). Other related works

include the use of Inertial Measurement Unit (IMU) to control and monitor the activation and deactivation of a system of Functional Electrical Stimulation (FES) to stimulate lower limbs in spinal cord injured patients (SCI) for assisted pedaling in the context of rehabilitation, considering the measurement of strength and angular speed during pedaling [27].

All these systems may improve the biomechanical performance of lost or limited movements, enhance the neuroplasticity mechanisms that occur after central nervous system lesions, avoid disuse, and promote function of the affected patients. When using motor imagery (MI), the BCI can use the cognitive task of imagining the performance of a given movement or specific task without physically executing it. In this “mental practice,” the mental imagery of the movement or task to be learned is systematically repeated to be effective. In fact, studies using these techniques have allowed observation of cortical activation in motor areas during MI, and neuroimaging studies have shown that there is cortical reorganization after MI in stroke patients [28].

As mental simulation of limb movements engages the primary motor cortex in a similar way that motor execution does, this work proposes to use MI in a BCI to cognitively rehearse physical skills in a safe, repetitive manner, in stroke patients, in order to promote their neuroplasticity through exercises with an instrumented motorized pedal.

### 3. Materials and Methods

Fig. 1 shows the general diagram and the flow of information of our low-cost setup, which includes a motorized pedal (Exerpeutic 7101 Activcycle Motorized Pedal Exerciser), a signal acquisition equipment (BrainNet BNT 36), a virtual reality oculus (HTC VIVE), PC and Raspberry, and a customized inertial sensor (IMU – Inertial Measurement Unit). EEG and sEMG signals are captured and recorded from BrainNet, which makes use of ethernet communication, has 32 AC channels (22 monopolar channels, and 10 channels configurable as mono/bipolar), 4 DC channels, 16 bits digital-converter and data communication via network.

The classifiers used to identify motor imagery run on MATLAB, and a Graphical User Interface (GUI), written in Python, is displayed to the patients. A control system was designed to command the motorized pedal from the classifier outputs. Hardware used in this work includes Raspberry PI 3B with Wi-Fi- and Bluetooth connection; Quad-core 64-bit ARM Cortex A53 CPU clocked at 1.2 GHz; 400 MHz VideoCore IV multimedia GPU; and 1 GB LPDDR2-900 SDRAM Memory. The virtual reality is implemented through an oculus HTC VIVE, which interacts with the user and with the control software to monitor the process and feedback the rehabilitation advances to the patient, and an IMU, which is the sensor used to monitor the neurorehabilitation process.

A serious game (SG) using the HTC VIVE as input/output device was designed to the rehabilitation process. The model used in the SG is a recumbent tricycle, so the player does not need to worry about its balance. The game genres chosen for this SG is “simulation and “action” (Table 1), once they are more suitable for games where the player executes movements. This game consists of a road where the patient

needs to pedal to move forward with his/her tricycle and cover some distance (Fig. 2). The road is straight, asphaltic and flat, with vegetation on its side. The player (patient) starts in the initial checkpoint, which is a metal structure indicating it. Flags are placed beside the road to mark the sequential checkpoints. Every time the player passes through a checkpoint, time is registered and shown on the GUI. The final checkpoint is also a metal structure properly defined, and the session ends when the player crosses it. The distance is set by the health professional, which can be adjusted for every session, making the SG adjustable for the patient’s needs. A score tab is shown in the beginning and end of every session to inform the patients about their achievements, promoting motivation to improve their rehabilitation (Fig. 3).

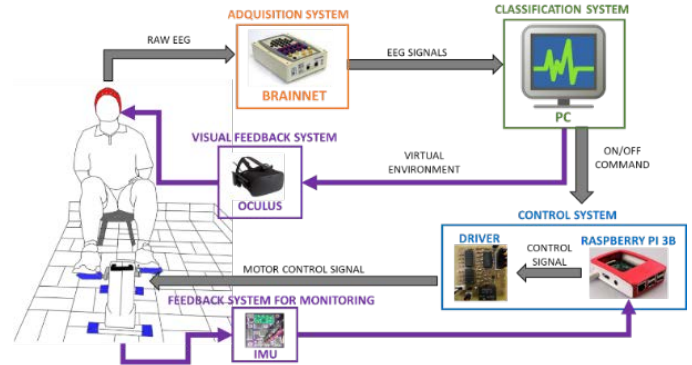


Figure 1. Proposed neuro-rehabilitation system.

Table 1. Games genres classification, characteristics and common subcategories [28].

| Genre      | Characteristics                                                                                                                                 | Common Subcategories                                              | Best Suitable for       |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Simulation | Simulates aspects of a real or fictional reality                                                                                                | Management, Life and Vehicle simulations                          | Training                |
| Action     | Requires eye coordination and motor skills. The game is centered around the player, usually an avatar, who is in control of most of the actions | Platformer, First-Person Shooters, Third Person Shooter, Fighting | Physical Rehabilitation |

A protocol for the neuro-rehabilitation system was also designed, which has as an objective to evaluate four parameters: 1) relationship between the programmed velocity to be executed by the motorized pedal and the actual velocity executed; 2) relationship between the velocity executed by the motorized pedal and the user’s weight and height; 3) pedal’s stop position during the full cycle of 360 degrees; 4) onset and offset detection, through sEMG on Rectus femoris (RF), Biceps femoris (BF), Tibialis Anterior (TA) and Gastrocnemius (GM) muscles, during the full cycle of pedaling. Those parameters are used to evaluate the pedal’s control in order to synchronize the pedal velocity with the virtual environment, providing the physiotherapists with data from the aforementioned muscles.

The following inclusion criteria for the first part of this research (initially with healthy people) were: at least 18 years of age, without neurologic diseases or lower-limb impairments, with cognitive, language, hearing and visual skills to understand and follow instructions, and having signed

the written informed consent. Following these criteria, eight subjects (5 males, mean 27, SD 2.37 years old; 3 females, mean 28, SD 4.24 years) participated of the experiments. This research was approved by the Ethics Committee of UFES/Brazil (Protocol number: 64797816.7.0000.5542).



Figure 2. Virtual road designed to the neuro-rehabilitation process.



Figure 3. Experiments using the virtual road designed to the neuro-rehabilitation process.



Figure 4. Subject with sEMG electrodes during experiment.

Regarding stroke patients, some of the main features of hemiparesis are limitations in knee flexion and dorsiflexion, usually due to the flexor pattern commonly found in stroke, such as TA and BF weakened and spastic quadriceps and GM [30]. Thus, the functional recovery of these muscles must be taken into account in the pedal control system. This way, it was necessary to detect the onset and offset of these muscles during the pedaling cycle whereas the force of the movement was imposed.

Four channels of sEMG were used, with the electrodes arranged in the following muscles: RF (responsible for knee extension), BF (responsible for knee flexion), TA (responsible for dorsiflexion), GM (responsible for plantar flexion), in addition to a reference electrode on the ankle. The sEMG records were made with a sampling frequency of 1 kHz. Fig. 4 shows a subject during the experiment.

For the allocation of the electrodes, the correct location on the muscles of interest was first performed, according to SENIAM recommendations [31], followed by trichotomy of the region, and by 70% alcohol cleansing. The placement of the electrodes followed the direction of the muscle fibers and an inter-electrode distance of 20 mm was maintained. The reference electrode was placed on the ankle far from the muscle fibers. After the correct allocation of the electrodes was confirmed, the experiments were started, and the subject sat comfortably in a chair and started the feet movements after a beep. For each subject the seat was suitably positioned, so that the knee flexion angle was between 70 and 80 degrees (referring to knee extension at 0 degrees of the cycle) when the ankle is in the neutral position (i.e., feet and tibia in an angle of 90 degrees).

Experiment 1: when the beeper is heard, the motorized pedal is actuated for 2 minutes, with a speed of 60 rpm. During this time, the sEMG signals are recorded and stored. Experiment 2: upon hearing the beep, the pedal completes a full 360-degree cycle and stops. Then the sEMG signals are recorded and stored starting a new cycle, totaling 60 repetitions. In both experiments, the programmed speed of the pedal and the actual velocity performed by it are also recorded and stored, in addition to the stop position. The subjects are told about the experiments' goals before starting them, and they have a time period to adapt to the use of the system. The adaptation period may be longer or shorter, according to the subject's needs. Records obtained during the experiments are processed and analyzed using MATLAB.

### 3.1 Feature Extraction and Classification

The EEG signals are bandpass filtered (Butterworth 5th order), from 8 to 30 Hz, and then the BCI uses the following methods for feature extraction: Common Spatial Pattern (CSP), Filter-Bank CSP (FBCSP) and Riemannian Kernel (RK) [32] [33] [34]. On the other hand, the classifiers used are: Linear Discriminant Analysis (LDA), Regularized Discriminant Analysis (RDA), and Support Vector Machine (SVM), which recognize two classes: feet movement (i.e., with motor imagery) and rest state (without motor imagery). The EEG signals are recorded from the following scalp locations: Fz, FC3, FC1, FCz, FC2, FC4, C5, C3, C1, Cz, C2, C4, C6, CP3, CP1, CPz, CP2, CP4, P1, Pz, P2, POz. A total of 72 trials are analyzed for the two classes, and the time window varies from 0.5 to 2.5 s after the cue on a screen

instructing the subject to mentally perform feet movements. Fig. 5 shows a subject during the experiment with the BCI. It is worth mentioning that the motorized pedal is only activated if the motor imagery recognition is successfully done through the BCI (generating neuroplasticity); if not, the motorized pedal remains stopped.

#### 4. Results and Discussion

After the experiments, it was possible to analyze the relationship between the speed programmed to be executed by the motorized pedal and the actual velocity executed by it. Although the programmed speed was 60 rpm, the mean actual speed in 120 cycles was 53 rpm ( $SD \pm 3.09$ ). These results point out that speed control requires dynamic adjustment in order to maintain the programmed speed to provide a cadence feedback that may facilitate a more symmetrical muscular activation learning necessary for stroke patients [35]. Fig. 6 shows results of this experiments. It is worth to comment that the data of subject S02 was excluded from the sample, since it was verified that he applied force during the pedaling.

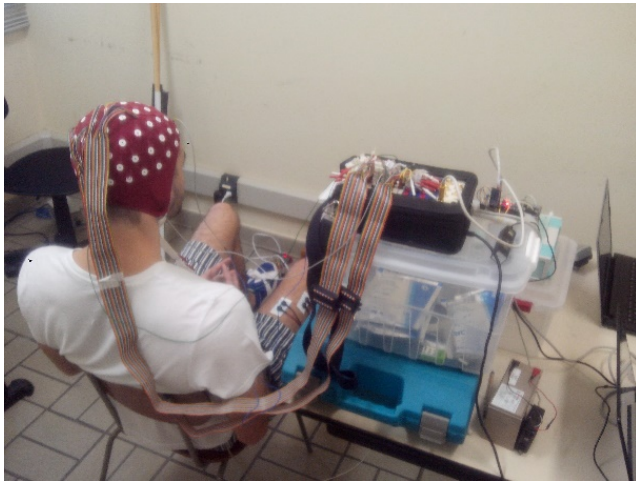


Figure 5. Subject during experiment with the BCI.

and height were also analyzed. For this, a comparison using the Pearson coefficients was performed, which indicated that there was no direct correlation between the actual velocity and the subject's weight and height ( $P = -0.12$ ,  $p$ -value 0.39 and  $P = 0.23$ ,  $p$ -value 0.31).

To provide rehabilitation professionals with accurate sEMG data from the RF, BF, TA and GM muscles, the pedal stop position was analyzed when the subject performed a full 360-degree cycle. sEMG signals were collected with the objective of identifying the muscle onset and offset when a force was exerted on the motorized pedal. Figure 7 shows the results for the experiment performed by subject 3, in which it is possible to visualize the mean of his onset and offset for each muscle in 120 cycles.

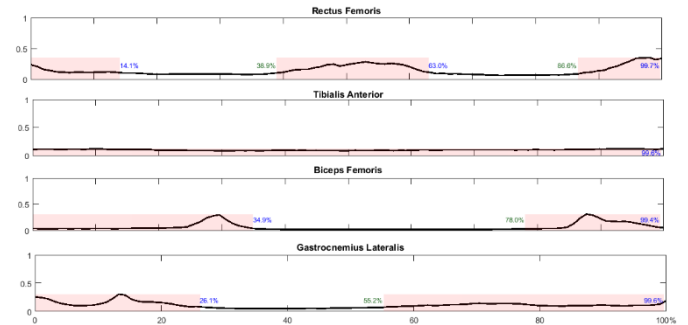


Figure 7. Mean of the onset and offset of subject 3 of each muscle in 120 cycles.

Regarding the BCI's results, Table 2 shows its performance for the eight healthy subjects to recognize the rest state and the imagination of feet movements. The BCI shows a good performance (mean ACC > 83% for all classifiers) and maximum ACC=94.41% with SVM. Here, the BCI based on SVM got the best results for five subjects (S01, S03, S05, S06, and S07). However, the results show that LDA presented ACC values close to SVM and, as LDA has lower computational cost than SVM, LDA was chosen to be applied in the online implementation with stroke patients, using a time window of 1 s. Table 3 shows results of this classifier (LDA) for the two stroke patients (P01 and P02).

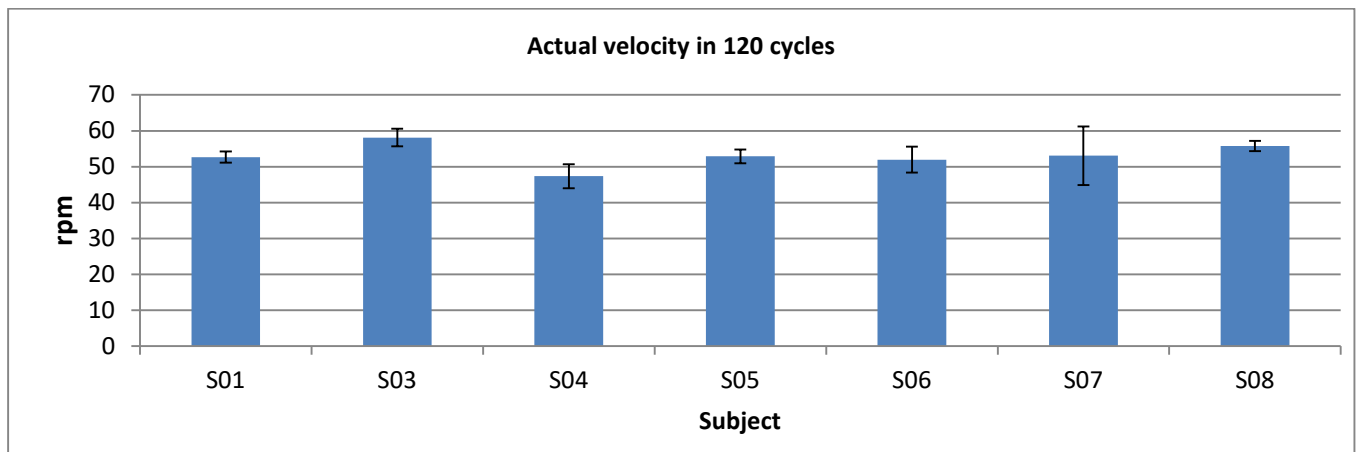


Figure 6. Mean and standard deviation of the actual speed executed in 120 cycles by each subject.

The relationship between the actual speed in 120 cycles, developed by the motorized pedal, and the subject's weight

Table 2. Results of the BCI to recognize rest state and feet movements of health people.

| Subjects    | Linear Discriminant Analysis (LDA) |              |              |              | Regularized Discriminant Analysis (RDA) |              |              |              | Support Vector Machine (SVM) |              |              |              |
|-------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|             | ACC                                | Kappa        | TPR          | FPR          | ACC                                     | Kappa        | TPR          | FPR          | ACC                          | Kappa        | TPR          | FPR          |
| S01         | 89.51                              | 78.99        | 80.28        | 1.39         | 90.21                                   | 80.41        | 85.92        | 5.56         | 90.21                        | 80.24        | 81.69        | 1.39         |
| S02         | 74.83                              | 49.53        | 57.75        | 8.33         | 65.73                                   | 31.67        | 87.32        | 55.56        | 74.83                        | 49.51        | 54.93        | 5.56         |
| S03         | 79.02                              | 58.07        | 84.51        | 26.39        | 79.72                                   | 59.47        | 85.92        | 26.39        | 80.42                        | 60.84        | 81.69        | 20.83        |
| S04         | 93.75                              | 87.50        | 90.28        | 2.78         | 92.32                                   | 84.72        | 93.06        | 8.33         | 84.03                        | 68.06        | 80.56        | 12.50        |
| S05         | 74.83                              | 49.61        | 69.01        | 19.44        | 74.83                                   | 49.80        | 95.77        | 45.83        | 80.42                        | 60.78        | 69.01        | 8.33         |
| S06         | 90.91                              | 81.84        | 1.00         | 18.06        | 90.91                                   | 81.84        | 1.00         | 18.06        | 94.41                        | 88.82        | 1.00         | 11.11        |
| S07         | 83.92                              | 67.78        | 73.24        | 5.56         | 86.71                                   | 73.42        | 84.51        | 11.11        | 85.31                        | 70.61        | 80.28        | 9.72         |
| S08         | 83.22                              | 66.37        | 69.01        | 2.78         | 84.62                                   | 69.21        | 78.87        | 9.72         | 83.22                        | 66.41        | 77.46        | 11.11        |
| <b>Mean</b> | <b>83.75</b>                       | <b>67.46</b> | <b>65.64</b> | <b>10.59</b> | <b>83.13</b>                            | <b>66.32</b> | <b>76.55</b> | <b>22.57</b> | <b>84.11</b>                 | <b>68.16</b> | <b>65.83</b> | <b>10.07</b> |

All values are presented in percent. ACC (Accuracy); TPR (True Positive Rate); FPR (False Positive Rate).

Table 3. Results of the BCI to recognize rest state and feet movements of stroke patients.

| Subjects    | Linear Discriminant Analysis (LDA) |              |              |              |
|-------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|             | ACC                                | Kappa        | TPR          | FPR          |
| P01         | 65.48                              | 31.42        | 78.42        | 47.08        |
| P02         | 75.39                              | 50.37        | 67.41        | 17.12        |
| <b>Mean</b> | <b>70.44</b>                       | <b>40.89</b> | <b>72.92</b> | <b>32.10</b> |

According to the result obtained by the stroke subjects, it can be seen that they achieved a good performance (mean ACC=70% and maximum ACC=75%), with acceptable values for TPR (78% and 67%, respectively). These results can be considered quite good, as the explanation of the protocol to these participants was a little bit problematic, due to their difficulty in understanding the protocol of the experiments.

Regarding the comparison of our results with others in the literature, Table 4 shows that comparison. It is worth to comment that the results of our BCI for healthy people are better than almost all the related works found in the literature. In fact, the best performance for healthy people in literature is presented in [27], with an accuracy of 89%, however, that result has a high standard deviation (13.7%) and a low number of subject (only five). In addition, the number of channels used in our approach is considerably lower than all the others proposed. Regarding the number of subjects in our study, it can be considered acceptable (10 subjects), and even more specialized than the other studies, since none of the mentioned works has tested their BCI with stroke patients.

## 5. Conclusions

This work introduced the proposal of a low-cost setup for a neuro-rehabilitation system for stroke patients. A stand-alone hardware and software were developed to control a motorized pedal. The motor imagery recognition system analyzes EEG patterns on the motor region related to feet movements and rest state. The BCI showed a good performance for healthy people (mean ACC > 83% for all classifiers and reaching the best result with SVM (ACC=94.41%) and even for stroke patients (mean ACC=70.44% and maximum ACC=75.39%). From this BCI, an avatar is triggered into an immersive virtual reality environment together with the motorized pedal, which are expected to generate the rehabilitation. sEMG signals are collected on Rectus femoris, Biceps femoris, Tibialis Anterior and

Gastrocnemius muscles to identify the muscle onset and offset when a force is exerted on the motorized pedal, and force sensors are used on the pedals to generate biofeedback for the subject. The next step of this work is to conduct long term experiments with hemiplegics, and then with paraplegics and quadriplegics, evaluating the hypothesis of movement recovery with the neuro-rehabilitation system proposed here. As a limitation of this work, it is worth to comment that almost all the participants reported fatigue at the end of the experiments, whereas few others reported headaches and dizziness during and/or after experiments. Thus, this protocol needs to be adjusted, in order to ensure better conditions and less mental load to the patients.

Table 4. Comparison between offline performance of related works based on motor imagery and lower-limb rehabilitation.

| Works                                     | [36]                     | [27]                          | [37]                     | Our Approach                                                     |
|-------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Motor Imagery Task</b>                 | Pedaling                 | Pedaling                      | Walking                  | Pedaling                                                         |
| <b>No. of Subjects (condition)</b>        | 14 (Healthy People)      | 5 (Healthy People)            | 5 (Healthy People)       | 10 (8 Healthy People and 2 Stroke Patients)                      |
| <b>No. of channels (Sample frequency)</b> | 30 (500Hz)               | 32 (500Hz)                    | 32 (2048Hz)              | 8 (250Hz)                                                        |
| <b>Average accuracy</b>                   | 61 ± 2% (Healthy People) | 89.1 ± 13.7% (Healthy People) | 67 ± 7% (Healthy People) | 84.11 ± 4.40 (Healthy People)<br>70.44 ± 4.96% (Stroke Patients) |
| <b>Frequency range</b>                    | 6-30 Hz                  | 8-25 Hz                       | 4-48 Hz                  | 0.1-30 Hz                                                        |
| <b>Length of time window</b>              | 1 s                      | 1 s                           | 1 s                      | 1 s                                                              |

## 6. Acknowledgment

The authors would like to thank FAPES/Brazil (218/2017) for supporting this research.

## 7. References

- [1] World Health Organization, "Stroke, Cerebrovascular accident," 2017. [Online]. Available: [http://www.who.int/topics/cerebrovascular\\_accident/en/](http://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/).
- [2] American Heart Association, "What is Stroke? Stroke," Patient Education Handout, 2014. [Online]. Available: [http://www.strokeassociation.org/STROKEORG/Professionals/Stroke-Prevention-Resources\\_UCM\\_451918\\_SubHomePage.jsp](http://www.strokeassociation.org/STROKEORG/Professionals/Stroke-Prevention-Resources_UCM_451918_SubHomePage.jsp).
- [3] L. M. B. Oliveira, "Cartila do Censo 2010 - Pessoas com Deficiências," Secr. Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR), Secr. Nac. Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, p. 32, 2012.
- [4] T. de S. Botelho, C. D. M. Neto, F. L. Correia de Araújo, and S. C. de Assis, "Epidemiologia do acidente vascular cerebral no Brasil," *Temas em Saúde*, vol. 16, no. 2, pp. 361–377, 2016.
- [5] M. Steinisch, M. G. Tana, and S. Comani, "A Post-Stroke Rehabilitation System Integrating," *IEEE Trans. neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 21, no. 5, pp. 849–859, 2013.
- [6] K. N. Arya, S. Pandian, and V. Kumar, "Effect of activity-based mirror therapy on lower limb motor-recovery and gait in stroke: A randomised controlled trial," *Neuropsychol. Rehabil.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–18, 2017.
- [7] U. B. Flansbjer, A. M. Holmbäck, D. Downham, C. Patten, and J. Lexell, "Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke," *J. Rehabil. Med.*, vol. 37, no. 2, pp. 75–82, 2005.
- [8] C. L. Richards and S. J. Olney, "Hemiparetic gait following stroke. Part2: Recovery and physical therapy.," *Gait Posture*, 149–162, 1996.
- [9] L. Richards, C. Hanson, M. Wellborn, and A. Sethi, "Driving motor recovery after stroke.," *Top. Stroke Rehabil.*, vol. 15, no. 5, pp. 397–411, 2008.
- [10] E. M. Gomes de Souza e Silva, T. S. Ribeiro, T. C. C. da Silva, M. F. P. Costa, F. A. da C. Cavalcanti, and A. R. R. Lindquist, "Effects of constraint-induced movement therapy for lower limbs on measurements of functional mobility and postural balance in subjects with stroke: a randomized controlled trial," *Top. Stroke Rehabil.*, vol. 9357, no. October, pp. 1–7, 2017.
- [11] G. Kwakkel, J. M. Veerbeek, E. Van Wegen, and S. L. Wolf, "Constraint induced movement therapy after stroke," *HHS Public Access*, vol. 14, no. 2, pp. 224–234, 2016.
- [12] R. Ts, O. Da, and F. Lglm, "Constraint-Induced Movement Therapy for the Paretic Lower Limb in Acute and Sub-Acute Stroke," vol. 1, no. 6, pp. 1–6, 2014.
- [13] "7 Methods for Motor Recovery after Stroke," October 16, 2015. [Online]. Available: <https://www.flintrehab.com/2015/7-methods-for-motor-recovery-after-stroke/>.
- [14] T. Shih et al., "Effects of action observation therapy and mirror therapy after stroke on rehabilitation outcomes and neural mechanisms by MEG: study protocol for a randomized controlled trial," *Trials*, vol. 18, no. 1, p. 459, 2017.
- [15] H. J. Lee, Y. M. Kim, and D. K. Lee, "The effects of action observation training and mirror therapy on gait and balance in stroke patients," *J. Phys. Ther. Sci.*, vol. 29, no. 3, pp. 523–526, 2017.
- [16] L. D. Crosby, S. Marrocco, J. Brown, and K. K. Patterson, "A novel bilateral lower extremity mirror therapy intervention for individuals with stroke," *Heliyon*, vol. 2, no. 12, p. e00208, 2016.
- [17] S. Tyson et al., "Phase II Pragmatic Randomized Controlled Trial of Patient-Led Therapies (Mirror Therapy and Lower-Limb Exercises) During Inpatient Stroke Rehabilitation," *Neurorehabil. Neural Repair*, vol. 29, no. 9, pp. 818–826, 2015.
- [18] J. Stein, "Motor Recovery Strategies After Stroke," *Top. Stroke Rehabil.*, vol. 11, no. 2, pp. 12–22, 2004.
- [19] A.R.C. Donati et al.: Long-term training with a brain-machine interface-based gait protocol induces partial neurological recovery in paraplegic patients. *Scientific reports* 6, 30383 (2016).
- [20] N. J. Hancock, L. Shepstone, W. Winterbotham, and V. Pomeroy, "Effects of lower limb reciprocal pedalling exercise on motor function after stroke: A systematic review of randomized and nonrandomized studies," *Int. J. Stroke*, vol. 7, no. 1, pp. 47–60, 2012.
- [21] S. W. Chen, J. W. Liaw, H. L. Chan, Y. J. Chang, and C. H. Ku, "A real-time fatigue monitoring and analysis system for lower extremity muscles with cycling movement," *Sensors (Switzerland)*, vol. 14, no. 7, pp. 12410–12424, 2014.
- [22] H. Y. Chen, S. C. Chen, J. J. J. Chen, L. L. Fu, and Y. L. Wang, "Kinesiological and kinematical analysis for stroke subjects with asymmetrical cycling movement patterns," *J. Electromyogr. Kinesiol.*, vol. 15, no. 6, pp. 587–595, 2005.
- [23] J. C. Rosecrance and C. A. Giuliani, "Kinematic analysis of lower-limb movement during ergometer pedaling in hemiplegic and nonhemiplegic subjects," *Phys. Ther.*, vol. 71, no. 4, pp. 334–343, 1991.
- [24] M. Katz-Leurer, I. Sender, O. Keren, and Z. Dvir, "The influence of early cycling training on balance in stroke patients at the subacute stage. Results of a preliminary trial," *Clin. Rehabil.*, vol. 20, no. 5, pp. 398–405, 2006.
- [25] C. H. Clinical, K. County, and C. Education, "Effects of a static bicycling programme on the functional ability of young people with cerebral palsy who are," *Dev. Med. Child Neurol.*, vol. 49, pp. 522–527, 2007.
- [26] H. Mohammadi-abdar, A. L. Ridgel, F. M. Discenzo, and K. A. Loparo, "Design and Development of a Smart Exercise Bike for Motor Rehabilitation in Individuals with Parkinson ' s Disease," *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*, vol. 21, no. 3, pp. 1650–1658, 2014.
- [27] M. Rodríguez-Ugarte, E. Iáñez, M. Ortiz, and J. M. Azorín, "Personalized Offline and Pseudo-Online BCI Models to Detect Pedaling Intent," *Front. Neuroinform.*, vol. 11, no. July, pp. 1–12, 2017.
- [28] Z. F. Guerra, A. L. G. Lucchetti, and G. Lucchetti, "Motor Imagery Training After Stroke," *J. Neurol. Phys. Ther.*, vol. 41, no. 4, pp. 205–214, 2017.
- [29] S. Rogers. *Level Up! The guide to great video game design*. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2014.
- [30] P. R. Lucareli and J. M. Greve, "Alteration of the load-response mechanism of the knee joint during hemiparetic gait following stroke analyzed by 3-dimensional kinematic," (in eng), *Clinics (Sao Paulo)*, vol. 61, no. 4, pp. 295–300, Aug 2006.
- [31] H. J. Hermens et al., *European Recommendations for Surface Electromyography*. Roessingh Research and Development, SENIAM, 1999.
- [32] B. Blankertz. et al. Optimizing spatial filters for robust EEG single-trial analysis. *IEEE Signal processing magazine*, vol 25, 41-56, 2008.
- [33] K. K. Ang et al. Filter bank common spatial pattern algorithm on BCI competition IV datasets 2a and 2b. *Frontiers in neuroscience*, v. 6, p. 39, 2012.
- [34] A. Barachant et al. Classification of covariance matrices using a Riemannian-based kernel for BCI applications. *Neurocomputing*, v. 112, p. 172-178, 2013.
- [35] Lin, Sang-I. et al. Biomechanical assessments of the effect of visual feedback on cycling for patients with stroke. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 22, n. 4, p. 582-588, 2012.
- [36] Rodríguez-Ugarte, M. S., Iáñez E., Ortiz-García M., and J. M. Azorín, "Effects of tDCS on real-time BCI detection of pedaling motor imagery," *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 4, pp. 1–14, 2018.
- [37] F. Lotte, M. Congedo, A. LECUYER, F. Lamarche, and B. Arnaldi, "A Review of Classification Algorithms for EEG-based Brain-Computer Interfaces," *Neural Eng.*, vol. 4, no. 2, 2007.

# Reconocimiento de la Actividad Humana en Ambientes Residenciales Basado en Dispositivo Vestible y Red Neuronal Convolucional

Teodiano Freire Bastos, Yves Coelho

Grupo de Tecnologías de Asistencia – Universidade Federal do Espírito Santo (NTA-UFES)  
Vitoria, Brasil

E-mail: teodiano.bastos@ufes.br

## Resumen

*Es cada vez más esencial controlar parámetros clínicos y actividades de la vida diaria de personas mayores y con discapacidad que viven solas. Además, es necesario detectar de forma inmediata señales de alerta o reconocer situaciones anormales de dichas personas como, por ejemplo, caídas, estado de depresión o estar mucho tiempo acamado. En los últimos años, el uso de dispositivos portátiles ha aumentado significativamente. Los datos de dichos dispositivos se pueden utilizar para reconocer patrones de movimientos humanos mientras realizan diversas actividades. Los acelerómetros han sido ampliamente utilizados en los sistemas de reconocimiento de actividad humana y se han aplicado técnicas tradicionales para la extracción de características dichas señales. Sin embargo, la comunidad científica está actualmente desarrollando clasificadores basados en técnicas de aprendizaje profundo (Deep Learning), buscando mejores resultados y un menor coste computacional. Las Redes Neuronales Convolucionales (CNNs – Convolutional Neural Networks) son la principal técnica de aprendizaje profundo utilizada en este contexto. Dichas redes ajustan los coeficientes de su filtro que se aplican a las señales, extrayendo patrones específicos y sus variaciones. Este trabajo presenta un sistema de reconocimiento de actividad humana basado en redes neuronales convolucionales para clasificar seis actividades de la vida diaria: caminar, correr, subir escaleras, bajar escaleras, estar de pie y sentado. Los resultados demuestran la capacidad del modelo propuesto basado en CNN, con una precisión promedio del 94,89% y una precisión máxima del 95,78% para la mejor configuración de dicha red.*

## Abstract

*It is increasingly essential to control clinical parameters and activities of daily life of elderly and people with disabilities living alone. In addition, it is necessary to immediately detect warning signs or recognize abnormal situations of such people as, for example, falling, depression or long time bedridden. In recent years, the use of portable devices has increased significantly. The data from these devices can be used to recognize patterns of human movements while performing various activities. Accelerometers have been widely used in human activity recognition systems and traditional techniques have been applied to extract features from such signals. However, the scientific community is currently developing classifiers based on deep learning*

*techniques, seeking better results and a lower computational cost. Convolutional Neural Networks (CNNs) are the main deep learning technique used in this context. These networks adjust the coefficients of their filter that are applied to the signals, extracting specific patterns and their variations. This work presents a human activity recognition system based on convolutional neural networks to classify six activities of daily life: walking, running, climbing stairs, going down stairs, standing and sitting. The results show the capacity of the proposed model based on CNN, with an average precision of 94.89% and a maximum precision of 95.78% for the best configuration of the network.*

## 1. Introducción

La desaceleración del crecimiento de la población mundial causada por la reducción de la tasa de natalidad, junto con la mayor esperanza de vida, resulta en el aumento de la población en envejecimiento. Por otro lado, la Organización Mundial de Salud estima en 15,6% la tasa media de prevalencia de personas con discapacidad en el mundo. Se añade el hecho de que muchas de estas personas viven solas. Por lo tanto, es cada vez más importante dar a dichos grupos de personas la oportunidad de tener una vida más independiente, con seguridad y autonomía para llevar a cabo sus tareas diarias. Además, es esencial monitorear los parámetros clínicos y las actividades de dicha población, con el fin de detectar precozmente afecciones médicas graves o reconocer una situación anormal en ellos, tal como una caída, estado de depresión o estar mucho tiempo acamado.

En los últimos años, el uso de sensores portátiles ha aumentado significativamente. Dichos sistemas monitorean y almacenan información en tiempo real sobre la condición fisiológica y los movimientos de una persona a través del uso de diferentes tipos de sensores flexibles que pueden integrarse en la ropa, bandas elásticas o utilizarse directamente acoplados al cuerpo humano [1]. Como dichos sensores son portátiles, livianos y eficientes, desde el punto de vista energético, pueden utilizarse para reconocer patrones de movimiento humano mientras se realizan diversas actividades [2].

Entre estos sensores portátiles, los acelerómetros han sido ampliamente utilizados en los sistemas de Reconocimiento de Actividad Humana (HAR – Human Activity Recognition) [3-7]. Según [7], en la mayoría de los estudios se elige la cintura para colocar el acelerómetro, dada su ubicación central, que es más estable y más adecuada para el reconocimiento de movimientos globales, como caminar y correr.

Para la extracción de características, en general, muchos sistemas HAR utilizan características obtenidas de forma empírica en el dominio del tiempo, o coeficientes de la Transformada Rápida de Fourier (FFT – *Fast Fourier Transform*) en el dominio de la frecuencia [8]. Dichas características se incorporan a diferentes algoritmos de clasificación, como Árbol de Decisión (*Decision Tree*), k-Vecinos Más Cercanos (k-NN – *k-Nearest Neighbors*), *Naïve Bayes*, Máquina de Vectores Soporte (SMV – *Support Vector Machine*), Modelo Oculto de Markov (HMM – *Hidden Markov Model*) y Perceptrón Multicapa (MLP – *Multilayer Perceptron*) [3-5, 9]. A pesar de los buenos resultados obtenidos en la mayoría de los trabajos anteriores [3-5], la generalización de las características obtenidos de forma empírica a nuevos tipos de señales es generalmente deficiente, ya que se necesita un conocimiento previo de la aplicación para encontrar las características más eficientes.

Así, en lugar de utilizar técnicas que se basan en la extracción empírica de características, la comunidad científica está actualmente desarrollando clasificadores basados en técnicas de aprendizaje profundo (*Deep Learning*) para sistemas HAR, buscando mejores resultados y un menor coste computacional. En dicha técnica, los procedimientos de extracción de características y clasificación se suelen realizar simultáneamente, y las características se aprenden automáticamente a través de un proceso especializado de la red en lugar de ser obtenidas de forma empírica [10].

Este trabajo presenta un sistema HAR basado en una Red Neuronal Convolutiva (CNN) para clasificar seis actividades (caminar, correr, subir escaleras, bajar escaleras, estar de pie y sentarse/tumbarse), además de presentar el desarrollo de un dispositivo portátil con la implementación de dicho sistema HAR. En la siguiente Sección se presentan los últimos avances en sistemas HAR, seguidos, en la Sección 3, por el dispositivo portátil que se ha diseñado y construido. La Sección 4 describe la propuesta de la CNN y sus características, y los resultados se discuten en la Sección 5. Finalmente, concluimos este trabajo en la Sección 6.

## 2. Estado del Arte

Los trabajos que utilizan la técnica de aprendizaje profundo, como la CNN, aplicada a sistemas HAR con sensores portátiles se han multiplicado recientemente, siempre logrando alcanzar resultados cada vez mejores [6,11-13]. CNN es una red neuronal que utiliza la convolución en lugar de la multiplicación de la matriz general en al menos una de sus capas [14]. Además, CNN extrae las características de las señales que han mostrado los mejores resultados en la clasificación, y se ha utilizado para reconocimiento de patrones basado en imagen, voz y texto. Cuando aplicado a datos que impliquen en clasificación de series temporales, como es el caso de sistemas HAR, CNN tiene dos ventajas principales en relación a modelos

utilizados anteriormente, que son la dependencia local y la invariancia de la escala [10].

En [6], los autores propusieron una CNN para clasificar tres actividades (caminar, correr y quedarse quieto) utilizando los datos del acelerómetro de un teléfono móvil. Los autores trabajaron con los datos de aceleración de los ejes X, Y y Z transformados en datos de magnitud. En dicho estudio la CNN se ha construido con una capa convolutiva, una capa de agrupación máxima, una capa completamente conectada y una capa de *softmax*. Con dicha configuración, ellos han obtenido el 91,32% y 92,71% de precisión, respectivamente, para ventanas temporales de 10 y 20 s.

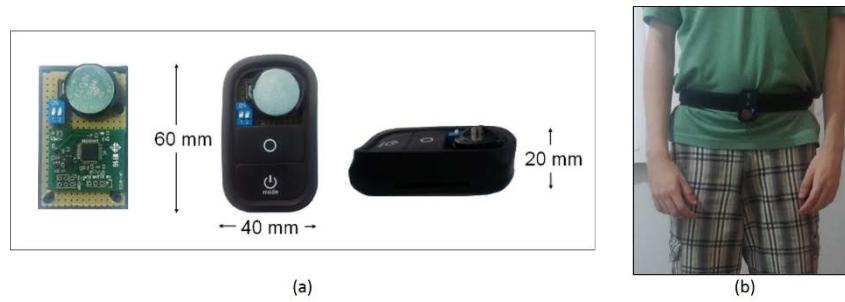
Pham et al. [11] han desarrollado un clasificador para siete actividades (correr, patear, saltar, andar en bicicleta, quedar de pie, caminar y una clase arbitraria) utilizando una CNN compuesta de dos capas de control, dos capas de agrupación máxima, dos capas completamente conectadas, una capa de abandono y una capa de *softmax*. Han utilizado 32 y 64 filtros, respectivamente, para la primera y la segunda capas convolutivas, y las dos capas totalmente conectadas tienen 500 y 100 neuronas. Utilizando aproximadamente 780 muestras para cada actividad de 10 sujetos, y aplicando validación cruzada de 10 veces, ellos han alcanzado una precisión del 93,41% y una sensibilidad (*Recall*) del 93,16%.

En [12], se han utilizado señales de los tres ejes de un acelerómetro y un giroscopio de un teléfono móvil ubicado en el bolsillo de 30 sujetos que han realizado seis actividades diferentes. Utilizando una CNN, los autores han logrado una precisión del 94,79% con datos crudos de los sensores, y del 95,75% cuando han utilizado información adicional de la FFT del conjunto de datos.

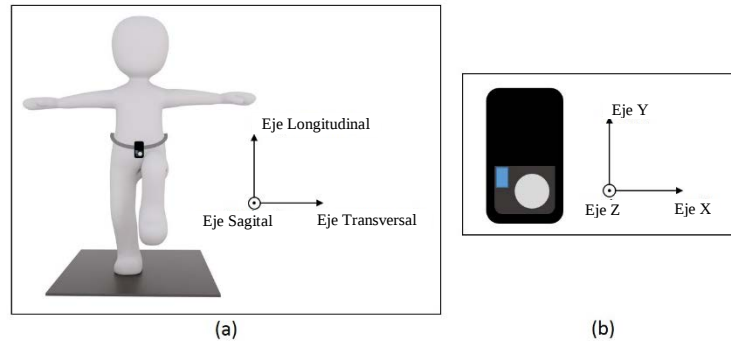
Zebin et al. [13] han propuesto una CNN para clasificar las siguientes actividades: caminar, subir escaleras, bajar escaleras, sentarse, estar de pie y acostarse. Los autores también han utilizado datos de los tres ejes de un acelerómetro y un giroscopio acoplado a la pelvis, muslo y pierna de 12 voluntarios. Han utilizado una CNN con tres capas convolutivas, y los resultados muestran una precisión del 97,01%, en contraste con los 96,40% y 91,70% obtenidos cuando han utilizado SVM y MLP, respectivamente.

## 3. Dispositivo Vestible

El dispositivo portátil que se ha desarrollado y utilizado en nuestras investigaciones está compuesto, básicamente, por un acelerómetro digital de 3 ejes (ADXL362), un microcontrolador de 8 bits (ATmega328P) y un módulo Bluetooth de baja energía (BLE) (HM-10). La Fig. 1a muestra el dispositivo desarrollado, donde se puede ver la tarjeta electrónica, la batería (CR2032) y la encapsulación. El usuario lleva el dispositivo en la cintura (ver Fig. 1b). La Fig. 2a muestra los ejes de movimiento relacionados al cuerpo humano, mientras que la Fig. 2b ilustra la orientación de los ejes del acelerómetro, de acuerdo con la posición del dispositivo en el cuerpo del humano.



**Fig. 1.** a) Dispositivo vestible desarrollado. b) Usuario utilizando el dispositivo en su cintura.



**Fig. 2.** a) Ejes de movimiento del cuerpo humano. b) Orientación de los ejes del acelerómetro en el dispositivo, de acuerdo con la ubicación del dispositivo en el cuerpo del usuario.

El dispositivo portátil se ha utilizado para recopilar datos de aceleración mientras los sujetos realizaban las seis actividades a continuación: caminar, correr, subir escaleras, bajar escaleras, de pie y sentado. Los datos se han utilizado para construir el modelo propuesto.

#### 4. Sistema de Reconocimiento de Actividades Humanas (HAR)

En esta sección se describe la arquitectura básica de las CNNs, y además se presenta nuestro sistema HAR basado en CNN.

##### 4.1. Redes Neuronales Convolucionales

Las Redes Neuronales Convolucionales (CNNs) son redes neuronales que utilizan la convolución en lugar de la multiplicación de la matriz general en al menos una de sus capas [14]. En el proceso de entrenamiento, las CNNs ajustan los coeficientes de filtro de las capas convolucionales con el fin de obtener los mejores resultados posibles, siendo que dichos filtros se aplican a los datos, obteniendo patrones locales. En las arquitecturas CNN, la extracción de características se realiza inherentemente en las capas convolucionales, y las características producidas se ingresan en las capas totalmente conectadas donde se produce la clasificación [15].

La capa convolucional se compone de varios filtros que se aplican a los datos para formar mapas de características. Dicho mapa se obtiene mediante la convolución de los datos de entrada con el filtro ajustado, y luego se aplica una función de activación de elementos no lineales en los resultados

sometidos a convolución. Las funciones de activación más utilizadas son del tipo sigmoideal, tangente hiperbólica y función de activación rectificadora lineal [15].

La agrupación (*Pooling*) es una herramienta muy importante en las CNNs, debido a que reduce el coste computacional al reducir el número de conexiones entre las capas convolucionales [15]. De acuerdo con [14], la agrupación ayuda a hacer que la representación sea invariable para pequeñas traducciones de la entrada.

Tras las capas convolucional y de agrupación máxima, la salida procesada de estas capas se ajusta para ser utilizada como entrada de la capa totalmente conectada. Finalmente, la salida de dicha capa se pasa a la capa *softmax*, la cual calcula las distribuciones de probabilidad.

##### 4.2. Arquitectura Propuesta

En esta sección, se propone el modelo CNN que se ha utilizado en este trabajo, y que se presenta en la Fig. 3. Los datos de entrada de la red se extraen de los ejes Y y Z del acelerómetro. Se han utilizado diferentes ventanas de datos para el análisis, con tamaños de 20, 50 y 100 elementos, correspondientes a ventanas de 2, 5 y 10 s, respectivamente. Por lo tanto, la entrada de la red CNN utilizada tiene 2 canales, cada uno de los cuales formado por un vector de dimensiones 1x20, 1x50 o 1x100.

Luego, la entrada se aplica a la primera capa convolucional, y su salida, con los datos filtrados, pasa a través de la primera capa de agrupación máxima. La siguiente etapa es otro par de capas convolucionales y una capa de agrupación máxima. Ambas capas convolucionales tienen 16 filtros, de tamaño 1x8, y una unidad lineal rectificadora como función de activación, mientras que las capas de agrupación máxima tienen filtros de dimensión 1x2.

En el siguiente paso, los datos procesados se ajustan a un vector tipo fila y se aplican a la capa totalmente conectada, formada por 32 neuronas, con función de activación Sigmoide. La capa de salida tiene seis neuronas, y cada una representa una clase de actividad y una función de activación *softmax*.

El algoritmo utilizado en este trabajo se ha desarrollado en Python 3.6, utilizando las bibliotecas *NumPy*, *Keras* y *Scikit-*

*Learn*, dentro del entorno de desarrollo integrado *Spyder*. El modelo CNN se ha entrenado utilizando el optimizador de descenso de gradiente estocástico (función SGD de *Keras*), con una tasa de aprendizaje de 0,01, disminución de tasa de aprendizaje de 10-5, y impulso de *Nesterov* de 0,9.

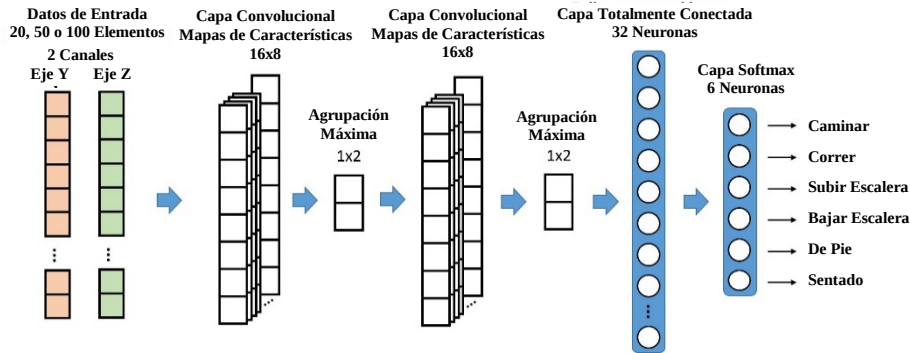


Fig. 3. Arquitectura de la CNN utilizada en este trabajo.

## 5. Resultados y Discusiones

Se han realizado experimentos con cinco individuos sanos (tres hombres y dos mujeres), con edad promedio de 26,25 años ( $\pm 1,26$ ), todos del sexo masculino, y con buena capacidad física, sensorial y cognitiva. Cada sujeto ha recibido instrucciones para llevar a cabo cada una de las seis actividades durante aproximadamente un minuto. Mientras cada sujeto realizaba las actividades, los datos capturados del

acelerómetro interno al dispositivo portátil se transmitían a un teléfono móvil a través de Bluetooth (Fig. 4, paso 1) y se guardaban en un fichero (Fig. 4, paso 2). Finalmente, al concluir los experimentos, los datos de los ficheros, separados por temas y actividades, se transfirieron a un ordenador, donde se realizaba la tarea de extracción de características, las cuales se han utilizado para crear y evaluar el modelo de clasificador propuesto.

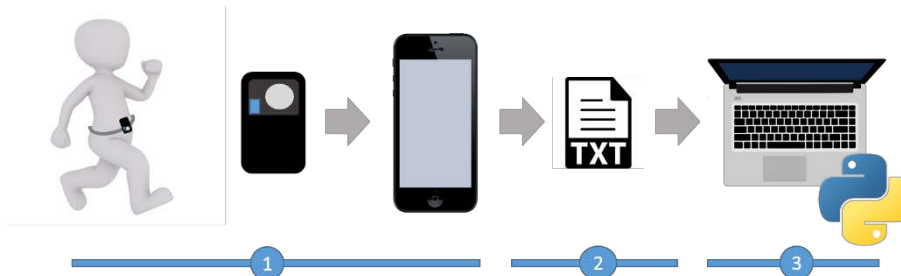


Fig. 4. Etapas de la adquisición de datos.

Debido al limitado procesamiento y recursos de memoria del microcontrolador utilizado inicialmente, ha sido necesario reducir el tamaño de los paquetes de datos. Por dicha razón, se han utilizado datos de solo dos ejes del acelerómetro (Y y Z, respectivamente, que son los ejes de movimiento longitudinal y sagital, como se muestra en la Fig. 2). La adquisición de datos desde el acelerómetro se ha realizado utilizando una frecuencia de muestreo de 100 Hz, y aplicando un submuestreo promedio entre 100 Hz a 10 Hz, lo que ha dado como resultado una señal uniforme con una muestra promediada a cada 100 ms. La Fig. 5 muestra una parte de los datos capturados de la actividad de caminar. En total, se han capturado 28.640 muestras, distribuidas por actividad, tal como se muestra en la Tabla 1.

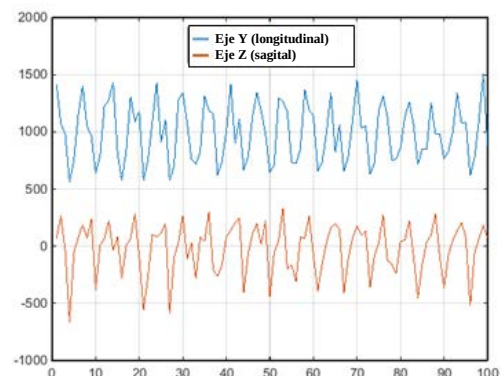


Fig. 5. Muestras de datos de aceleración durante una actividad de caminar.

**Tabla 1.** Número de muestras adquiridas y número de ventanas temporales utilizadas, de acuerdo al tamaño de la ventana de datos.

| Actividad         | Muestras | Ventana de 2 s | Ventana de 5 s | Ventana de 10 s |
|-------------------|----------|----------------|----------------|-----------------|
| Caminando         | 5740     | 287            | 114            | 57              |
| Corriendo         | 4180     | 209            | 83             | 41              |
| Bajando escalera  | 5700     | 285            | 114            | 57              |
| Subiendo escalera | 6500     | 325            | 130            | 65              |
| De pie            | 3460     | 173            | 69             | 34              |
| Sentado           | 3220     | 161            | 64             | 32              |

Para el entrenamiento del clasificador, se ha utilizado la técnica de validación cruzada de *k-fold*, con cuatro particiones. El entrenamiento se ha llevado a cabo con 300 registros de datos (*epoch*), una cantidad que se ha considerado suficiente para la convergencia de la red. Se han realizado cinco rondas de entrenamiento y prueba, y se ha utilizado la exactitud promedio, la precisión y la sensibilidad como métricas. El modelo se ha evaluado con diferentes dimensiones del vector de entrada, con tamaños de 20, 50 y 100 elementos, lo que representan ventanas de dos, cinco y 10 s. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos.

En nuestras pruebas preliminares, se han extraído características del dominio estadístico (empíricas) de los datos del acelerómetro. En ese caso, se ha utilizado una ventana de 2 s, además de 10 funciones (cinco del eje Y y cinco del eje Z): media, mediana, desviación estándar, área de magnitud de la señal y amplitud. Se han probado diferentes clasificadores para realizar una comparación, que son MLP, k-NN, *Decision Tree* y *Naïve Bayes*. Los resultados de cada clasificador se muestran en la Tabla 2.

Podemos notar una mejora en el rendimiento de clasificación cuando se utilizan las arquitecturas basadas en CNN. Además, los resultados muestran que un marco de datos más amplio implicaba un mejor rendimiento. Un marco de entrada más grande permitió que los filtros de capa convolucional extrajeran características más representativas de los datos, contribuyendo a la precisión del clasificador.

El modelo CNN con el vector de entrada de 10 s alcanzó el mejor rendimiento. Sin embargo, esta opción no sería adecuada para sistemas que requieren una respuesta rápida. Además, una transición de actividad tardará más tiempo en ser identificada por el sistema. Para una respuesta más rápida, una ventana de 2 s sería más adecuada. Sin embargo, esta configuración no presentó un resultado satisfactorio, aunque fue mejor que las técnicas que usan características hechas a mano.

**Tabla 2.** Resultados de los clasificadores utilizados en este trabajo para el sistema de reconocimiento de las siguientes actividades humanas: caminar, correr, subir escaleras, bajar escaleras, estar de pie y sentado.

| Clasificador            | Exactitud | Precisión | Sensibilidad |
|-------------------------|-----------|-----------|--------------|
| MLP                     | 85,47%    | 88,86%    | 88,15%       |
| <i>Decision Tree</i>    | 82,05%    | 84,31%    | 81,54%       |
| k-NN                    | 88,62%    | 91,32%    | 90,26%       |
| <i>Naïve Bayes</i>      | 83,94%    | 86,57%    | 86,39%       |
| CNN con ventana de 2 s  | 89,22%    | 91,29%    | 90,83%       |
| CNN con ventana de 5 s  | 91,78%    | 93,88%    | 93,07%       |
| CNN con ventana de 10 s | 94,89%    | 95,78%    | 95,52%       |

## 6. Conclusiones

Este trabajo ha presentado el desarrollo de un sistema HAR basado en CNN para reconocer seis actividades de la vida diaria: caminar, correr, subir escaleras, bajar escaleras, estar de pie y sentado. Los resultados obtenidos demuestran que los modelos basados en CNN realmente alcanzan excelentes resultados (precisión promedio del 94,89% y precisión máxima del 95,78%), lo que es comparable a varios de los trabajos del estado del arte (e incluso mejores cuando comparado con aquellos que han utilizado técnicas empíricas de extracción de características). Dicho resultado demuestra la eficiencia de las redes neuronales convolucionales en la extracción de las características más representativas de los datos de un sistema para reconocimiento de la actividad humana.

Además, este estudio ha analizado la precisión del clasificador CNN, de acuerdo con la dimensión del vector de entrada, y se ha verificado que la configuración que utiliza datos de entrada con una dimensión más alta presenta mejores resultados.

Como trabajo futuro, se va a desarrollar un nuevo dispositivo portátil para posibilitar la integración del algoritmo de clasificación CNN, con el fin de ejecutar el sistema HAR y reconocer, tiempo real, las actividades propuestas (caminar, correr, subir escaleras, bajar escaleras, estar de pie y sentado) de personas mayores y con discapacidad que viven solas en sus residencias.

## 7. Agradecimientos

Los autores agradecen a FAPES/Brasil (218/2017) por la financiación a esta investigación.

## 8. Referencias

- [1] S. Majumder, T. Mondal and M. Deen, M., "Wearable sensors for remote health monitoring", *Sensors*, Vol. 17, N<sup>o</sup> 1, pp. 1-45, 2017.
- [2] S. Mukhopadhyay, "Wearable sensors for human activity monitoring: a review", *IEEE Sensors*, Vol. 15, N<sup>o</sup> 3, pp. 1321-1330, 2015.
- [3] F. Attal, S. Mohammed, M. Dedabrishvili, F. Chamroukhi, L. Oukhellou and Y. Amirat, "Physical human activity recognition using wearable sensors", *Sensors*, Vol. 15, N<sup>o</sup> 12, pp. 31314-31338, 2015.
- [4] L. Gao, A. Bourke and J. Nelson, "Evaluation of accelerometer based multi-sensor versus single-sensor activity recognition systems", *Medical Engineering & Physics*, Vol. 36, N<sup>o</sup> 6, pp. 779-785, 2014.
- [5] O. Lara and M. Labrador, "A survey on human activity recognition using wearable sensors", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 15, N<sup>o</sup> 3, pp. 1192-1209, 2013.
- [6] S. Lee, S. Yoon and H. Cho, "Human activity recognition from accelerometer data using convolutional neural network", *IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing*, pp. 131-134, Jeju, 2017.
- [7] M. Cornacchia, K. Ozcan, Y. Zheng and S. Velipasalar, "A survey on activity detection and classification using wearable sensors", *IEEE Sensors*, Vol. 17, N<sup>o</sup> 2, pp. 386-403, 2017.
- [8] S. Ha, J. Yun and S. Chon, "Multi-modal convolutional neural networks for activity recognition", *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp. 3017-3022, , Kowloon, 2015.
- [9] A. Avci, S. Bosch, M. Marin-Perianu, R. Marin-Perianu and P. Having, "Activity recognition using inertial sensing for healthcare, wellbeing and sports applications: a survey", "23rd international conference on architecture of computing systems", pp. 1-10, Hannover, 2010.
- [10] J. Wang, Y. Chen, S. Hao, X. Peng and L. Hu, "Deep learning for sensor-based activity recognition: a survey", *Pattern Recognition Letters*, pp. 1-9, 2018.
- [11] C. Pham, N. Diep and T. Phuong, "e-Shoes: smart shoes for unobtrusive human activity recognition", *9th International Conference on Knowledge and Systems Engineering*, pp. 269-274, Hue, 2017.
- [12] C. Ronao and S. Cho, "Human activity recognition with smartphone sensors using deep learning neural networks", *Expert Systems with Applications*, Vol. 59, pp. 235-244, 2016.
- [13] T. Zebin, P. Scully and K. Ozanyan, "Human activity recognition with inertial sensors using a deep learning approach", *IEEE Sensors Conference*, pp. 1-3, Orlando, 2016.
- [14] I. Goodfellow, Y. Benfio and A. Courville, *Deep Learning*, MIT Press, Cambridge, 2016.
- [15] A. Ignatov, "Real-time human activity recognition from accelerometer data using convolutional neural networks", *Applied Soft Computing*, Vol. 62, pp. 915-922, 2018.

# Estudio de Diversos Algoritmos de Clasificación para su Aplicación en un BCI dentro de un Entorno de Realidad Virtual

K. Martín-Chinea<sup>1</sup>  
kmartinc@ull.edu.es

J.F. Gómez-González<sup>1</sup>  
jfcgomez@ull.edu.es

E. Pereda<sup>1</sup>  
eperdepa@ull.edu.es

J. Ortega<sup>1</sup>  
jortegar@ull.edu.es

J. Toledo<sup>2</sup>  
jttoledo@ull.edu.es

L. Acosta<sup>2</sup>  
lacosta@ull.edu.es

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de La Laguna, 38071 La Laguna, Tenerife, España.

<sup>2</sup> Departamento Ingeniería Informática y de Sistemas. Universidad de La Laguna, 38071 La Laguna, Tenerife, España.

**Palabras claves:** EEG, machine learning, BCI, realidad virtual, clasificación

## Abstract

There are two key aspects so that any BCI gives good results and can control an electric wheelchair or a prosthesis. On the one hand, the features that can be extracted and on the other hand, the algorithm applied to these features to classify the different patterns that they presented. Therefore, this manuscript shows a comparison between the different classification algorithms used in the literature (SVM, KNN, discriminant analysis and decision trees). Finally, the best one will be selected for its application in a virtual reality environment. This environment presents a scenario like a house or a hotel complex in which a user can train and improve their concentration without risk of accidents as if they were in a wheelchair.

## Resumen

Existen dos aspectos clave para que cualquier BCI presente buenos resultados y pueda controlar una silla de ruedas eléctrica o una prótesis. Por un lado, las características que se pueden extraer y, por otro lado, el algoritmo aplicado a dichas características para clasificar los diferentes patrones que presentan. En este trabajo se muestra una comparación entre los diferentes algoritmos de clasificación usados en la literatura (SVM, KNN, análisis discriminante y árboles de decisión). Finalmente, se seleccionará el mejor de ellos para su aplicación en un entorno de realidad virtual. Este entorno presenta un escenario similar a

una vivienda o a un recinto hotelero en el que un usuario puede entrenar y mejorar su concentración sin riesgo de accidentes como si estuviera en una silla de ruedas.

## 1. Introducción

En la actualidad ya existen diversas medidas que involucran la inclusión social de personas con discapacidad las cuales buscan un aspecto fundamental que es el proporcionar una autonomía personal e independencia funcional a la persona, tanto en su propio hogar como en otros entornos como puede ser en el sector turístico.

Es por esto por lo que en este estudio se pretende enfocar el desarrollo de un BCI (brain-computer interface) y su aplicabilidad a un entorno virtual que simula un recinto el cual podría representar la distribución de un hogar específico o la habitación de un hotel. Todo esto con el fin de llevar a la práctica nuevas medidas para la inserción de personas que presentan patologías que involucran la pérdida permanente o temporal del total o parte de su movilidad funcional. Los autores Pfurtscheller y Neuper [1], demostraron en 1997 que existe un patrón similar en las señales cerebrales (EEG) cuando una persona realiza un movimiento con la mano e imagina ese movimiento. Por tanto, la imaginación motora del cerebro es útil para diseñar un BCI para personas de movilidad reducida. Por otro lado, Lacourse *et al* [2],

en 2005 mapearon el cerebro mediante resonancia magnética obteniendo así que zonas se activan con el movimiento de las manos.

Teniendo en cuenta estos aspectos, en el presente trabajo se profundiza en el estudio de diversos algoritmos para la caracterización y clasificación de estas señales cerebrales. Se evalúa la precisión de los algoritmos de clasificación más usados en la literatura (SVM, KNN, análisis discriminante y árboles de decisión) con las características obtenidas. Hay que destacar que este proceso se realizará con un electroencefalógrafo portátil no invasivo de bajo costo, aspecto clave ya que lo hace más asequible a un mayor número de personas. Sin embargo, desde el punto de vista técnico, se tiene una serie de complicaciones como la baja resolución temporal y la baja relación señal-ruido frente a otros trabajos realizados con electroencefalógrafos convencionales de aplicaciones clínicas.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Software de adquisición y análisis de datos

El electroencefalógrafo utilizado se trata del Emotiv EPOC+, como se ha dicho, se trata de un electroencefalógrafo de bajo costo que nos permite adquirir y grabar señales de EEG en crudo enviando los datos de forma inalámbrica a un receptor USB. La adquisición de las señales la realiza a través de sus 16 sensores (14 canales y dos de referencia), los cuales se distribuyen mediante el sistema 10-20 en la cabeza del usuario. La frecuencia de muestreo de este dispositivo es de 128 Hz por segundo con una banda de adquisición efectiva de 0,16 a 43 Hz, con unos filtros de muesca aplicados a 50 y 60 Hz. El acondicionamiento de la señal permite una resolución de 0,51  $\mu\text{V}$  con un ancho de banda de 16 bits (14 efectivos).

El software que se encarga de recibir, visualizar y grabar las señales de EEG se trata del Emotiv Xavier TestBench v3.1.21. en el cual se trabaja mediante interfaz gráfica.

Para el preprocesamiento y análisis de las señales EEG se ha utilizado la librería Fieldtrip [1], para Matlab desarrollada por el Instituto Donders para el Cerebro, la Cognición y el Comportamiento en Nijmegen, Países Bajos, en estrecha colaboración con otros institutos.

Gafas de realidad virtual HTC VIVE en la que gracias a sus giroscopios, acelerómetros y resto de sensores permite al usuario sumergirse en un entorno de realidad virtual en el que interactuar sin riesgo, desarrollando el entorno para estas en Unity, motor de videojuegos multiplataforma.

### 2.2. Protocolo experimental

Las señales EEG fueron adquiridas de 12 voluntarios los cuales no tenían ninguna patología motora. Todos eran diestros con una edad comprendida entre 18 y 50 años. Las señales EEG fueron medidas durante la realización de dos tareas: a) apretar un objeto con la mano (acción motora, MA) y b) imaginar que aprieta (imagen motora, MI) el mismo objeto. Estas tareas se realizaron con ambas manos. En la Figura 1 se puede ver el paradigma experimental en el que la cruz aparece un periodo de tiempo de 20 segundos, siendo el estado basal o de reposo. Después de un periodo de reposo de 10 segundos, se muestra una flecha que indica el brazo al que le corresponde la realización de la tarea, en nuestro caso definida como apretar o imaginar que se aprieta la mano correspondiente durante 20 segundos. Los voluntarios realizan cada tarea cuatro veces con cada mano. Una tercera tarea fue cerrar y abrir los ojos mientras se registraban las señales EEG. En este caso, el paradigma se diferencia del paradigma de la Figura 1 en que se sustituye la imagen de acción (flecha) por un estímulo sonoro (uno de inicio y otro de finalización de la tarea). Este protocolo se repite cuatro veces con cada voluntario.

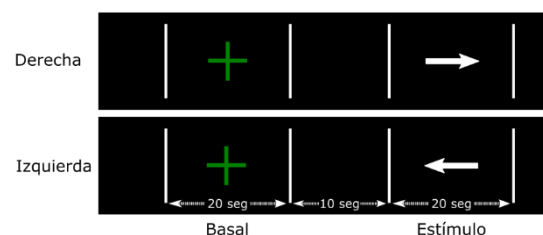


Figura 1: Representación del paradigma experimental llevado a cabo.

Debido a que el objetivo es diseñar un BCI que funcione en tiempo real y que esté adaptado para personas con movilidad reducida, se ha realizado los entrenamientos de los clasificadores con las características obtenidas durante 2 segundos de registro.

Por ello, las pruebas registradas se dividen en 10 grupos generando así 10 pruebas de 2 segundos cada acción a las cuales se le aplica un filtro pasa banda entre 5 y 40 Hz.

El siguiente paso de preprocesamiento trata de la eliminación automática de artefactos, para ello las funciones que definen Fieldtrip [1] requieren de un umbral el cual lo definimos a través de cómo estos métodos trabajan con la señal proporcionada. La primera parte del proceso que se realiza consiste en obtener una puntuación  $z$  de cada señal que está

definida como la normalización de acuerdo con el promedio y a la desviación estándar de esta.

$$z_{ch,t} = \frac{x_{ch,t} - \mu_{ch}}{\sigma_{ch}}$$

donde

$$\mu_{ch} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N x_{ch,t}$$

$$\sigma_{ch} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (x_{ch,t} - \mu_{ch})^2}$$

siendo N el número total de muestras.

Una vez obtenida la puntuación z de cada canal, su suma genera una única señal de puntuación z.

$$zsum_t = \sum_{ch=1}^C \frac{z_{ch,t}}{\sqrt{C}}$$

siendo C el número de canales.

Una vez reproducimos esta puntuación z, aplicamos un umbral con respecto al promedio y la desviación estándar de esta señal generada, ya que los valores extremos son inusuales con respecto a la señal completa eliminando así estos artefactos y picos extraños. Por lo tanto, el umbral se define como dos veces la desviación estándar más el promedio de esta señal.

$$umbral = \mu + 2 * \sigma$$

Las características obtenidas y utilizadas para entrenar los clasificadores son la potencia promedio de cada canal en las diversas bandas de estudio, alfa (8 - 12 Hz) y beta (13 - 30 Hz), y a partir de estas sus asimetrías hemisféricas.

El método utilizado por Fieldtrip [1], dentro de los varios que existen, se trata del mtmfft. Este método aplica la transformación de frecuencia multitaper utilizando un sintonizador múltiple basado en secuencias esféricas discretas para obtener un análisis de frecuencia en la serie de tiempo [2], por lo tanto, a partir de aquí generamos 28 características que corresponden al valor del espectro en cada canal en sus dos bandas estudiadas.

Con este espectro trabajamos la asimetría cerebral entre los canales que corresponden a cada hemisferio, con el fin de obtener mejores resultados en los clasificadores, ya que algunas investigaciones centran exclusivamente sus investigaciones en ese tema. Por ejemplo, Yuan-Pi *et al* [3], [4], quién aplicó estas métricas para clasificar diferentes respuestas

emocionales ante un estímulo musical, por un lado, en un SVM y por otro en una red neuronal artificial (ANN). De igual forma, Ou, Bai *et al* [5] muestra la existencia de una contralateralidad antes de la realización del movimiento por lo que nos lleva a la utilización de estas métricas.

$$\text{Índice de asimetría} = \ln\left(\frac{canal_{izq}}{canal_{derec}}\right)$$

En consecuencia, aplicando la asimetría en los canales en sus diferentes bandas de frecuencia, se obtienen 14 nuevas características para el entrenamiento.

Para realizar el estudio de las características que menos correlación tienen entre ellas, y por lo tanto más información aportarían de la clase específica a etiquetar, ordenamos según el p-valor que nos proporciona la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon contrastando los valores de una característica en registros de acción izquierda frente a su valor en registros de acción derecha.

### 2.3. Clasificación

El software utilizado para realizar la comparativa de algoritmos ha sido el “Classification Learner”. Se trata una aplicación de Matlab en la que se pueden aplicar diversos algoritmos, explorar los datos introducidos, definir esquemas de validaciones, etc. Algunos de los algoritmos comparados sólo varían de uno a otro en aspectos como podría ser su función de kernel, a continuación, se muestra una descripción de estos algoritmos.

- Árboles de decisión: modelo generado por un conjunto de nodos en forma de árbol en el que las ramas son conjunciones de las características y los nodos hojas definen la etiqueta resultante de la clasificación.
- Análisis discriminante: se trata de un modelo en el que la diferenciación entre las clases se basa en las diferentes distribuciones gaussianas que generan sus datos.
- Máquinas de soporte de vectores (SVM) Modelo que representa la separación de las clases a través de un hiperplano según la representación de los puntos en el espacio. Cuando se quiere clasificar un nuevo conjunto de datos se contrasta con este modelo y se asigna de acuerdo con el espacio al que pertenece.
- Los k vecinos más cercanos (KNN) método que estima el valor de la función de densidad de probabilidad que un elemento pertenece a una clase dada de acuerdo con las muestras de entrenamiento.

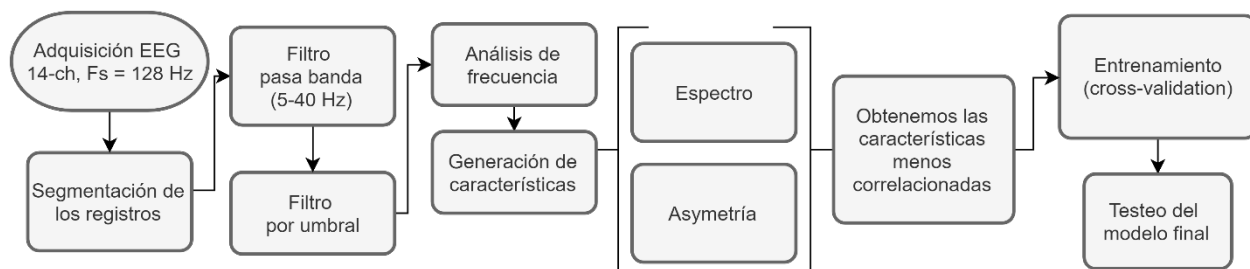


Figura 2: Diagrama de flujo, desde la adquisición de los datos hasta la comparativa de algoritmos pasando por los correspondientes procesos de filtrado y obtención de características.

### 3. Resultados y discusión

Como se pueden ver en el ejemplo representado en la Figura 3, vemos que los resultados muestran diversas activaciones de la banda alfa y beta, en la zona de la corteza premotora con respecto a su estado basal, tanto cuando se imagina la acción como cuando se realiza. La imagen corresponde con datos de un solo voluntario, pero el resto de los voluntarios presentan un comportamiento similar. Un aspecto para destacar que podemos ver también en la imagen es que a simple vista no se puede apreciar una diferencia entre el estado basal de la persona y la realización de la acción (mover/imaginar una mano), pero cuando realizamos la diferencia y vemos la proporcionalidad de activación con respecto a su estado basal vemos esos cambios más claramente. De igual forma se pueden apreciar diversos patrones, en los que predomina uno de los lados con una mayor intensidad y una leve contralateralidad destacable sobre todo en acciones correspondientes al lado derecho.

Casos similares se han visto por ejemplo en el estudio de Pfurtscheller y Neuper [6], los cuales encontraron también diversas diferencias en el espectro de potencia de la mano derecha e izquierda con respecto a la acción motora e imaginación motora, en concreto una depresión en cada lado del cerebro en el área sensorial principal de acuerdo con las imágenes de movimiento de cada mano. Otro de los ejemplos que se pueden exponer es el de O. Baiy *et al* [5], los cuales encontraron una desincronización que precede al movimiento de los dedos, significando esto que antes de producirse el movimiento el cerebro activa esa decisión. Es por esto por lo que aplicamos la asimetría en la aplicación de los algoritmos.

|    | B  | I   | D  | OC |
|----|----|-----|----|----|
| B  | 10 | 0   | 90 | 0  |
| I  | 0  | 100 | 0  | 0  |
| D  | 0  | 50  | 50 | 0  |
| OC | 0  | 20  | 0  | 80 |

Tabla 1. Resultados del sistema 1 representados en porcentajes, al clasificar los registros de testeo. Este sistema está formado por un único modelo el cual clasifica todas las posibilidades y realiza la acción definida, basal (B), izquierda (I), derecho (D) u ojos cerrados (OC).

|    | OA    | OC   |
|----|-------|------|
| OA | 96,66 | 3,33 |
| OC | 20    | 80   |

Tabla 2. Resultado, en porcentaje, del testeo del primer modelo del sistema 2, encargado de clasificar cuando el registro corresponde a ojos abiertos (OA) o cuando tiene los, ojos cerrados (OC).

|      | B     | I     | D     |
|------|-------|-------|-------|
| B    | 22,22 | 22,22 | 55,55 |
| I    | 10    | 70    | 20    |
| D    | 0     | 30    | 70    |
| FNOC | 0     | 50    | 50    |

Tabla 3. Resultado de la clasificación de los registros de testeo. En esta tabla se muestran los porcentajes de cada estado que el primer modelo clasificó como ojos abiertos. Haciendo así, basal (B), izquierda (I), derecho (D) y, además, los falsos negativos de ojos cerrados (FNOC), que corresponden a las veces que el primer modelo de este sistema se equivocó y clasificó ojos abiertos cuando los tenía cerrados.

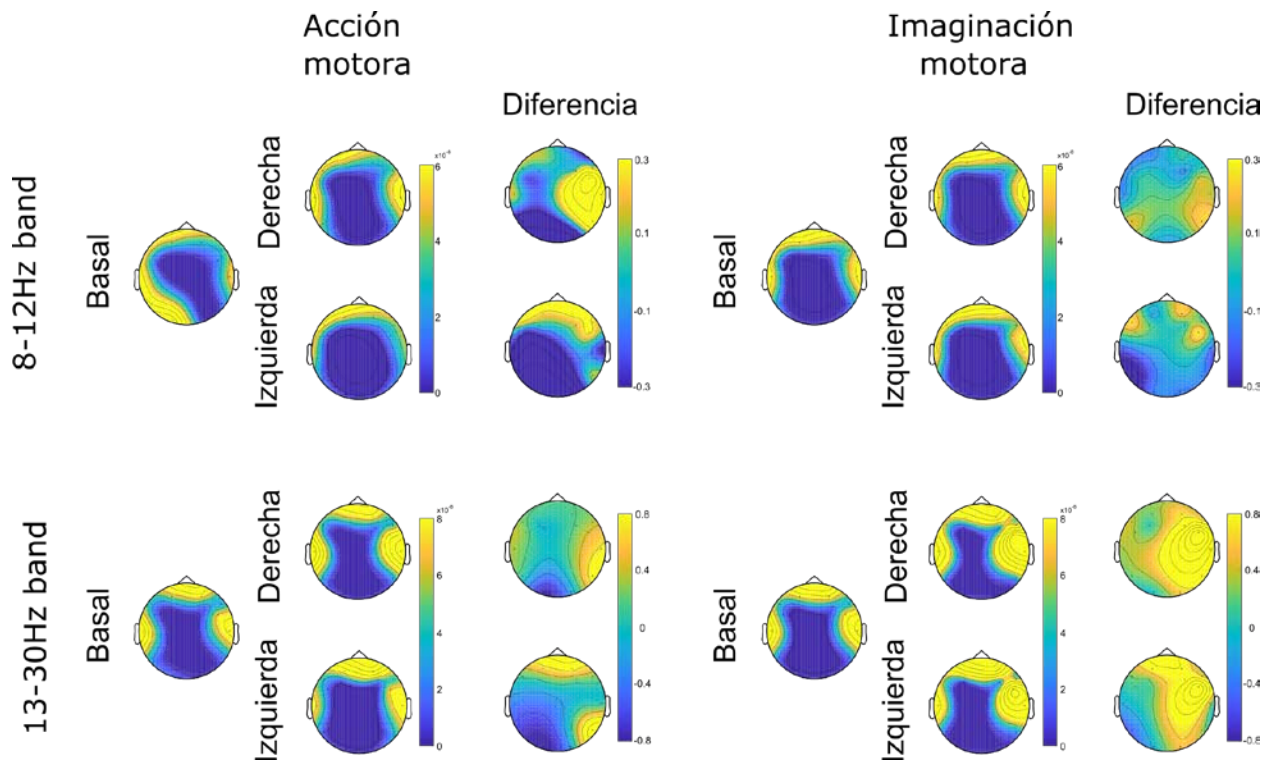


Figura 3 Diferencia de activaciones representada en microvoltios de un sujeto con las diversas tareas definidas, el grupo de la izquierda corresponde a realizar la acción de apretar el objeto mientras que el del derecho corresponde a imaginar estar apretándolo. Dentro de cada grupo podemos ver las dos bandas estudiadas, dividiendo dentro de cada una los tres estados principales (basal, acción brazo izquierdo y acción brazo derecho), y a su lado la diferencia de activación con respecto a realizar el movimiento en proporción a su estado en reposo.

En cuanto a los algoritmos de clasificación, se han hecho dos estudios comparativos. El primero de ellos consistió en ver cómo las variables llegan a una determinada precisión con cada usuario, y en el segundo se ha estudiado cuál es el número idóneo de variables para llegar al valor óptimo de precisión del algoritmo. Estos estudios se han realizado tanto con los valores obtenidos de la acción motora como con la imaginación motora. En la Figura 4, vemos un ejemplo de cómo se comportan los algoritmos con respecto a los datos de un usuario, variando el número de variables usadas en este. Las variables han sido previamente ordenadas de menor a mayor correlación entre los valores que representan en la clase correspondiente a realizar la actividad con el brazo izquierdo o el derecho. En estas gráficas podemos observar como el comportamiento general de los algoritmos es similar con estas características, a excepción de determinados casos específicos. Sobre todo, en la validación, el comportamiento es incremental, cuanto mayor número de atributos se usan mayor es la precisión. Se puede destacar en la parte de testeo una mayor aproximación a los valores óptimos entre los 10 y 20 atributos.

Basándonos en los resultados obtenidos, podemos decir que el clasificador SVM es el más adecuado para desarrollar un BCI. Por otro lado, otros investigadores, por ejemplo, Eduardo Ianez *et al.* [7] obtienen resultados similares al comparar el algoritmo SVM en una situación similar con diversas tareas, rondando una precisión del 65%. Otras investigaciones, como la de L. Wang *et al.* [8] aplican directamente este tipo de algoritmos para construir el BCI.

Es por esto y lo visto en nuestros resultados que optamos por la selección de un SVM para su aplicación en el sistema BCI con 15 características.

Se han establecido dos sistemas distintos para llevar a cabo el testeo en el entorno virtual y comprobar su comportamiento. El primero de ellos formado por un SVM lineal para clasificar todos los posibles estados de la muestra (estado basal, movimiento derecho, movimiento izquierdo u ojos cerrados). Este modelo generó una precisión en la validación cruzada del 85,83 % de acierto, y a la hora de testearlo como podemos ver en la Tabla 1, se presentan deficiencias a la hora de clasificar el estado basal que llega a acertar un 10 % de los registros. De igual forma, se encuentra una tasa de error del 50 % en la clasificación de la acción del lado derecho, la cual

confunde con el lado izquierdo. Es por esto por lo que se diseña un segundo modelo, formado por la unión de dos SVM, intentando centrar los clasificadores en tareas más específicas. El primero de ellos se trata de un SVM polinómico de orden 2 encargado de clasificar si el registro es de ojos abiertos o corresponde a una situación de ojos cerrados. En este caso, el modelo trabaja únicamente con características obtenidas de dos canales específicos, el O1 y el O2, situados en la zona occipital, debido a la importancia de esta zona a la estimulación visual, aspecto descrito en diferentes artículos [9]–[11]. En el caso de que este primer modelo clasifique que tiene los ojos abiertos, la muestra se pasaría a un segundo modelo de SVM gaussiano, que se encargaría de definir si se trata de un estado basal, movimiento de izquierda o movimiento de derecha. Como se puede apreciar en la Tabla 2 con los modelos generados, los cuales obtuvieron un 78% y 82 % de precisión en la validación cruzada correspondientemente, este modelo tiene una mejora en cuanto a clasificar ojos abiertos y cerrados, alcanzando un 96,66 % de aciertos. En cuanto al segundo modelo, Tabla 3, vemos como la clasificación de izquierda y derecha está en 70 % mientras que en

basal llega a 20 %. Hay que tener en cuenta que el porcentaje de acierto / error de este segundo modelo va condicionado al resultado del primero, por lo que, que el primero falle, correspondería a qué el segundo tenga un peor porcentaje de acierto.

En la Tabla 4 podemos ver el comportamiento definido para el personaje del entorno virtual que actuará según el resultado de la clasificación.

| Resultado clasificación | Estado               | Acción para realizar           |
|-------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Basal                   | Cualquier estado     | Continuar con el estado actual |
| Movimiento izquierdo    |                      | Girar a la izquierda           |
| Movimiento derecho      |                      | Girar a la izquierda           |
| Ojos Cerrados           | Estado de movimiento | Detenerse                      |
|                         | Estático             | Avanzar                        |

Tabla 4. Representación del comportamiento del personaje del entorno virtual, cuya definición de la acción a realizar, está definida por el estado actual en el que se encuentra y el resultado de la clasificación proporcionado por el sistema definido.

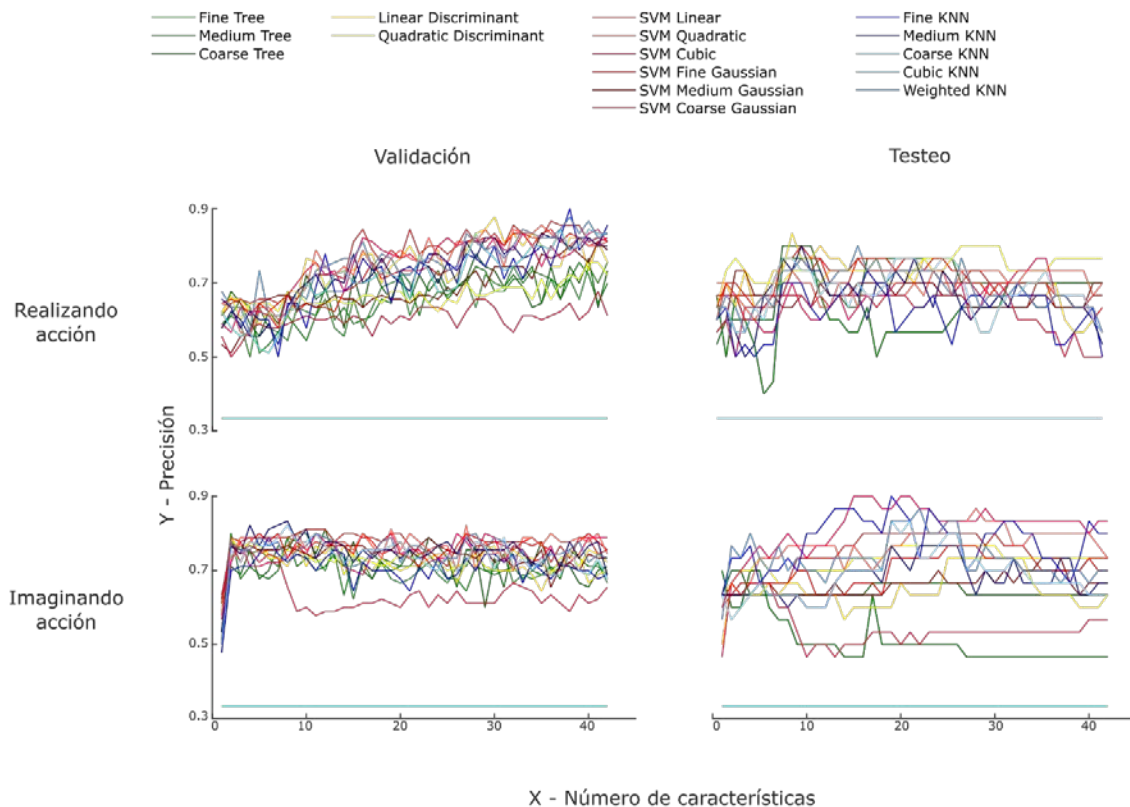


Figura 4: Resultados de la comparativa de algoritmos de un voluntario específico en donde enfrentan el número de variables a utilizar en el algoritmo y la precisión obtenida, donde 1 equivale a tener un 100% de acierto con el clasificador.

#### 4. Conclusiones

Podemos concluir que los algoritmos de clasificación presentan una precisión similar con un sistema de bajo costo como podría ser el Emotiv Epoc + en comparación a los encontrados en publicaciones de otros autores que llevaron a cabo sus experimentos con sistemas estáticos por cable, los cuales tienen una mayor precisión y resolución a la hora de adquirir señales. Otro de los aspectos a destacar es la necesidad de tener una precisión lo más alta posible, ya que como se ha visto en la aplicación de este sistema con el mejor de los clasificadores el usuario pierde fácilmente el control del movimiento seleccionado, haciendo que el movimiento del entorno virtual se comporte de manera inadecuada para el usuario y no consiga realizar las acciones deseadas, Tablas 1, 2 y 3.

#### 5. Trabajos futuros

Las líneas futuras se centran, por un lado, en mejorar estas métricas utilizando mejores características para clasificar, como podría ser la conectividad funcional del cerebro. La conectividad funcional ha sido un tema de estudio y recientemente se ha investigado su aplicación a sistemas BCI [12], es por esto que se espera que las métricas obtenidas con este enfoque proporcionen una mejor precisión a la hora de clasificar, debido a la asociación de diversos patrones de conectividad con respecto a cada una de las tareas del caso de estudio [13], [14]. Además, se pretende continuar trabajando con los diversos algoritmos para observar no sólo cómo cambia su comportamiento con las nuevas características generadas si no buscando optimizar sus parámetros para obtener su mayor rendimiento.

También se pretende continuar con el desarrollo del entorno virtual de entrenamiento (Figura 5) el cual hemos usado actualmente como testeo del funcionamiento del BCI dada la importancia de la retroalimentación de estas simulaciones presentan [15] [16]. Realizando así un entorno completamente funcional, perfeccionando aspectos como podrían ser la forma de interactuar, trazando rutas en la que moverse mediante previa selección de un menú o cualquier otro protocolo de comunicación, buscando con esto la forma más cómoda y simple de que un usuario pueda realizar las acciones que desee. Todo esto con el fin último de aplicarlo a una silla de ruedas como han realizado diversos autores [17], [18]. Se pretende implementarlo en una silla de ruedas inteligente, con el objetivo de que gracias a la utilización de funcionalidades como navegación autónoma y detección de obstáculos el comportamiento que realice en combinación con el BCI sea mucho más seguro permitiendo que se puedan aplicar un lenguaje de alto nivel para su desplazamiento, evitando el

cansancio de estar continuamente imaginando realizar una acción determinada para que se ejecute en la silla.

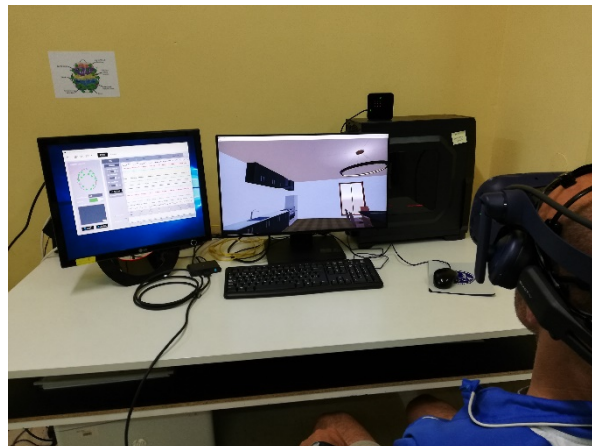


Figura 5: Usuario usando el entorno de realidad virtual (pantalla del centro) mientras se registran sus señales cerebrales (En la pantalla de la izquierda se puede apreciar el software Emotiv Xavier Testbench con la visualización de estas señales).

#### 6. Reconocimiento

Este trabajo ha sido realizado bajo los auspicios del Proyecto de Investigación ProID2017010100, apoyado por la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento del Gobierno de Canarias (España) y FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)), los Proyectos de Investigación TEC2016-80063-C3 -2-R y DPI2017-90002-R, con el apoyo del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España.

J. Ortega tiene una beca de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias (España).

#### 7. Referencias

- [1] R. Oostenveld, P. Fries, E. Maris, and J. M. Schoffelen, "FieldTrip: Open source software for advanced analysis of MEG, EEG, and invasive electrophysiological data," *Comput. Intell. Neurosci.*, 2011.
- [2] P. Based, "Multitaper Spectrum Estimation," pp. 1–7, 2004.
- [3] Y. P. Lin, C. H. Wang, T. L. Wu, S. K. Jeng, and J. H. Chen, "Support vector machine for EEG signal classification during listening to emotional music," *Proc. 2008 IEEE 10th Work. Multimed. Signal Process. MMSP 2008*, pp. 127–130, 2008.
- [4] Y. P. Lin, C. H. Wang, T. L. Wu, S. K. Jeng, and J. H. Chen, "Multilayer perceptron for EEG signal classification during listening to emotional music," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, 2007.

- [5] O. Bai, Z. Mari, S. Vorbach, and M. Hallett, "Asymmetric spatiotemporal patterns of event-related desynchronization preceding voluntary sequential finger movements: A high-resolution EEG study," *Clin. Neurophysiol.*, vol. 116, no. 5, pp. 1213–1221, 2005.
- [6] P. G and N. C, "Motor imagery activates primary sensorimotor area in humans.," *Neurosci. Lett.*, vol. 239, no. 2–3, pp. 65–68, 1997.
- [7] E. Ianez, A. Ubeda, E. Hortal, and J. M. Azorin, "Mental tasks selection method for a SVM-based BCI system," *SysCon 2013 - 7th Annu. IEEE Int. Syst. Conf. Proc.*, pp. 767–771, 2013.
- [8] L. Wang, G. Xu, J. Wang, S. Yang, M. Guo, and W. Yan, "Motor imagery BCI research based on sample entropy and SVM," *2012 6th Int. Conf. Electromagn. F. Probl. Appl. ICEF'2012*, no. 31100711, pp. 1–4, 2012.
- [9] L. Li, L. Xiao, and L. Chen, "Differences of EEG between Eyes-Open and Eyes-Closed States Based on Autoregressive Method," *J. Electron. Sci. Technol. China*, vol. 7, no. 2, pp. 175–179, 2009.
- [10] L. Li, "The differences among eyes-closed, eyes-open and attention states: An EEG study," *2010 6th Int. Conf. Wirel. Commun. Netw. Mob. Comput. WiCOM 2010*, no. Nsfc 30800242, pp. 1–4, 2010.
- [11] R. A. Thuraisingham, Y. Tran, P. Boord, and A. Craig, "Analysis of eyes open, eye closed EEG signals using second-order difference plot," *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 45, no. 12, pp. 1243–1249, 2007.
- [12] A. M. Bastos and J.-M. Schoffelen, "A Tutorial Review of Functional Connectivity Analysis Methods and Their Interpretational Pitfalls," *Front. Syst. Neurosci.*, vol. 9, no. January, pp. 1–23, 2016.
- [13] I. Daly, S. J. Nasuto, and K. Warwick, "Brain computer interface control via functional connectivity dynamics," *Pattern Recognit.*, vol. 45, no. 6, pp. 2123–2136, 2012.
- [14] C. Brunner, R. Scherer, B. Graimann, G. Supp, and G. Pfurtscheller, "Online control of a brain-computer interface using phase synchronization.," *IEEE Transactions on Bio-Medical Engineering*, vol. 53, no. 12, pp. 2501–2506, 2006.
- [15] J. M. Lee *et al.*, "Attention Enhancement System using virtual reality and EEG biofeedback," vol. 2002, pp. 156–163, 2003.
- [16] A. Lécuyer *et al.*, "Brain-computer interfaces, virtual reality, and videogames," *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 41, no. 10, pp. 66–72, 2008.
- [17] K. Matsunaga, "Electroencephalogram-based Direction Control of an Electric Wheelchair," no. January 2005, pp. 4–5, 2016.
- [18] L. Cao, J. Li, H. Ji, and C. Jiang, "A hybrid brain computer interface system based on the neurophysiological protocol and brain-actuated switch for wheelchair control," *J. Neurosci. Methods*, vol. 229, pp. 33–43, 2014.

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL



# A proposal for supporting tourists in smart cities using Artificial Intelligence

Iván Martínez Mateu <sup>1</sup>, Ricardo Melero <sup>1</sup>, Javier Dorado Chaparro <sup>2</sup>, Ismael Torres <sup>3</sup>, Javier Sánchez Riquelme <sup>4</sup>, George Suciu <sup>5</sup>, Dragos Sebastian Cristea <sup>6</sup>, Joana Vicente Salas<sup>7</sup>, Carlos Jiménez Barranco<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Taiger Spain

ivan.martinez@taiger.com

ricardo.melero@taiger.com

<sup>2</sup> Universidad Castilla La Mancha

javier.dorado@uclm.es

<sup>3</sup> Prodevelop

itorres@prodevelop.es

<sup>4</sup> AnswareTech

jsanchez@answare-tech.com

<sup>5</sup> Beia Consult International

george@beia.ro

<sup>6</sup> University Dunarea de Jos Galati

dragoscristea@yahoo.com

<sup>7</sup> Abalia Consulting

carlos.jimenez@abalia.com

joana.vicente@abalia.com

## Abstract

*The prevention of catastrophes or incidents and the prompt management of them is key to minimize their effects and safeguard the lives of citizens. "Citisim" emerges as a platform that provides real-time data on the state of infrastructures and the location of citizens. Encouraging citizen collaboration to report incidents, while helping them to be safe and finding the optimal meeting point, and on the other hand, we help emergency services to locate citizens and guide them through the use of Big Data, 3D, AI and Augmented Reality technologies.*

## Resumen

*La prevención de catástrofes o incidentes y su pronta gestión es clave para minimizar sus efectos y salvaguardar las vidas de los ciudadanos. "Citisim" surge como una plataforma que proporciona datos en tiempo real sobre el estado de las infraestructuras y la ubicación de los ciudadanos. Alentamos la*

*colaboración ciudadana para informar incidentes, al mismo tiempo que los ayudamos a estar seguros y encontrando el punto de encuentro óptimo, y por otro lado, ayudamos a los servicios de emergencia para localizar a los ciudadanos y guiarlos a través del uso de las tecnologías Big Data, 3D, AI y Realidad Aumentada.*

## Keywords

smart city, big data, report management, tourism assist, artificial intelligence

## 1. Introduction

There are numerous tools and technological improvements that have been created and that make up intelligent ecosystems. Proof of this are the large number of projects whose focus is to solve the major problems in cities (transport, pollution, energy, mobility...), and to which we must add the

heterogeneity of protocols, technologies and services that hinder the communication of all of them.

One of the most critical services that we face at the territorial level is that of disaster or incident management, since an early action can save many lives. This type of services can benefit from the use of an intelligent city platform that provides updated data in real time to help take the pulse of cities and efficiently manage emergencies that may occur.

CitiSim<sup>1</sup> appears before the need of a global platform that facilitates to the developers, through open and well-known interfaces, the creation of new services available to the citizens / administration / companies. CitiSim aims to create an e-infrastructure for the smart city that plays the same role as the common infrastructures of catastrophes (emergencies) or incidents (tourism), providing an environment for the development and deployment of services with standard and common tools. The main technical objectives of CitiSim are:

- An open platform defined by its services, protocols and tools to support the advanced development of intelligent services
- A large-scale simulation framework to support the strategic and tactical decision process.

The CitiSim consortium includes partners from two European countries with relevant experience and results in the disciplines required for the design, implementation and validation of the project. The areas of expertise are simulation (e.g. Answare in Spain), Big Data analytics (e.g. Abalia and Taiger in Spain), middleware integration and services (e.g. Prodevelop and Abalia in Spain), physical to virtual world interconnections and 3D AR-VR (e.g. Alfactor from Romania), Wireless Sensor Networks (e.g. Abalia) and semantics web (e.g. Taiger).

## 2. State of the art

A set of solutions for the management of crisis situations of different nature are described, ranging from the management of shootings, emergencies or attacks.

### 1. Shotspotter: Shot detection system.

Cities that implement a range of applications to detect incidents in the event of emergencies could reduce homicide, traffic and fire deaths by 8-10 percent [3]. In a city with the population and crime profile of Rio, this could mean saving some 300 lives each year. Predictive surveillance, crime mapping in

real time and the detection of gunfire have the greatest impact on the prevention of deaths. Assault and robbery incidents could be reduced by 30 to 40 percent with predictive surveillance, real-time crime mapping and home security systems, which make the biggest difference. Optimized shipping and synchronized traffic lights could reduce emergency response times by 20-35 percent. The global market for fire detection systems was dominated by Raytheon products, both in military and civil applications.

### 2. Five 9: Optimization of the call center.

The minutes count when there are lives at stake, so it is essential to accelerate the arrival of the first responders to the scene of a crime, fire, accident or medical emergency. While the configuration of emergency operations varies from one city to another, technology has become essential for all critical phases, from call centers to the field and the hospital admission process. The best work center optimization software for the call center includes: Mattersight Behavioral Analytics<sup>2</sup>, Calabrio ONE<sup>3</sup>, Genesys PureConnect<sup>4</sup>, Five9<sup>5</sup> and NICE in contact with CXone<sup>6</sup>.

### 3. Safety Check: Disaster detection systems.

The most effective strategy to face a terrorist attack is to stop it before it takes place. Cities such as Beijing, Chicago, London, Santiago and Singapore have installed extensive networks of cameras to monitor their streets in search of suspicious behavior [3]. Now that social media platforms make it easier than ever for bad actors to get organized, it has become vital for authorities to monitor these communications for warning signs. Researchers have constructed algorithms that can analyze social network publications to detect parcels and identify people who may have been radicalized. Some of the largest technology platforms have presented emergency tools, such as Safety Check<sup>7</sup> from Facebook and Urgent Alerts from Nextdoor<sup>8</sup>.

The following (Table 1) shows a comparison between the different platforms.

---

<sup>1</sup> <http://www.citisim.org/>

---

<sup>2</sup> <https://www.mattersight.com/home/>

<sup>3</sup> <https://www.calabrio.com/products/calabrio-one/>

<sup>4</sup> <https://www.genesys.com/es-mx/platform/pureconnect>

<sup>5</sup> <https://www.five9.com/>

<sup>6</sup> <https://www.nice.com/websites/cxone/>

<sup>7</sup> <https://www.facebook.com/about/crisisresponse/>

<sup>8</sup> [https://help.nextdoor.com/s/article/How-to-send-an-urgent-alert?language=en\\_US](https://help.nextdoor.com/s/article/How-to-send-an-urgent-alert?language=en_US)

|                                      | Shotspotter | Five9 | Safety Check | CitiSim |
|--------------------------------------|-------------|-------|--------------|---------|
| Android support                      | ✓           | ✓     | ✓            | ✓       |
| iOS Support                          | ✓           | ✓     | ✓            | ✓       |
| Multiple reports                     |             | ✓     | ✓            | ✓       |
| Open and free                        |             |       |              | ✓       |
| Adapted to own city facilities       |             |       | ✓            | ✓       |
| Quantity of data introduced manually | High        | High  | Minimum      | Minimum |

Table 1. Comparison table

### 3. Architecture

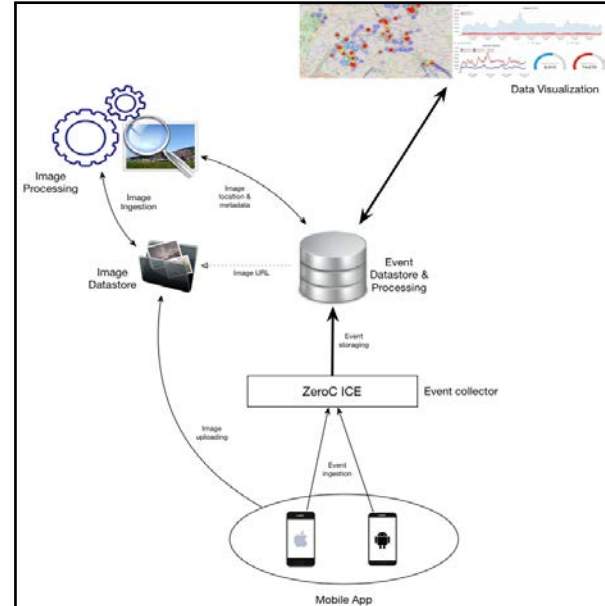
Based on different specifications and needs, two reporting service applications were developed inside the consortium.

The reporting service developed in Spain is responsible for providing support to citizens when it comes to reporting incidents that occur in the city, such as a streetlight that does not light up, a fallen tree, a burning house or a traffic accident. The sending of incidents is done through a mobile app that allows you to attach a description, photo and the user's location (GPS of the device).

All the incident information is packaged in an event which is sent to the CitiSim architecture. This architecture is built over an open-source efficient middleware called Internet Communication Engine (Ice) [1] [2] which is in charge to distribute the event coming from citizens to all interested partners/services. The use of this commercial middleware makes the architecture close to the market and solves non-functional issues (e.g. security, service provision, updates, etc.).

The event with the info is sent to a "logical" channel with a topic name, the topic name is tagged with "CitizenReport" string so all the incidents are sent to that channel. As key subscriber of this logical channel, the Citizen Report service's datastore gets all the

incidents events and it stores not only the info but the metadata extracted by the image processing procedure.



The architecture of CitiSim (Fig. 1) enables to other interested services to subscribe to the logical channel

Figure 1. CitiSim Architecture

"CitizenReport" provided that pass the authentication/authorization process of the architecture. Currently the architecture is digital certificate based which would be expedited by the council.

Another key concern regarding this service is the scalability, in any incident, but above all in any catastrophe, it is expects a high volume of incident reports which is managed with high availability of the architecture together with an ad-hoc scalable mechanism explicitly implemented for the Citizen Report service. If the event channel detects a peak of events, it automatically deploys a copy of itself in another machine in order to load balance the event management. This indicator is also used to detect the severity of the incident.

When receiving an incident, the administration assigns it to the security, emergency or maintenance body depending on the type of incident. The system allows access to the history of reported incidents and see statistics and heat maps of the location of the same. This service is responsible for providing support to citizens when it comes to preparing incidents that they find in the city, understanding by incident the alteration or interruption of a normal situation due to a contingency. Examples of incidents can be a lamp that

does not illuminate, a fallen tree, a house in flames or a traffic accident, among others. When an incident is uploaded to the server by a user, the administration will assign the incident to a maintenance manager who will be responsible for managing and maintaining that incidence until its complete solution. The person in charge can also access all the incidents collected in the system, filter them according to the geographical position from which they were sent and even carry out a visualization through a heat map. The sending of reports is done through smartphones (Fig. 2) by using the camera (so the user is able to take the photo to the incidence) and the GPS sensor of the device, the necessary metadata are added in the incident and that will serve as a support when the responsible of the city try to solve the problem.

The main objective of the smart service is to provide support in the maintenance of a smart city by delivering users and managers an easy to use tool to report and solve incidents. This is achieved thanks to the use of technologies that abstract the user from having to enter metadata manually, thus reducing the error rate by human intervention and enriching the report with useful data, so it will be helpful when working in the incident solution. One of these technologies that have been developed as part of the project is an image description service, which abstracts the user from having to describe the scenario where the report is taking place and greatly reducing the time it takes to complete it. Especially useful in cases of emergency where the user does not have enough time to fully describe the incident if they are also suffering the handicap of having to use a keyboard of small dimensions on their smartphones.



Figure 2. Citisim Mobile App

The smart service database (which is optimized for Big Data storage) is connected through libcitisim and really integrated in the general architecture of the project, making possible that other partners use the reports submitted by users to do some Big Data analytics and visualization and provide new tools to make analysis.

The visualization service uses 3D technology to represent infrastructure information (buildings, streets, sidewalks, green areas and street furniture) along with real-time information from sensors installed in buildings, smart cities platforms, value-added services and external services such as meteorological and seismological services.

The second application, the Smart Mobility Incident Reporting service is based on a mobile application that can be utilized for enhancing the communication between citizens, tourists and public administration that can spot different problems in their environments/contexts and authorities which are responsible for their resolution.

When a report is being sent by a citizen or tourist, the event metadata will be analyzed and the report will be directed to the authority responsible for its management. The citizens or tourists will also be informed regarding the acknowledgment and the resolution of reported issues.

In addition, tourists can use the application to report issues experienced when visiting tourist attractions, such as a long queue or the unavailability of translation services during the tour. Also, they can use the Incident Reporting Service to report non-compliant services in hotels, pubs or restaurants. The architecture of the Smart Mobility Incident Reporting service is presented in Fig. 1.

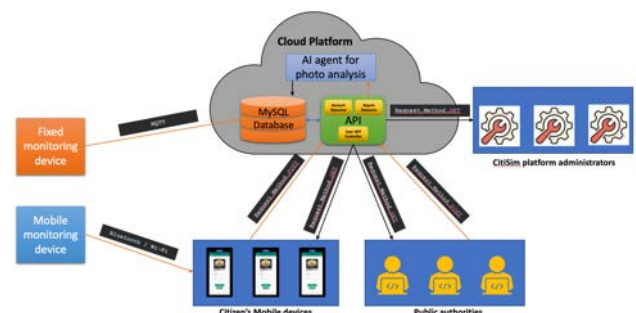


Figure 3. Smart Mobility Incident Reporting service architecture

The mobile and web smart mobility application communicate with the API by JSON objects. The objects are generated by sending the data from the API in a HashMap and then in Cloud using the Volley library.

The AI agent is a component that receives data from the API, including pictures captured by users, analyzes it and generates metadata related to the environment and events. The metadata is sent to the database where it is stored. The service can enhance the awareness regarding specific problems within the community. Citizens and tourists can view on the map events reported by other users which experienced specific issues, such as the unavailability of translated information during a tour, non-compliant services in hotels, pubs or restaurants, heavy traffic to a tourist attraction, a pit on the bicycle track, car accident, fallen trees etc. Also, it enhances the communication between citizens or tourists and the CitiSim platform administrators. Citizens or other stakeholders can report specific issues related to the malfunction, damage or theft of CitiSim IoT equipment deployed within the city, or bugs experienced when using the mobile / web Smart Mobility application. Thus, citizens or tourists facing various respiratory problems or allergies have access to data regarding the air quality and the presence of allergens in various areas of interest. Fig. 4 and Fig. 5 present the main functionalities of the Smart Mobility service available on the mobile version of the application.

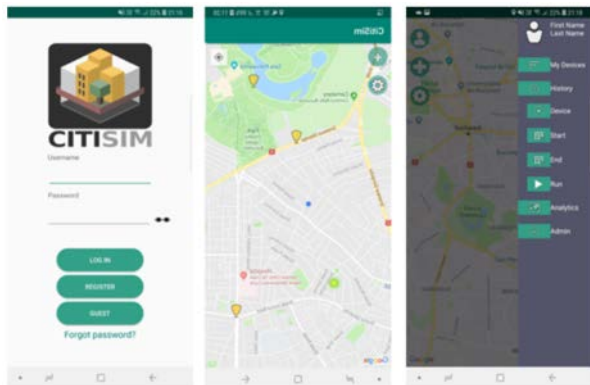


Figure 4. Interface of the mobile application: login / register / join as guest (left), map view (center), user profile (right)

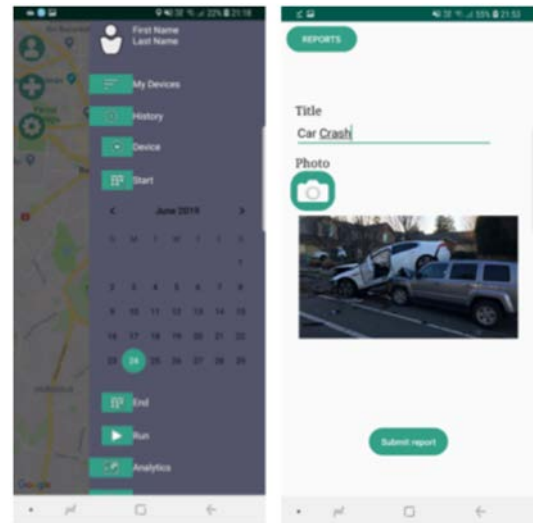


Figure 5. Interface of the mobile application: history data (left), incident reporting (right)

As mentioned above, by using libcitisim library, which is the core of a distributed IoT system, it is possible to make use of data coming from external sensors, which are not proprietary, but are publishing data using citisim communication protocols. The main concept is straightforward and it follows the ‘publish – subscribe’ architecture. As such, a group of sensors can be grouped in clusters, which are publishing relevant data for a specific context/area. A collector software tool can subscribe in order to receive published data providing it to our software clients (mobile or web application). Fig. 6 presents such a cluster that is using the communication library, that was displayed in our clients.



Figure 6. Sensor cluster displayed in the web application

As an extra service, CitiSim offers a media content storage and management platform called Visual Wiki. This platform is used by other services and applications to upload different kinds of media files, e.g. like videos, images, 3D models; to process them,

generating valuable metadata from the files and allowing a dynamic serving from the cloud to any other component that could require those files.

The Visual Wiki offers a powerful and easy-to-use filtering system to make as simple as possible for developers of CitiSim services to use its features without adding much more effort to their solutions.

Visual Wiki provides a REST API interfaces as a communication system between other systems and it. Using it, services can upload files, download files, edit and delete content, generate simple presentations by mixing previously uploaded media, filter content...

The platform is planned to be integrated with image recognition system to extract more information about images uploaded by external users and services.

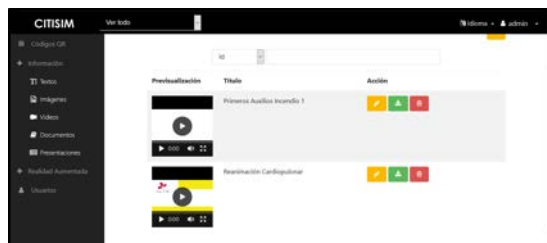


Figure 7. Visual Wiki Dashboard

In CitiSim project scope, the platform is mainly used as a dynamic server of emergency-related media content for the emergencies augmented reality app developed to simulate an emergency situation in a smart city context. Using these application, specialists could retrieve information to correctly perform assistance, evacuation operations, avoiding mistakes and improving rescues efficiency.

Tourists can get extra benefits from the existence of a service like this as it can be used by applications to offer them consulting media-focused information about the city, filtering content by location, popularity or utility (coupons, flyers, posters, promotional videos, tourism guides...).

Apart from all the previously mentioned, thanks to the modular architecture of the platform and the use of open adapters, CitiSim becomes an ecosystem which allows highly possibilities of integration and collaboration with other tourism-based solutions and tools. Kafka<sup>9</sup>, MQTT and ElasticSearch, among others, are some of the technologies used by this platform allowing the collaboration with other platforms, acting as additional data sources<sup>10</sup> capable to enrich

information and to create really useful information not only for the tourist itself, but also for the citizens with different needs.

#### 4. Use case description

The use case aims to show how through the use of technology can help both tourists and crisis managers to minimize the effects of it and get analytics. For this we will describe the use case from the point of view of Alice and Bob.

Alice is a citizen living in Germany who has come to spend a few sunny days on a beach in Spain. Alice is the first time she visits Valencia but she does not know the facilities of the city. In recent months, the city has installed a large number of sensors, screens and information panels as part of an OpenData initiative so citizens can know every detail of the city they are living.

During his stay, Alice has placed herself in a hotel in the centre of the city. To access the building Alice has opened the door through an app that is able to use the domotic elements included in the building. While in the hotel, a fire occurs and suddenly, the fire causes so much smoke that it is not possible to breathe properly. Frightened by the situation, Alice runs out of the hotel and does not know very well where to go, since he does not know the facilities and there is nobody to ask. Luckily for her, when he reaches the main hall, a large visual panel and some lights give her directions to evacuate the building. Once outside the building, Alice follows the instructions of the mobile application "CitiSim" to reach the meeting point. What Alice does not know, is that, during his exit from the building, the CitiSim platform detected an obstruction in a hallway causing the doors to be blocked. which caused the escape route (Fig. 8) to be reconfigured automatically to provide a safe alternative to the people located in building.



Figure 8. Evacuation route

<sup>9</sup> <http://www.citisim.org/kafka-based-platforms-can-now-join-the-citisim-ecosystem/>

<sup>10</sup> <http://www.citisim.org/the-challenge-of-integrating-multiple-devices-and-data-sources-in-one-single-platform/>

On the other hand, Bob is another tourist in Valencia who wants to spend a few quiet days in the city of Valencia but does not know very well what measures to take and what are the most popular risks for a tourist in this city.

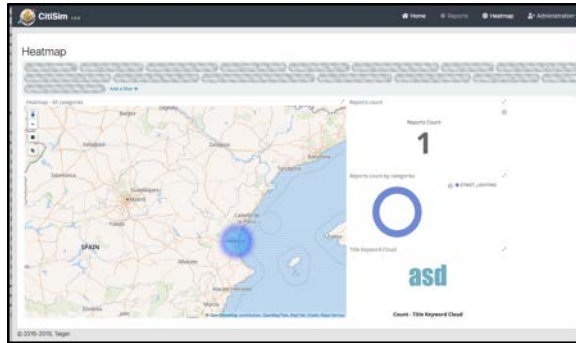


Figure 9. Citisim Dashboard

Previously, the city hall used the Citisim Web Platform to get a visual representation (Fig. 9) of all the reports stored in the database and collected the most popular reports that they could see in the heat map. The city hall published this information in a city application. Bob uses his mobile phone to get this information so he can know better how to survive in Valencia as a tourist. Furthermore, thanks to the integration possibilities of CitiSim with other services and platforms, additional information can be provided i. e. weather, public transport, traffic, etc. Information that could be displayed by Bob using the same mobile app and improving his tourist experience.

## 5. Results and conclusions

A case of use for intelligent emergency management and data analytics has been presented that provides updated information in real time and minimizes the response time, thus facilitating the life of tourists in smart cities. This use case is based on the CitiSim smart city platform, which incorporates a series of intelligent services based on emerging technologies.

CitiSim has not been developed solely for use in emergency situations. The automatic tagging system of images generated by Citizen Report service open the possibility of :

1.- A faster reaction with the appropriate resources to the incident due to an automatic communication (e.g. fire/smoke detection so firemen are communicated with info about the incident )

2.- Getting info from different perspectives to forensic analysis of incidents/response.

Its final objective is to act as digital twin of the city and to be a digital-virtual representation as reliable as possible of the city and serve as a simulation, monitoring and management tool for the prediction of crises and emergency situations.

CitiSim is an European R&D project, with ITEA3 seal, funded by MINETAD, Subprogram: Strategic Action Economy and Digital Society (AEESD), by CDTi, through INNOGLOBAL support, and by UEFISCDI and MCI Romania.

## 6. References

- [1] Michi Henning. 2004. Massively Multiplayer Middleware. Queue 1, 10 (February 2004), 38-45. DOI: <https://doi.org/10.1145/971564.971591>
- [2] ZeroC, Inc. "Ice manual", Technical Report, 2017, Available at <https://download.zeroc.com/ice/3.7/Ice-3.7.0.pdf>
- [3] McKinsey Global Institute, Smart Cities: Digital Solutions for a more livable future, Available at <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/capital%20projects%20and%20infrastructure/our%20insights/smart%20cities%20digital%20solutions%20for%20a%20more%20livable%20future/mgi-smart-cities-full-report.ashx>

## **Visualfy: Inteligencia artificial y accesibilidad para personas sordas o con pérdida auditiva en el sector Turismo.**

María José Millán  
Chief Strategy Officer Visualfy  
mj.millan@visualfy.com

### **Resumen**

*La accesibilidad para personas sordas o con pérdida auditiva en espacios turísticos es la gran olvidada de los proyectos de accesibilidad. La legislación, aunque reconoce de manera general el derecho a disfrutar de productos y servicios en igualdad de condiciones para todas las personas con discapacidad, apenas desarrolla medidas específicas que hagan realidad este derecho, especialmente en el caso de las personas sordas. La discapacidad auditiva es invisible a los ojos de la mayor parte de las personas, a pesar de que el 5% de la población tiene algún tipo de pérdida auditiva, lo que dificulta la percepción de que son necesarias adaptaciones tecnológicas y de comunicación. En Visualfy aplicamos la inteligencia artificial a la accesibilidad auditiva, co-creando con el usuario soluciones innovadoras e inspirando la percepción de la accesibilidad como una oportunidad para el turismo español, que tiene la responsabilidad de ser un referente también en impacto social.*

### **Abstract**

*Hearing accessibility in tourist spaces is the most overlooked part of accessibility projects. Although legislation generally recognizes the right to enjoy products and services under equal conditions for all type of disabilities, it hardly develops specific measures that make this right a reality, especially for deaf and hard of hearing people.*

*Hearing disability is invisible in the eyes of most people, despite the fact that 5% of the population has some sort of hearing loss, which makes it difficult to perceive that technological and communication adaptations are vital for inclusion.*

*At Visualfy we apply artificial intelligence to auditory accessibility, co-creating innovative solutions with the users, and inspiring the perception of accessibility as an opportunity for Spanish tourism, that has the responsibility of being a reference in social impact as well as in other issues.*

## **Las personas sordas, las grandes olvidadas en los proyectos de accesibilidad**

La accesibilidad auditiva es la gran olvidada en los proyectos de accesibilidad de espacios públicos y privados, también en el sector turismo, una de las locomotoras de la economía española. En parte porque se trata de una discapacidad invisible a los ojos, en parte porque la legislación que empuja hacia el diseño universal apenas hace un par de referencias en sus textos<sup>i</sup>, ancladas además en soluciones existentes en el momento de su redacción, a los requerimientos que convierten un espacio en cómodo y seguro para las personas con algún tipo de pérdida auditiva.

Así, hemos dado pasos importantes (todavía no suficientes) en el derribo de barreras físicas, pero las barreras sensoriales siguen siendo la gran asignatura pendiente del sector turismo, salvando casos como el del grupo Ilunion, a la vanguardia en sus hoteles en accesibilidad universal en España e iniciativas destacables aunque aisladas, como la de Rivum Resorts, del grupo Ocio Accesible. Estamos, pues, muy lejos de que la accesibilidad auditiva sea un estándar de calidad del sector en España, como lo empieza a ser la accesibilidad física.

El siguiente paso, tras el requisito básico de la seguridad, es ofrecer una experiencia de usuario igual a la que obtiene una persona no discapacitada, un derecho apuntado en la legislación general de protección de derechos y acceso a productos y servicios en igualdad de condiciones para las personas con discapacidad, pero que en estos momentos se limita a medidas aisladas en establecimientos concretos, especialmente en el caso de la discapacidad auditiva.

### La legislación, un punto de partida necesario pero insuficiente

Repasemos brevemente las exigencias de la ley en cuanto a adaptación de espacios a personas sordas o con pérdida auditiva. Como veremos, constituyen un importante punto de partida, pero claramente insuficiente, enfocado más a la seguridad que al pleno disfrute de las instalaciones turísticas por las personas sordas o con pérdida auditiva, y por lo general con medidas incumplidas o cumplidas solo parcialmente.

Por una parte, la ley 26/2011, que refunde normativas anteriores para adaptarse a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, establece como uno de sus principios fundamentales la **Accesibilidad universal**, definida como:

“La condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos, instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser **comprensibles, utilizables y practicables** por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible”.<sup>ii</sup>

El Código Técnico de Edificación (CTE), por otra parte, concreta la ley en medidas de obligado cumplimiento para los edificios públicos y privados, entre los que se encuentran los hoteles, estableciendo también la exigencia básica de accesibilidad y desarrollando las medidas a cumplir en dos documentos básicos: el DB-SUA (Seguridad de Utilización y Accesibilidad) y El DB- SI (Seguridad en caso de incendio).

Encontramos, a lo largo de todo el código, dos únicas alusiones específicas a la adaptación auditiva:

«El sistema de alarma transmitirá señales visuales además de acústicas. Las señales visuales serán perceptibles incluso en el interior de *los edificios accesibles para personas con discapacidad auditiva* (ver definición en el Anejo SUA A del DB SUA).»

Encontramos además la exigencia de que hayan “Zonas dotadas de bucles magnéticos u otros sistemas adaptados para personas con pérdida auditiva”

El sistema de alarma debe transmitir, pues, señales visuales además de acústicas. Las señales visuales tienen que ser fácilmente perceptibles en todas las estancias de los edificios para personas con algún tipo de discapacidad auditiva. Se debe emplear este tipo de alarma con señales visuales en los siguientes casos:

- En uso administrativo del edificio: si la superficie construida excede los 1.000 m<sup>2</sup>.

- Para uso comercial: si la superficie construida excede de 1.000 m².
- En pública concurrencia: cuando la ocupación excede de 500 personas.

Cada Comunidad Autónoma regula las características que deben cumplir los establecimientos hoteleros. En general se requiere un número mínimo de habitaciones adaptadas a las necesidades de las personas con discapacidad, y la existencia de un **sistema de aviso o botón del pánico visual y auditivo**, en las habitaciones destinadas a personas con discapacidad. El enfoque de “habitaciones para discapacitados” permite cumplir la legislación controlando el coste, pero se aleja del espíritu de la accesibilidad universal y de la inclusión de adaptaciones lo más transparentes y no discriminatorias posibles.

Aunque del conjunto de normas se puede derivar la obligación general de ofrecer los servicios turísticos en igualdad de condiciones, las exigencias legales no detallan lo suficiente las medidas y estas distan de cumplirse, especialmente en el caso de la accesibilidad auditiva. Como consecuencia, las personas con pérdida auditiva se encuentran con barreras importantes a la hora de disfrutar de las instalaciones en las mismas condiciones que una persona oyente, a nivel de seguridad y de experiencia. Pagan como los demás, pero no reciben el mismo servicio.

Al margen de las normativas y la necesidad de que trabajemos juntos su adecuado cumplimiento, la accesibilidad debería ser percibida como innovación, calidad y crecimiento, e invertir en ella debe ser una cuestión de convencimiento y estrategia empresarial, no solo de obligación legal.

Por ello queremos repasar aquí algunas cifras que demuestran que las personas con pérdida auditiva y sus familias constituyen un target interesante a nivel de negocio, que puede aportar innovación a un sector en búsqueda de crecimiento y diferenciación. El sector turístico español es un referente a nivel mundial, y tiene la oportunidad de serlo también a nivel de impacto social.

## **Personas sordas y con pérdida auditiva en España y en el mundo**

Desde Visualfy tenemos la oportunidad de interactuar con diferentes actores del sector en nuestro día a día, y con frecuencia nos encontramos, cuando hablamos de clientes con pérdida auditiva, con que no se tiene conciencia de estar atendiendo a personas con esta discapacidad. Algo imposible dado que, según la Organización Mundial de la Salud, 466 millones de personas en el mundo tienen una pérdida auditiva, el 5% de la población mundial.

Como decimos no se trata de una discapacidad evidente a primera vista, ni por supuesto los clientes se identifican ni tienen por qué identificarse como personas con pérdida auditiva, a no ser que se expresen en lengua de signos, lo que lo hace más evidente. Esto hace que sus necesidades e incluso su existencia, pase completamente desapercibida para los gerentes de establecimientos hoteleros, dificultando que perciban la necesidad de implementar medidas especiales para su comodidad.

### Cifras de la pérdida auditiva en el mundo

- El 5% de la población mundial, esto es, 466 millones de personas, tienen dificultades para oír.
- 1,1 billones de jóvenes entre 25 y 35 años están en serio riesgo de pérdida de audición debido a malos hábitos.
- 1/3 de la población mayor de 65 años está en riesgo de pérdida auditiva.
- La OMS alerta que en 2050 1 de cada 10 personas, un total de 900 millones, tendrán pérdida auditiva<sup>iii</sup>.

### Cifras de la pérdida auditiva en España

- El 5% de la población española tiene pérdida auditiva de distinto tipo y grado.
- La sordera afecta en nuestro país a **más de un millón de personas** (de las que casi el 72% tienen más de 65 años).
- Entre uno y cinco recién nacidos de cada mil nacen con algún tipo de sordera, según el INE.
- El 98% de las personas sordas en España **utiliza la lengua oral para comunicarse**.
- 13.300 personas emplean la lengua de signos.

- Una de cada mil personas de la población general adquirirá la sordera a lo largo de su vida
- Casi 2.500 nuevas familias tienen un hijo sordo cada año.
- Más del 97% de los niños sordos nacen en familias con padres y madres oyentes.<sup>ivv</sup>

Estamos, por tanto, ante un colectivo importante y en crecimiento, más aún si sumamos a él la población senior, el 65% de la cual tiene pérdida auditiva, claves en temporada baja para el sector turismo en nuestro país.

### **Pérdida auditiva y Turismo: una enorme oportunidad**

La accesibilidad se ha convertido en un requisito básico para medir la calidad de los servicios turísticos y tiene un gran potencial económico, como generador de empleo y de rentabilidad para las empresas del sector.

Promover el turismo accesible es estratégico para nuestro país, en tanto puede ayudar a recuperar turismo perdido y proporcionar estabilidad al sector. Así lo demuestra el reciente estudio de Adecco “Turismo Inclusivo y Empleo”<sup>1</sup>, del que destacamos los siguientes datos:

- El mercado potencial de turismo accesible se sitúa en 5.958.271 ciudadanos (personas con discapacidad y sus familias), de los cuales, un 56% admite no salir de vacaciones por falta de accesibilidad en alguno de los puntos del ciclo del viaje.
- Si se adaptaran todos los entornos y servicios de los traslados y destinos podrían recuperarse 3.342.226 turistas con necesidades de accesibilidad, lo que se traduce en una estimación de 90.806 nuevos puestos de trabajo. Si a ello añadimos una aproximación de 14.000 contratos que se crearían en el ámbito de la información y comunicación accesible, el potencial de empleos que podrían generarse llegaría a 104.806.

Según Francisco Mesonero, director general de la Fundación Adecco: “la apuesta por el turismo accesible no sólo es rentable para la economía española, sino que se erige como un derecho fundamental y un vehículo clave para el desarrollo de los ciudadanos.

Mesonero añade que “ en un contexto récord de envejecimiento, la mayor inversión en accesibilidad promovería el turismo *senior* y éste, a su vez, un descenso de los niveles de estacionalidad (los jubilados, como todos

sabemos, viajan fuera de temporada). Esto no solo supondría unos ingresos extra para el sector, sino que posibilitaría la permanencia en puestos de trabajo, el mantenimiento de cotizaciones salariales y el ahorro de subsidios de desempleo”.

En cuanto al mercado internacional, destacar que 4,1 millones de personas, de los 81 millones que nos visitaron el año pasado, tienen pérdida auditiva.

Dado que una parte muy importante de este potencial mercado de la discapacidad y el turismo se refiere a personas con pérdida auditiva y sus familias, adaptar los espacios hoteleros para las personas sordas ya no es simplemente una obligación legal sino una oportunidad cuyo despliegue puede incrementar la cuenta de resultados.

Visualfy, a través de la inteligencia artificial, pone su granito de arena creando tecnologías asequibles, que no requieren de obras y pertenecen al universo de las IoT, permitiendo a los establecimientos hoteleros adaptar sus espacios para que las personas con pérdida auditiva sean, simplemente, un cliente enamorado más. Cumplimiento de la ley, estrategia de negocio e impacto social, conjugados en futuro.

### **Visualfy y la inteligencia artificial al servicio de la accesibilidad del entorno de las personas sordas o con pérdida auditiva.**

No hay máquina más perfecta que el cerebro humano. Su funcionamiento nos fascina desde tiempos inmemoriales, y la ciencia lleva siglos intentando entenderlo. La inteligencia artificial no es más que el intento de imitar nuestra forma de percibir el mundo y de tomar decisiones, para trasladar esta capacidad a las máquinas, y que éstas nos ayuden a realizar tareas de nuestro día a día, ampliando nuestras capacidades. Y es que la inteligencia artificial es más humanista de lo que imaginamos.

Visualfy lleva 7 años aplicando la inteligencia artificial a la accesibilidad auditiva. Somos una empresa Bcorp que ha creado un algoritmo de reconocimiento de sonidos capaz de escuchar los sonidos del entorno, e integrarse con otros dispositivos del llamado “internet de las cosas” como wearables o las bombillas inteligentes Philips Hue, para mostrar las alertas en forma de colores o patrones de vibración personalizados.

Cuando suena la alarma de incendios, el despertador, el teléfono o cualquier otro sonido relevante, la inteligencia artificial en el interior del sistema Visualfy trabaja en milésimas de

segundo para reconocer el sonido, clasificarlo en categorías y avisar al usuario como le determinemos, imitando el oído humano en un proceso complejo.

Trabajamos para entrenar el algoritmo en diferentes entornos, desde el hogar hasta espacios acústicamente cada vez más complejos, de modo que sea capaz de sustituir al oído humano proporcionando seguridad y comodidad a las personas sordas.

En estos momentos el algoritmo ha sido aplicado a un sistema IoT para el hogar, Visualfy Home, y a sistemas para la accesibilidad de espacios de trabajo (Visualfy Workspaces), hoteles (Visualfy Hospitality) y edificios públicos (Visualfy Public Admins). El usuario accede a todos los servicios de accesibilidad desde una única app gratuita.

### **Visualfy Hospitality: el proceso de co-creación con los usuarios**

Visualfy Hospitality es un conjunto de productos y soluciones, creados junto a personas sordas y con pérdida auditiva, que permiten mejorar la experiencia de la persona sorda en los hoteles, mediante el uso de tecnología innovadora, pero también de la incorporación de herramientas de comunicación y formación.

Para su definición, primero realizamos un análisis de las necesidades y barreras que las personas con pérdida auditiva se encuentran en un espacio hotelero. Contactamos para ello con la Asociación Valenciana de Antropología, y en concreto con el equipo de investigación “Antropología y Discapacidad”, solicitándoles un estudio independiente que nos permitiera tener un punto de partida para el desarrollo de la solución.

El equipo de antropología propuso para el estudio la utilización de una metodología etnográfica cualitativa, para obtener datos descriptivos (percepciones, opiniones, valoraciones, sensaciones, impresiones...) que nos permitieran comprender el complejo entramado de significaciones subjetivas y simbólicas que se ponen en relación.

Tras el análisis documental y bibliográfico, el estudio se circunscribió al análisis de un caso particular: una experiencia piloto desarrollada en el Hotel Montsant de Xàtiva (Valencia), los días 19 y 20 de febrero de 2018, en el que se alojaron dos personas sordas junto con dos antropólogas especializadas.

La investigación se realizó en 2 fases:

**1- Observación participante en el Hotel Montsant (Xàtiva, Valencia)**, siendo esta la principal técnica de investigación antropológica. Esta técnica cualitativa consistió en la observación directa y la participación activa de las investigadoras en un hotel, en el que se alojaban dos personas con sordera.

Favoreció el acceso a una amplia variedad de información acerca de comportamientos, actitudes, emociones, expresiones y relaciones sociales, así como momentos de interacción interpersonales y contextuales.

**2- Realización de entrevistas semidirigidas** a las clientas sordas y a la intérprete en lengua de signos, y por otro lado, entrevistas en grupo al personal del hotel, tanto empleados como dirección (representaciones ideológicas del grupo).

La experiencia fue muy positiva en tanto muy identificativa de las demandas y necesidades de dos personas con diversidad funcional sensitiva auditiva en un espacio hotelero piloto.

En las conclusiones se identifican claramente 3 tipos de recursos necesarios para que los diferentes espacios de un hotel ofrezcan una experiencia inclusiva a personas sordas:

- **Recursos técnicos:** adaptación de todo aquello que requiere de la reacción del usuario a un sonido (timbre accesible, alertas de seguridad luminosas, mirilla en la puerta...)

- **Recursos de comunicación.** Se detecta una gran diferencia entre la cantidad y calidad de la información ofrecida a clientes sordos y oyentes, dificultando el disfrute de la experiencia en igualdad de condiciones a una persona oyente.

- **Recursos humanos.** Necesidad de adaptar los recursos humanos del hotel a los clientes con diversidad funcional auditiva, mediante formación, empoderamiento y recursos comunicativos.

### **Visualfy Hospitality: productos y soluciones para la accesibilidad auditiva en hoteles**

A partir de las conclusiones del estudio y de nuestra experiencia (somos un equipo de personas sordas y oyentes), diseñamos soluciones en los tres ámbitos definidos, dando lugar a Visualfy Hospitality.

La solución se implementó en el hotel piloto, de modo que pudiera ser testada por usuarios sordos, para su mejora previa al lanzamiento comercial.

El conjunto de productos y servicios está en iteración continua, a partir de la respuesta de los usuarios que las utilizan.

Explicamos a continuación la solución actualmente en el mercado:

Visualfy Hospitality es un sistema de reconocimiento de sonidos que permite la adaptación de hoteles y espacios turísticos para personas con pérdida auditiva.

Basado en un algoritmo de inteligencia artificial, reconoce sonidos del entorno y los convierte en alertas luminosas, en puntos de alerta distribuidos en el espacio o dispositivos personales del usuario.

Gracias a un código de colores y/o vibraciones, los usuarios saben si está sonando la alarma de incendios, o si alguien llama al teléfono o al timbre, entre otras funcionalidades, sin instalaciones y de forma personalizada. Visualfy se adapta de manera sencilla a las necesidades de accesibilidad de cada proyecto.

## ¿Cómo se notifica a los clientes los diferentes sonidos?

### Señalética Visualfy

Los proyectos de accesibilidad de Visualfy incluyen la colocación de puntos de alerta lumínica a lo largo del espacio adaptado, para garantizar la seguridad de los usuarios, incluso si no utilizan móviles o dispositivos conectados personales para recibir avisos o si hay una caída del sistema eléctrico.

Estos puntos de alerta tienen una forma característica en V, que los usuarios reconocen como alertas de Visualfy de modo inmediato, convirtiéndose en la señal accesible para personas sordas en espacios públicos y privados.



### **Sonidos reconocidos por el sistema.**



**Alarma de  
incendios.**



**Telefono.**



**Timbre de  
puerta.**

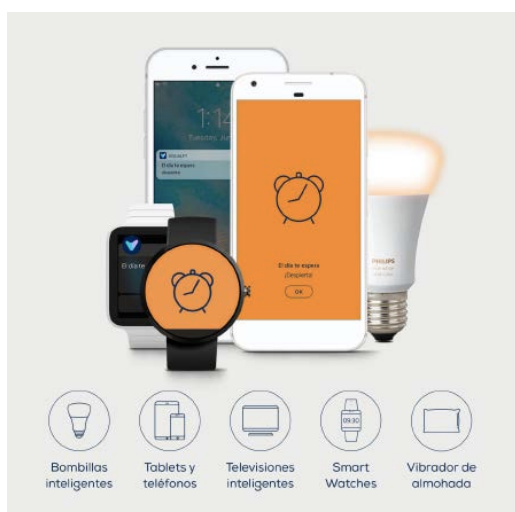


**Despertador.**



**Bebé.**

## Alertas en dispositivos personales



Además de los avisos en el sistema de señalética de Visualfy, el usuario puede recibir las alertas en cualquier dispositivo conectado personal (móvil, smartwatch, smartbands) que el hotel determine como idóneo para las necesidades de sus usuarios. Visualfy se adapta a cualquier caso de uso y necesidades.

## Dispositivos compatibles.



Mobile devices.



Smart Bulbs.



Smart Watches.



Smart Bands.

Visualfy Hospitality trabaja la accesibilidad en tres bloques:

## ALERTAS DE SEGURIDAD Y AVISOS ACCESIBLES.

- **Botón de emergencia.** No solo alerta a recepción de una emergencia sino que tranquiliza de vuelta al usuario indicándole que la ayuda está en camino.
- **Alerta vigilabebés.** Traduce el llanto del bebé en una señal luminosa en el dispositivo que elija el usuario .
- **Alerta visual de incendios.** Detectamos la alarma de incendios y enviamos el aviso en forma de alerta visual al dispositivo seleccionado por el usuario.
- **Timbre de puerta.** Aviso de llamada a la puerta, para que protejas en todo momento la privacidad del cliente
- **Servicio despertador.** Aviso visual a la hora acordada con el cliente.
- **Servicio petición de taxi.** Solicitud de taxi desde la habitación, eligiendo hora y destino.
- **Otros avisos accesibles.** Comida en la habitación, avisos de mal funcionamiento de instalaciones y otras necesidades habituales.



Botón de emergencia.



Alerta vigila bebés.



Alerta visual de incendios.



Timbre de puerta.



Servicio despertador.



Servicio petición de taxi.



Otros avisos accesibles.

## EXPERIENCIA DE USUARIO

-**E-beacons geolocalización.** Informa de que estamos en un hotel accesible, mejorando la imagen de marca. Clientes seguros e informados en todas las instalaciones del hotel.

- **Formación y sensibilización.** Formación al personal del hotel para atención a personas sordas o con pérdida auditiva.

- **Materiales de bienvenida.** Creación de materiales audiovisuales de bienvenida a personas sordas en lengua de signos, con subtítulos y lectura fácil.

- **Materiales de comunicación.** Traducción a lengua de signos de materiales de comunicación (web, carta restaurante, spa, protocolos de emergencia etc)



Formación y sensibilización.



Rutas de on-boarding.

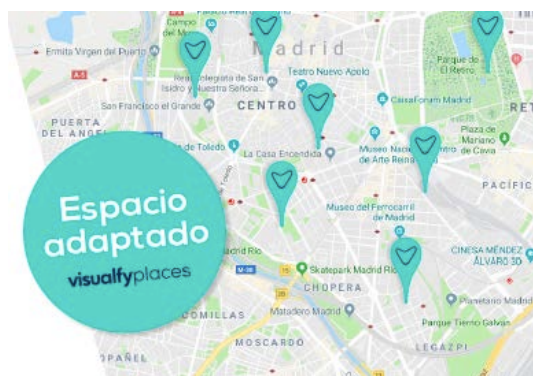


Materiales de comunicación.

## Red de espacios Visualfy Places y la app de Visualfy

Visualfy ha creado una red de espacios accesibles, a la que los usuarios acceden a través de su app gratuita.

Forman parte de ella espacios comprometidos con la accesibilidad para las personas sordas, tanto si usan la tecnología Visualfy como si han hecho otro tipo de adaptaciones para la accesibilidad auditiva.



En la actualidad, por tanto, tenemos a nuestro alcance la tecnología y los recursos necesarios para atender a las personas sordas y con pérdida auditiva, ofreciéndoles la misma experiencia que a un cliente oyente. Estaremos haciendo realidad un derecho reconocido y protegido por la ley, accediendo a un nuevo público y comunicando innovación y responsabilidad social.

## COMUNICACIÓN EN TIEMPO REAL

- **Call center accesible.** Servicio de video-interpretación en tiempo real de la CNSE, SVisual.

- **Bucle Magnético.**



Call Center accesible.



Bucle magnético.

## ANEXOS

### ANEXO 1

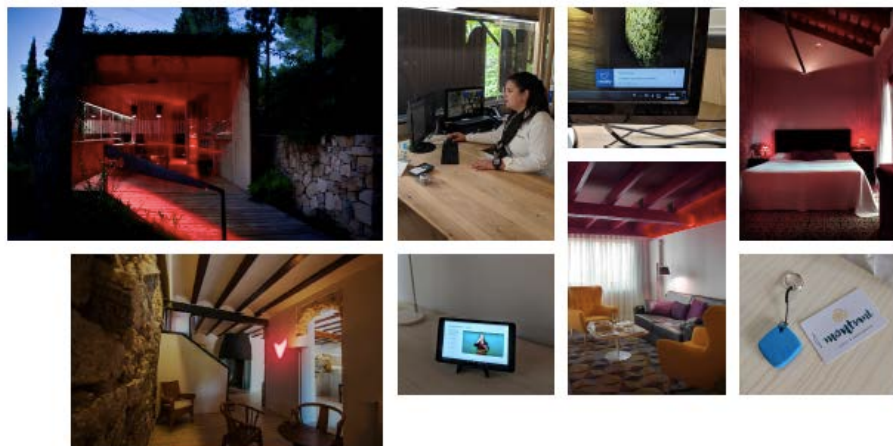
#### Soluciones de accesibilidad para hoteles Visualfy



### ANEXO 2 Ejemplo implementación Visualfy Hospitality: Hotel Montsant (Xàtiva, Valencia)

2<

Ejemplo de hotel adaptado.  
Hotel Montsant  
Xàtiva.



visualfyhospitality

---

<sup>i</sup> Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre. Ley General de derechos de las personas con discapacidad.  
RD 505/2007, 20 abril. Acceso a espacios urbanizados.  
R.D 173/2010, 19 de febrero. Normas Código de edificación  
Ley 27/2007, 23 de octubre. Reconocimiento lenguas de signos y medidas de apoyo a la comunicación oral.  
Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad, 13 diciembre 2006 (ONU), ratificada por España en 2008.  
<sup>ii</sup> CTE: Código Técnico de la Edificación.  
<https://www.codigotecnico.org>

- World Health Organization (WHO).  
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

<sup>v</sup> Instituto Nacional de Estadística (INE).  
Confederación Nacional de Personas Sordas (CNSE). Confederación Española de Familias de Personas Sordas (FIAPAS). Federación de Asociaciones de Implantados Cocleares de España (AICE).

## NAVEGACIÓN Y MOVILIDAD



# La nueva señalética digital universal en la red de Transports Metropolitans de Barcelona · TMB

Raül Casas<sup>1</sup>, Ana Vieitez<sup>1</sup>, Rafael Reyes<sup>1</sup>, Javier Pita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Accesibilidad Universal de TMB, <sup>2</sup>NaviLens

[rcasas@tmb.cat](mailto:rcasas@tmb.cat), [amvieitez@tmb.cat](mailto:amvieitez@tmb.cat), [rreyes@tmb.cat](mailto:rreyes@tmb.cat), [javier@navilens.com](mailto:javier@navilens.com)

## Resumen

La propuesta presentada consiste en la implementación de la nueva tecnología NaviLens en las redes de Bus y Metro de Transports Metropolitans de Barcelona · TMB, un sistema que posee un potente algoritmo basado en la Visión Artificial capaz de detectar con la cámara de un dispositivo móvil múltiples marcadores o etiquetas a gran distancia (12 veces más que la distancia de lectura de un código QR), en milisegundos, incluso en movimiento y sin necesidad de enfocar.

Este sistema permite que las personas con discapacidad visual puedan orientarse con total autonomía en el uso del entorno urbano y arquitectónico. Sólo es necesaria la utilización de un dispositivo móvil y la aplicación gratuita NaviLens (disponible para IOS y Android) para detectar los marcadores sin necesidad de enfocarlos ni de conocer su ubicación en el espacio. Cada marcador contiene información dinámica y/o estática que se transmite a la persona de forma locutada, permitiéndole configurar recorridos guiados a través del espacio hasta su destino.

## Abstract

The submitted proposal consists of the implementation of the new NaviLens technology in the Transports Metropolitans de Barcelona · TMB networks. The system has a powerful algorithm based on Artificial Vision capable of detecting with the camera of a mobile device numerous markers or labels at a great distance (12 times more than the reading distance of a QR code) in milliseconds, even while moving and without having to focus.

This system enables the visually impaired to get their bearings autonomously when moving through urban and architectural environments. All that is needed is a mobile device and the NaviLens free application (available for IOS and Android) to detect

the markers, without having to bring them into focus or know where they are located in the space. Each marker contains dynamic or static information transmitted to users as a voice over, allowing them to set guided routes through the space to the destination point.

## Keywords

Transporte y Movilidad para la Diversidad; Accesibilidad a la información turística; Realidad Virtual, Aumentada y Mixta; Discapacidad Visual; ddTags.

## 1. Introducción

Partimos de los datos y cifras publicados recientemente por la Organización Mundial de la Salud · OMS sobre Ceguera y discapacidad visual del 11 de octubre de 2018:

- “A nivel mundial, se estima que aproximadamente 1300 millones de personas viven con alguna forma de deficiencia visual.
- Con respecto a la visión de lejos, 188,5 millones de personas tienen una deficiencia visual moderada, 217 millones tienen una deficiencia visual de moderada a grave y 36 millones son ciegos.
- En cuanto a la visión de cerca, 826 millones de personas tienen una visión de cerca deficiente. La mayoría de las personas con visión deficiente tienen más de 50 años”.

Estos datos permiten evidenciar la necesidad de mejorar la movilidad de las personas con ceguera y discapacidad visual, e introducir la implementación de una nueva señalética digital universal en la red de Transports Metropolitans de Barcelona, que además sirva de modelo para ser implementada en operadores de transporte público masivo a nivel mundial.

En el año 2018 Transports Metropolitans de Barcelona inició la implementación de la nueva señalética digital universal NaviLens en las redes de Bus y Metro de la ciudad de Barcelona. Este nuevo

sistema de guiado universal representa para las personas con discapacidad visual una herramienta vital para su movilidad con total autonomía.

Actualmente, TMB cumple en su red de transporte con parámetros en materia de accesibilidad física (flota de autobuses 100% adaptada y 91% de estaciones de Metro accesibles). En ambos casos, Bus y Metro, es una asignatura pendiente conseguir que toda la red sea accesible a nivel cognitivo y sensorial, siendo NaviLens una aportación fundamental dentro del sistema de comunicación y señalización, que contribuye a que el transporte público de Barcelona cubra las necesidades de movilidad de las personas con discapacidad visual.

NaviLens es un producto creado por la empresa Neosistec y el Laboratorio de Investigación en Visión Móvil (MVRLab) de la Universidad de Alicante, los cuales han centrado sus esfuerzos durante una década en desarrollar soluciones tecnológicas que pudiesen mejorar la calidad de vida del colectivo de personas con discapacidad visual. A lo largo de este tiempo han desarrollado numerosos proyectos con un alto componente innovador, como una aplicación para la detección de obstáculos aéreos, una suite de herramientas basadas en la plataforma Google Glass o el último y más disruptor de sus proyectos: Navilens. La aplicación cuenta con un novedoso sistema de marcadores artificiales, que conjuga alta densidad (multitud de combinaciones) con largo alcance (un marcador de 20cm de ancho puede detectarse hasta a 12 metros de distancia).

Los usuarios con discapacidad visual que utilizan las redes de Metro y Bus en Barcelona han sido los primeros en utilizar Navilens. De esta forma, Transports Metropolitans de Barcelona da un salto cualitativo en la mejora de la accesibilidad universal con el uso de esta disruptiva tecnología, ahora los usuarios con discapacidad visual de metro y bus de Barcelona obtienen información de valor y contextualizada, que les permite moverse independientemente por la red.

El funcionamiento es muy sencillo, únicamente hay que descargar de forma gratuita la aplicación Navilens de los markets (IOS y Android) y leer con la cámara del móvil los marcadores o etiquetas que se encuentran desplegadas en las estaciones de metro y marquesinas de autobús. La aplicación proporciona la información correspondiente a cada zona en formato locutado, de lectura, video o web.

La fácil y rápida lectura de los códigos, así como el hecho de no necesitar el enfoque de los mismos y poder leerlos a gran distancia, marca un gran salto en el campo de la visión artificial que claramente supera a otras tecnologías existentes y que ofrece una nueva experiencia de uso para todas las personas.

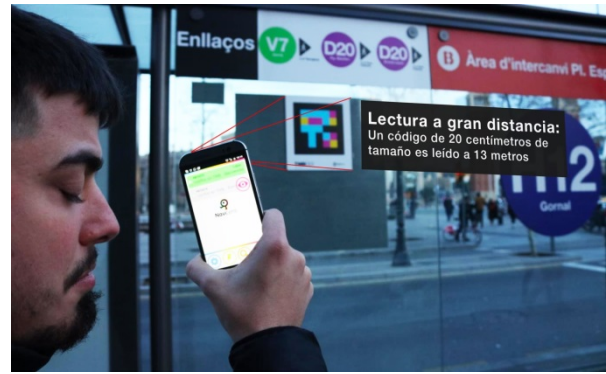


Imagen 1: Ejemplo de lectura de un marcador o etiqueta a una distancia superior a 2 metros en una marquesina de bus en la ciudad de Barcelona.

## 2. NaviLens & TMB · Características del sistema de guiado universal

NaviLens es un sistema de señalización digital universal para personas invidentes y con baja visión que les permite orientarse y moverse de forma autónoma en un entorno desconocido sin ayuda de terceros y sin necesidad de hardware y dispositivos adicionales más allá de su propio dispositivo móvil.

El sistema se basa en la detección en tiempo real de marcadores artificiales (un nuevo código bidi similar a un código QR de colores pero con características técnicas muy superiores) que permite su lectura a gran distancia mediante tecnología de visión artificial a través de la cámara del dispositivo móvil y sin necesidad de enfocar ni conocer previamente su localización.

Las personas con discapacidad visual tienen dificultades para poder orientarse de forma autónoma en los lugares que no tienen memorizados y especialmente en interiores donde no hay señal de GPS. Un usuario invidente quiere ser completamente independiente y poder desenvolverse de forma autónoma sin requerir la ayuda de terceros. NaviLens permite hacer cualquier espacio accesible a las personas con discapacidad visual (tanto personas con ceguera o baja visión), mediante la implantación de este sistema de guiado en el entorno físico.

Para ello, el usuario solo tiene que utilizar la aplicación NaviLens, escanear el entorno con la cámara de su dispositivo móvil de forma equivalente a como lo hacen las personas que pueden ver, y obtener información específica del lugar donde se encuentra, con gran precisión, al dotarle NaviLens de una gran exactitud en su orientación al tratarse de un sistema de posicionamiento visual.

NaviLens permite ampliar la información descriptiva del lugar a la persona con discapacidad

visual con un gran detalle, al no contar con la limitación impuesta por el espacio y la capacidad de codificación de la señalética tradicional, para que pueda guiarse de forma completamente autónoma en dicho espacio.

Además, NaviLens proporciona la información y ayuda en el idioma en que el usuario tenga configurado el dispositivo, estando disponible en la actualidad en más de 15 idiomas (entre ellos, árabe, hebreo y japonés), lo que ayuda a eliminar las barreras idiomáticas. Por ejemplo, en el caso de uso de las paradas de autobús o estación de metro, con un mismo código impreso, NaviLens permite al usuario llegar hasta la parada o moverse dentro de la estación de metro de forma autónoma. Además, mediante la integración con los webservices de la empresa de transporte, el usuario está informado de los tiempos de paso e incidencias que puedan producirse en el servicio, y todo esto en su propio idioma.

Se trata de un nuevo concepto de señalética que en la actualidad ha evolucionado en su funcionalidad y que pretende convertirse en un producto que abarque todas las diversidades funcionales. NaviLens, además de ayudar a las personas con discapacidad visual y a eliminar las barreras idiomáticas, con los mismos códigos permite ofrecer información diferente en función del perfil de usuario que utilice la aplicación. Es decir, el sistema ofrecerá información personalizada contextualizada a un lugar. Con el mismo código, un usuario recibirá información diferente en función de sus necesidades.

Recientemente, el sistema se ha equipado con una potente herramienta de navegación mediante flechas de realidad aumentada, para ayudar al guiado en entornos de gran escala y afluencia peatonal. Mediante este sistema las personas mayores o que tienen dificultades para orientarse, podrán recibir información de guiado específica mediante flechas de realidad aumentada en su pantalla, lo cual le permitirá llegar al lugar que ellos elijan apoyándose en toda la señalética desplegada en el lugar.

Cada etiqueta puede conferir una experiencia específica en cada lugar y además combinar la información mostrada con el perfil del usuario y el idioma de este. De tal forma que un usuario con necesidades especiales puede obtener la información adaptada a las mismas. Con el mismo marcador, podemos obtener la información locutada, el guiado hasta el marcador, en el idioma del dispositivo del usuario y en un formato adaptado como lectura fácil o gráficos de guiado en realidad aumentada. Es decir, un mismo código implantado junto a una obra de arte de un museo, ayuda a las personas con discapacidad visual a llegar hasta la obra y proporcionarle una audiodescripción de la misma. A las personas con discapacidad cognitiva, les proporciona la información

en formato de lectura fácil. A las personas con discapacidad auditiva mediante vídeos de lenguaje de signos. A las personas mayores o que no conocen el entorno, les guiará con un recorrido mediante flechas, y a los niños les ofrecerá información educativa específica, y siempre en el idioma que este configurado su dispositivo móvil.

En resumen, el sistema se alimenta de la información contenida en los marcadores impresos colocados en el entorno construido y leída por medio de un dispositivo móvil. La facilidad de creación y asociación de la información a los marcadores hacen que sea un sistema económico y fácilmente escalable, permitiendo modificar en todo momento su contenido y ajustarla a las necesidades de movilidad de las personas en el espacio.

### **3. Carácter innovador del sistema**

La gran diferencia entre este sistema de guiado en relación a los demás, se centra en que NaviLens no requiere implantar ningún sistema electrónico. La mayoría de sistemas para la señalización y guiado de personas con discapacidad visual se suele basar en beacons y balizas bluetooth que emiten información que puede ser identificable por un dispositivo móvil. Tampoco requiere de ningún dispositivo adicional por parte del usuario más que su propio teléfono móvil. Existen numerosos tipos y prototipos de gafas inteligentes desarrolladas para personas con discapacidad visual, como las gafas con cámara de visión estereoscopia y/o de profundidad, gafas que magnifican y/o dejan más nítida la imagen, gafas con sistemas de geolocalización, etc., de un coste elevado y a las que no todo el mundo tiene acceso.

NaviLens pretende mejorar la tecnología de marcadores artificiales basados en color que permitan la detección de masas de color, no esquinas, para ser más robusto a cambios de escala, movimiento de la cámara (ya que la nitidez de la imagen no afecta a la detección) y su detección en largas distancias.

El sistema permite locutar la información que contienen los marcadores mediante tecnología TTTS (text to speech) y realizar el guiado hasta el sitio concreto donde está colocado (wayfinding), realizando un guiado (tracking) del marcador a lo largo del recorrido y dando instrucciones vocales al usuario a modo de “derecha, izquierda, delante, detrás, etc.” La diferencia de estos marcadores o códigos bidi de cualquier marcador existente hasta la fecha es que pueden ser detectados a gran distancia, 12 veces más distancia que un código QR, sin necesidad de enfocar, con un ángulo de lectura de hasta 160 grados, en condiciones de luz mucho más desfavorables que el resto de códigos y de forma ultrarrápida.

Con estos marcadores se salva la limitación

histórica que los marcadores existentes tienen para personas con baja o nula visión, que es la necesidad de enfocar y encuadrar los mismos en la pantalla de su dispositivo móvil. La funcionalidad de detección y guiado de los marcadores se completa con el uso de elementos de realidad aumentada que permiten integrar imágenes generadas en tiempo real con la imagen mostrada por la cámara del dispositivo móvil cuando se detecta un marcador, facilitando también el guiado e interpretación del mismo. Además, se permite a usuarios con baja visión magnificar la escena y aumentar el contraste para mejorar su visión acorde con sus capacidades visuales.

La creación de marcadores y gestión del contenido de las etiquetas se realiza a través de un portal web o plataforma cloud. Aquí se genera el formato que se desee a las etiquetas respecto al tamaño y contenido. El sistema permite la actualización y modificación del contenido informativo en tiempo real, e incluir información en formato texto para ser locutada, en audio, incluir videos o enlaces.

Con un pequeño movimiento muñeca, agitando el dispositivo de forma lateral (shake), el usuario podrá obtener la información que contiene el marcador de manera locutada y escrita, lo que le permite llegar hasta dicho marcador a través de indicaciones vocales (izquierda, derecha, delante, detrás, arriba, abajo). También puede configurarse para que el guiado se realice mediante sonidos con variaciones en el tono y volumen que van guiando a la persona hasta llegar al marcador.

El algoritmo de reconocimiento del marcador que se ha creado específicamente para este propósito, se complementa con un novedoso sistema de sonificación 3D que, sin necesidad de auriculares, informa al usuario de la posición, distancia y orientación del marcador.

A continuación, las características más relevantes que hacen innovador el sistema:

- Lectura a gran distancia: Un código de 20 centímetros de tamaño es leído a 13 metros con resolución de cámara limitada a 1280x720 píxeles.
- Gran ángulo de lectura: 160 grados con respecto al eje tanto en horizontal como en vertical.
- Gran rango de lectura lumínica. Detección en condiciones de gran luminosidad así como con iluminación baja.
- Ultra rápido: El código es captado en 4 centésimas de segundo trabajando a 30 frames por segundo.
- Puede ser leído en movimiento.
- Alta precisión: La distancia del usuario con respecto al código es medida en centímetros.
- Protección CRC de lectura de la información contenida en el código.
- No es requerido enfoque de la cámara ni encuadre.
- Sonificación 3D: El sistema está inspirado en los

lectores de pantalla para ciegos. La lateralidad se codifica en un doble tono y la altura variando la frecuencia base del mismo. La distancia del marcador se codifica con la frecuencia de repetición de los tonos. A diferencia de otros modelos de sonificación, Visual Tags no necesita auriculares.

Estas características innovadoras se recogen en la Patente otorgada por el equipo de trabajo "Método de detección y reconocimiento de marcadores visuales de largo alcance y alta densidad" por la Oficina Española de Patentes y Marcas con número de solicitud P201631625 y número de publicación ES2616146.

En relación a los estándares de calidad utilizados por NaviLens, los contenidos de cada etiqueta fueron diseñados siguiendo las recomendaciones desarrolladas por Wayfindr Open Standard (Recomendación UIT-T F.921), un conjunto de pautas estandarizadas aprobadas internacionalmente para integrar la orientación por audio de forma accesible a productos digitales como NaviLens, con el fin de garantizar a los usuarios con discapacidad visual información vinculado a los distintos itinerarios que realiza en su vida cotidiana. Dichas pautas estandarizadas han sido aprobadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT en agosto de 2018.

Igualmente, NaviLens ha sido rigurosamente analizado por parte del CIDAT, el órgano de investigación y desarrollo de la ONCE, habiéndose validado su idoneidad para el guiado autónomo de personas con discapacidad visual en Tifloinnova, principal referente en tiflotecnología por parte de dicho organismo, con una implantación masiva y utilización por parte de usuarios con diferentes grados de discapacidad visual (desde ceguera absoluta a baja visión).

#### **4. Implementación en la red de Bus y Metro de TMB**

En la definición del tamaño de las etiquetas y su ubicación en el espacio, en relación a la distancia de lectura, participaron técnicos responsables de Accesibilidad Universal, Señalización, Paradas y Señales, Operación de Líneas Automáticas, un representante de la empresa desarrolladora del sistema y el proveedor de impresión y colocación de las etiquetas.

En la etapa inicial de definición e implementación del sistema junto al personal técnico de los equipos de Accesibilidad Universal y Señalización de TMB, se desarrolló la representación simbólica de los elementos que constituyen el sistema de guiado NaviLens, mediante esquemas gráficos (grafo) de la estación Fira y de las paradas de bus del entorno de Pl. Espanya, para posteriormente desarrollar una propuesta de ubicación de las etiquetas y de información a locutar

por cada código. Como resultado de los trabajos realizados, se desarrolló un modelo de manual de colocación y mantenimiento de etiquetas inteligentes para estaciones de metro y paradas de bus.

Tal como se ha comentado anteriormente, los contenidos de cada etiqueta han sido diseñados siguiendo las recomendaciones desarrolladas por Wayfindr Open Standard con el fin de garantizar a los usuarios con discapacidad visual la siguiente información:

En paradas de Autobús: localización de la parada e información en tiempo real de los tiempos de paso de las líneas de bus que circulan por la misma. El usuario obtendrá también información relevante relacionada con incidencias del servicio y con puntos que puedan resultar peligrosos en el entorno inmediato como, por ejemplo, carril bici adosado a la parte posterior de la marquesina o palo de parada.

En Estación de Metro: En nivel calle: identificación del acceso a la estación por ascensor y por escaleras de forma autónoma. Las mismas etiquetas que permiten identificar el acceso dan una descripción al usuario de las características físicas de los espacios que se encontrará a continuación en su recorrido. También se ofrece información del estado del servicio y de cualquier incidencia que pueda afectar a su desplazamiento en tiempo real.

- En pre-vestíbulo: localización de máquinas expendedoras de tickets, máquinas validadoras, interfonos SOS-Info. En el sentido de salida de la estación, se identifican el ascensor dirección calle y las salidas por escalera.

- En vestíbulo: orientación en el itinerario desde la línea de máquinas validadoras hasta los elementos de comunicación vertical con los andenes. Se señalizan los ascensores y las escaleras que dan acceso a los andenes de cada vía, manteniendo al usuario ubicado e informado durante todo el recorrido.

En el sentido de salida, se orienta a las personas en el recorrido desde el andén hacia las distintas salidas y enlaces con otras líneas.

Se señalizan igualmente todos los interfonos SOS-Info disponibles en el vestíbulo.

- En andenes: Localización de todas las puertas de acceso al tren con información sobre dirección de recorrido y posibles incidencias. Se orienta a las personas en el itinerario desde el andén hasta las distintas salidas y enlaces con otras líneas señalizando los ascensores y las escaleras manuales y mecánicas que comunican el andén con el vestíbulo de la estación. Se señalizan igualmente todos los interfonos SOS-Info disponibles.

## **5. La experiencia del usuario con discapacidad visual. Resultados obtenidos**

Como parte de la metodología de evaluación del sistema, las jornadas de comunicación y usabilidad de la aplicación, han tenido la clara finalidad de validar internamente la viabilidad del proyecto de despliegue del sistema en toda la red de Bus y Metro.

Para emitir una valoración positiva del sistema por parte del servicio de Accesibilidad Universal de TMB, se ha puesto como hito que un porcentaje superior al 80% de los participantes a las jornadas emitieran una valoración totalmente favorable.

Tal y como se les había solicitado, las personas con discapacidad visual y las técnicas de rehabilitación que asistieron a las jornadas aportaron sugerencias para la mejora de la usabilidad del sistema en función de su propia experiencia. Se han recogido sus impresiones y valoraciones durante el recorrido y mediante una encuesta de opinión, de la que resaltamos las respuestas a algunas cuestiones consideradas clave:

- El 94% de los usuarios declara haber localizado con NaviLens elementos que no había localizado anteriormente.
- El 87% afirma que el uso del sistema le resulta totalmente intuitivo y al 31% le resulta muy intuitivo.
- El 50% afirma haberse sentido totalmente informado, y el 31% muy informado.
- El 69% dice haber obtenido total confianza y seguridad para moverse por los distintos espacios. El 19% dice haberse sentido muy confiado.
- El 88% se encuentra totalmente a favor de que NaviLens estuviera instalado en más lugares de la red para el uso del transporte público, y el 12% restante se declara muy a favor.
- El 75% catalogaría a NaviLens como un elemento de plena inclusión.
- El 50% valora haberse sentido totalmente autónomo con NaviLens dentro de las instalaciones de metro. El otro 50% dice haberse sentido muy autónomo.
- Un 31% valora haberse sentido totalmente autónomo con NaviLens en el entorno de las paradas de bus, y un 44% dice haberse sentido muy autónomo.
- El 88% considera que NaviLens es una herramienta totalmente útil para el guiado en las infraestructuras de transporte, mientras que el 12% la considera muy útil.

Una vez analizados los datos obtenidos, y teniendo en cuenta que las sugerencias y observaciones de los usuarios dirigidas a la mejora del sistema se consideran razonables y de fácil implementación; desde el servicio de Accesibilidad Universal se emitió una valoración positiva del funcionamiento, la usabilidad y la utilidad del sistema, por lo que avaló el proyecto de despliegue del sistema NaviLens como un elemento de apoyo en la señalización dirigida a las personas con discapacidad

visual, complementario a la señalización estándar en las redes de Metro y Bus de TMB.

En enero de 2018 se iniciaron los trabajos de recopilación de datos en las infraestructuras de las estaciones de la Línea 9 Sur de Metro y la línea H12 de Bus y su implementación inició en febrero de del mismo año.

Actualmente, el sistema NaviLens está implementado en 9 estaciones de la Línea 9 Sur, en la estación Espanya (en Línea 1 y en Línea 3), y en 70 paradas de bus de la Línea H12. Dado el éxito obtenido, el pasado mes de marzo se ha iniciado la implementación en 71 estaciones de la red metro (50% de la red de metro de TMB) y en las 1230 paradas que conforman el 50% de la red de bus. En las 65 estaciones de metro y 1290 paradas de bus restantes se implementará a partir de enero del 2020, para cubrir así el 100% de toda red de transporte de TMB.

A continuación, algunos videos que explican el funcionamiento de NaviLens y su implementación en la red de Bus y Metro de TMB:

Tutorial: Como leer las etiquetas con NaviLens.  
Gesto Shake:

[https://www.youtube.com/watch?v=qv\\_3MVR611s](https://www.youtube.com/watch?v=qv_3MVR611s)

Introducción y testimonios usuarios NaviLens:  
[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=4&v=nOQaFtaQCvE](https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=nOQaFtaQCvE)

NaviLens Estación de Metro del aeropuerto de Barcelona El Prat T1 Y T2:

[https://www.youtube.com/watch?v=gS\\_mciMN1Q](https://www.youtube.com/watch?v=gS_mciMN1Q)

Así funciona NaviLens en el metro y bus de Barcelona Transporte Metropolitanos TMB:

[https://www.youtube.com/watch?v=P\\_q-gXWYyog&t=4s](https://www.youtube.com/watch?v=P_q-gXWYyog&t=4s)

## 6. Referencias

- [1] International Telecommunication Union (ITU). Accessibility and human factors. Audio-based indoor and outdoor network navigation system for persons with vision impairment. Recommendation ITU-T F.921. Switzerland, Geneva 2018

# Design and evaluation of an intuitive audio navigation application for blind and visually impaired people

Hugo Furtado, Liliana Calapez, Elke Mattheiss, Alessandro Mulloni  
Dreamwaves GmbH, Vienna, Austria  
[hugo@dreamwaves.io](mailto:hugo@dreamwaves.io)

## Abstract

*Independent mobility is a major challenge for blind and visually impaired people. We are developing a navigation and orientation product to help overcome this challenge based on augmented reality combined with spatial audio. The application can intuitively guide people to a specific location and to hear objects they might want to interact with or avoid. The user interaction with the navigation system must be as intuitive as possible given the high level of complexity of the task at hand. We adopted user centered design processes to iteratively co-design our application with the users. After creating an initial prototype, we evaluated it with 100 people. We also performed behavior observation and held focus groups. We used the learnings at each step to improve the prototype and to complete the final design for the software. We expect the final application to be available by the end of 2019.*

## Resumen

*La movilidad independiente es un gran desafío para las personas con discapacidad visual. Nuestro grupo está desarrollando un producto de navegación y orientación que ayude a superarlo, basado en realidad aumentada y audio espacial. Permite guiar intuitivamente a los usuarios hacia una localización determinada o señalar acústicamente objetos que deseen evitar o encontrar. La complejidad de la tarea impone que la interacción del usuario con la aplicación sea ser lo más intuitiva posible. Para poder co-diseñar la aplicación con el grupo destinatario, optamos por la metodología de diseño centrado en el usuario. Hemos creado un prototipo y lo hemos testado con más de 100 personas. Así mismo hemos realizado observaciones de conducta y grupos de análisis. Fuimos aplicando las lecciones aprendidas en cada mejora de nuestro prototipo y a la hora de diseñar la aplicación de software final. Se espera que la aplicación esté disponible a finales de 2019.*

## 1. Introduction

Every day activities - like going from home to the doctor's office or moving around in an unknown building - are very challenging for blind and visually impaired (B&VI) people. Navigation, especially in an unknown environment, is extremely difficult or oftentimes just impossible. Obstacles and dangers can be hard to avoid and objects of interest cannot be identified. This results in dependence, discomfort, high risk for accidents and social isolation, as many people choose to stay at home rather than face the challenges outdoors.

At Dreamwaves, we are developing an application for intuitive navigation. The application uses augmented reality (AR) to place virtual objects embedded in the real world and spatial audio technology to make the virtual objects be heard in a realistic way. With the combination of the two technologies, the users get the impression that virtual objects actually exist at certain places. These virtual objects are embedded in the real world i.e. the world is augmented with audible information.

Audio is an essential part of an immersive augmented experience. Perception of spatial sounds is relevant in situations like hearing a car approaching from behind, looking up when a helicopter passes by or for spatial orientation, e.g., who and where certain people and objects are in a room. Binaural virtual audio (BVA) is a technique to synthesize spatial audio using headphones which is the typical means of rendering sound in AR applications. To be effective at guiding users and augmenting their perception of the real world the user interaction with the application must be as intuitive as possible. Though this is true for any application, in the case of this specific target group intuitiveness is much more important. This is due the extremely high complexity of the tasks B&VI people need to perform. This high complexity typically leads to a high cognitive load, getting people extremely tired.

It is the high cognitive load that we aim at reducing by providing people with audible feedback that sounds natural and doesn't require interpretation. By hearing and easily understanding the direction to follow, the users will be able to go anywhere without effort. Our goal is that more people will dare to go somewhere in the city on their own, helping them be more active, more integrated in regular life activities and ultimately happier.

## **2. Background**

### **2.1 Navigation applications**

There are a multitude of applications dedicated to pedestrian navigation. These range from general purpose navigation apps like google maps [1] or osmand [2], to apps focused on B&VI like ViaOptaNav [3]. Other applications are focused on public transport routing but including pedestrian navigation [4]. Applications providing orientation are also extremely valuable. From these, blindquare [5] is the most used one.

Many B&VI people use one or several of these applications as they can be helpful at improving independent navigation. Nevertheless, navigation is based on audio descriptions (turn-by-turn instructions) and therefore subject to interpretation. This in turn, is what leads to high cognitive load. People need to make an effort to understand what they should do while at the same time, focusing on the other sounds in the world and on avoiding obstacles with the white cane. None of these apps use spatial audio to provide directions or awareness of the environment in a spatially coherent way. Notable, Soundscape [6] is the only application available on the market leveraging this powerful technique. Nevertheless, with this app it is only possible to set a destination and hear the direction from the current location to that destination as the crow flies. It is the user that needs then to find the way around the buildings and streets that will lead to that destination. This again, leads to additional cognitive load.

### **2.2 Binaural virtual audio**

BVA is the core technology used in our application to generate the spatial audio we use to guide users. We generate sounds which indicate the directions which the user has to follow. If the BVA rendering is realistic enough, to the user it will sound like someone is calling them from a certain point in space (for instance a street corner) or that a music is playing at that location. It is then easy for a person to identify where that sound is coming from and simply follow it. This is something that we use in everyday life.

For a realistic illusion of a virtual audio source that actually exists in a space, two factors are of importance: direction and distance from the listener. The sounds arriving at our ear drums are acoustically filtered by the head, torso, and pinnae which create position-dependent changes of the received sound. For a sound coming from a particular direction, the filtering can be captured by the binaural pair of head-related transfer functions (HRTFs). HRTFs also vary with distance, especially in the near field, due to the head shadow and changes of the pinna reflection paths [7]. When presented via headphones, it will be perceived as coming from the position of the corresponding HRTF pair, creating BVA. To estimate the distance of a source, listeners have access to a variety of acoustic cues like sound intensity, reverberation characteristics, near-field interaural level differences (ILDs), the shape of the stimulus spectrum, and others [8]. The relative perceptual relevance of these cues is subject of debate and most probably depends on the context [9]. Moreover, HRTF modifications can affect distance perception [10] and familiarization to non-individualized HRTFs can improve that perception [11].

### **2.3 User centered design**

Since quite a long time, it has been recognized that human factors need to be considered when designing new technology [12]. Since the appearance of this concept as a scientific discipline in the late 60s, there have been many subfields, with slightly different focuses but essentially dealing with the systematic and scientific study of how humans interact with technology and the inclusion of human factors when creating new technology. These range from human factors and ergonomics (HF/E), user centered design (UCD), human-computer interaction (HCI), co-design, and several others. The main approach revolves around the concept that a technology object is not an independent system and should be analyzed by taking all its surrounding factors into account [13].

UCD is especially important in designing medical applications as the human error is related to the system complexity [14]. Moreover, in situations where tasks are complex, simply talking to users and asking for their views on systems requirements is not an adequate approach. In contrast, methods for co-design (workflow analysis and workflow redesign), user interface design (for intuitive interactions), system ergonomics (design for safety) and cognitive ergonomics (design according to human behavior strategies) can be used [15].

It is important to pay special attention to users with specific needs or restrictions, for example when designing applications for B&VI users. UCD methods

typically rely on visual techniques to include users in the design process e.g. paper prototypes. The visual nature of these tools makes them inaccessible to people living with visual impairments. In the specific case of orientation and mobility applications for B&VI users, a number of methodologies has been proposed, including (contextual) interviews, focus groups, (ideation) workshops, Gamestorming, digital surveys, behavioral observations, self-experience, and early stage prototype testing [16].

### 3. Methods

#### 3.1 Software application

To implement our application, we use augmented reality technology to place virtual waypoints embedded in the real world. In our specific case we use ARKit from Apple Inc. [17] to implement the AR functionality. The application relies solely on computer vision and inertial sensors from a smart phone to create and navigate through the virtual objects. We do not require any beacons or physical sensors to be placed anywhere.

To hear the waypoints in a realistic way we rely on our own implementation of a binaural virtual audio rendering.

#### 3.2 User centered design

Our team carried out user centered design workshops with the aim of studying user experience of our navigation prototype. Overall, we aimed at implementing four user centered design workshops with B&VI users. The aim of the workshops was to understand user's wishes and priorities, to evaluate early-stage prototype solutions and to decide which features to include in the final app. The first three workshops were dedicated to analysis (identifying users wishes and priorities). In detail, in the first workshop we interviewed users to understand their mobility strategies and then gave them the task of navigating independently - and without help from the test facilitator - to a given address in the city. We accompanied, observed and filmed all the subjects to identify the challenges they face. The second and third workshops consisted of focus groups with the aim of uncovering other challenges through specific questionnaires. The final workshop which will be done soon will be dedicated to systematically evaluate the full featured early-stage prototype.

## 4. Results

### 4.1 First prototype

We have created a proof-of-concept prototype to demonstrate the feasibility of the solution. It can be used to guide people from point A to point B through several waypoints. This prototype was initially tested in two occasions. The first time with a population of 50 sighted people who had to walk a path blindfolded. 70% of the people were able to successfully finish the task. We then tested with 6 blind people who were able to finish the task. From both groups, the large majority gave very positive feedback and rated the solution as very intuitive. After some changes to the interface we further tested the prototype with over 50 more sighted people and over 10 more blind people in several occasions. All the test subjects were able to walk the path to the end. Figure 1 shows an image of the current prototype during use in the street. We can see two waypoints overlaid in the world and also buttons to load a new path and to save the current user path and the current world map.



Figure 1 – Screenshot of the current prototype during use in the street. We can see two waypoints and below, buttons to load a new path and to save the current user path and the current world map.

## 4.2 Usability workshops

The first workshop (observations) had 6 participants, all male with an age range of 37-64 (median 49) years. 4 of the participants were fully blind (later in life) and 2 were visually impaired (1 from birth, 1 later in life). The second workshop (focus group 1) had 5 participants (3 female, 2 male) with an age range of 35-60 (median 57) years. 4 of the participants were fully blind (later in life) and 1 was visually impaired (later in life). The third workshop (focus group 2) had 4 participants (1 female, 3 male) with an age range of 39-71 (median 58.5) years. All participants were visually impaired. Table 1 summarizes the findings in terms of strategies currently used for navigation, table 2 the tools people use to navigate, table 3 the general issues with navigation and table 4 an overview of the wishes the users have for a navigation app. For simplicity, the findings we report here, are only the most important subset of the total findings that were collected.

Table 1 – Strategies used by test subjects when navigation to an unknown destination

| Strategies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Takes a taxi/Uber as fallback solution</li> <li>• Builds a mental model about the route/area</li> <li>• Does not build mental model, just uses turn-by-turn instructions</li> <li>• Usually memorizes the route and goes the same route back without tool</li> <li>• Finds out which known locations/POIs/streets are close to the destination, e.g. subway stations, to use this as supplement to the navigation</li> <li>• Would accept a small detour to use known routes over a shorter unknown route</li> <li>• Often relies on asking other people while navigating</li> <li>• Asks friends, family or authorities (e.g. Wienerlinien) for information</li> <li>• Calls person/institution at the destination for route description</li> <li>• Uses BlindSquare to access information about environment Takes a picture of the street number and zooms in</li> </ul> |

Table 2 – Navigation tools used by the subjects

| Used tools                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Google Maps</li> <li>• Qando</li> <li>• Viaopta Nav</li> <li>• Siri “Where am I?”</li> <li>• Wienmobil</li> <li>• ÖBB Scotty</li> <li>• BlindSquare</li> <li>• BeMyEye</li> <li>• Apple Maps</li> <li>• Wiener Linien</li> <li>• Poptis</li> <li>• Ariadne GPS</li> <li>• OsmAnd</li> </ul> |

Table 3 – Summary of issues with navigation

| General Navigational Issues                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Most difficult is finding the last meters such as house numbers, public transport stations</li> <li>• It is difficult to find the right street side</li> <li>• Navigation is more difficult if you are tired, unconcentrated, stressed</li> <li>• When asking people, they often give false information</li> <li>• You are slow when you do not know the area, due to caution, thinking about whether you are still right</li> <li>• When you are a few meters wrong you have a problem</li> <li>• Noise increases difficulties</li> <li>• Crowds are disturbing</li> <li>• Areas with no other pedestrians or shops to ask are a problem</li> <li>• When navigating with a route description (e.g. turn right at the third street and then to the fourth entry) you need to count and constantly concentrate</li> <li>• The first minute of navigating is a problem until the tool stabilizes</li> <li>• Always holding the phone in your hands</li> </ul> |

Table 4 – Wish list for a navigation tool

| Wish list for a navigation tool                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequent feedback (also when you are still right) is important</li> <li>• Indication when the wrong route is taken and a re-routing is done</li> <li>• Link to other tools such as BlindSquare or public transport apps</li> <li>• Possibility to simulate route/environment at home to prepare</li> <li>• Saving of routes and destinations should be possible</li> <li>• Visual information must not overlap and have a good contrast</li> <li>• Easy way to trigger and repeat instructions, including how to get back to the right route</li> <li>• Possibility to send location to other person for help</li> <li>• Feedback when the localization accuracy decreases</li> <li>• Automatic detection when you get off public transport and trigger of instruction</li> <li>• Navigation at hiking routes</li> </ul> |

### 4.3 Final application in development

Taking the user feedback into account, the features to be included in the final app will be:

- Guide users to a destination by placing audible waypoints along the path to follow.
- Assign a virtual sound to objects of interest (which can exist as POIs in map data). That sound will be perceived as coming from the exact location of the object or site (e.g. a shop). Finding the object and interacting becomes easier, e.g., finding and pressing the button to open the door of the tramway.
- Assign a virtual sound to obstacles. The sound is perceived as coming from the exact obstacle location. The user can then easily identify, locate, and avoid the obstacle.
- Automatically read a sign with text or symbols (e.g., traffic signs, crossings) or identify an object with meaning (e.g., traffic lights) and assign a descriptive sound to it.
- Routing the users to new destinations as much as possible through places and streets the user already knows
- Avoid going through crowded places, large squares or construction sites

The application will run on a smartphone and the sounds will be heard through headphones. Any headphone model can be used but to avoid covering the ears, we recommend the two models shown in fig. 2, the Bose Frames and the Sony InEar Duo. The advantage of these models is also that they include inertial sensors and can therefore measure head motion. If these sensors are used in the app, the intuitiveness of the audio AR is enhanced. finally, Figure 3. shows the user interface for the final app.



Figure 2 – Overview of the app components. On the top, a smartphone is seen with the app running. Bellow, the two headsets we recommend: the Bose Frames on the left and the Sony InEar Duo on the right.

## 5. Discussion

Mobility is a huge challenge for B&VI people. Assistive technology can make the task lighter. With that in mind, we are creating an application for assisting B&VI people at independent outdoor navigation. We started by creating a simple proof-of-principle prototype which enabled us to demonstrate that it is possible to guide people through a sequence of audible waypoints without seeing and without any special training. We then conceptualized how a final application should be: an application for outdoor navigation which would enable the user, with a normal smartphone to reach a destination in the city, only by listening and without training or effort. To realize this vision, we decided to involve users in the design process from a very early stage. Therefore, we started by testing the early prototype with over 100 people. We then observed user behavior with other apps and carried out focus groups. These analysis and observations, formed the basis for our final application design.

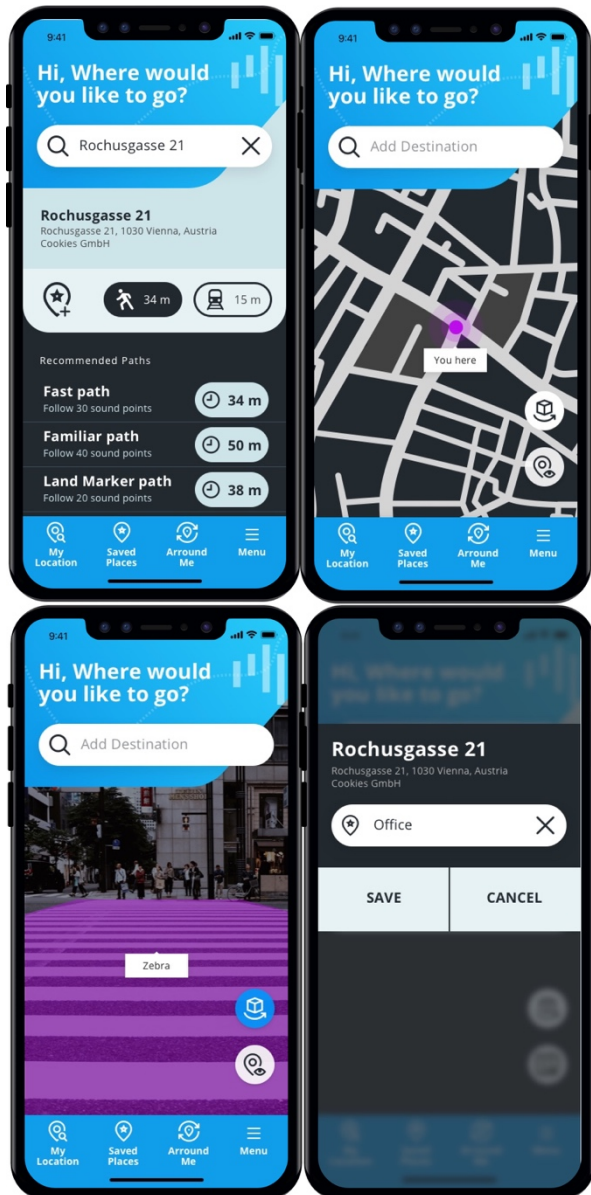


Figure 3 – Proposal for the application screens. The user interface is based on accessibility principles. Simple with high contrast and easy to navigate with VoiceOver. On the top left we see an example of searching for a destination, on the top right the map when navigating, the bottom left a street view overlay when navigating and bottom right how to save a favorite destination.

The results of our user testing indicate two main conclusions: a) most of people can be guided with sound without much effort and without any previous training and b) users nowadays always need to use a combination of several applications. We also uncovered specific challenges the users have. We

mainly learned that users would benefit from specific routing rules, like avoiding big squares, places with too many people or noise and, construction sites. This leads us to think that a custom implementation of the routing engine would be greatly beneficial.

We also made small changes in the user interface of our first prototype, based on user feedback. Even though, for the time being, these changes were minimal, we could immediately see the impact on user experience. Small adjustments in the sound design resulted on improvements in the success rate and higher comfort. This clearly demonstrates the advantage on involving the users at such an early stage of development. The final application will for sure be more meaningful and attractive to users.

Finally, it is important to mention that the application does not need to be used only when people need to go somewhere. From our interviews and discussions, many users claimed that they would simply like to be able to go for a walk, without too much planning or preparation. Our application could enable users to do just this as they can simply go out of the house and rely on being able to browse the streets or a park and be sure always to find the way back home. Moreover, the same technology can be used to make tourism more accessible. Touristic routes can be defined beforehand and points of interest marked so users are informed about where they are and what is important about specific places, monuments or streets. Such a virtual guide, could help people to visit a city or site independently.

## 6. Conclusions and future work

In this paper we have presented the software application we are developing at Dreamwaves: a navigation system for B&VI people. The final full featured version of the application is almost ready for testing. All design and implementation steps were and are being done in close collaboration with the users. We observed that this co-design process is invaluable especially in an assistive technology application.

In the future, we are going to extend our application to include automatic object detection in street scenes so it is possible to recognize obstacles, important landmarks and to interact with the world around.

## 7. References

- [1] <https://www.google.com/maps/>
- [2] <https://osmand.net/>
- [3] <https://www.viaopta-apps.com/Viaopta-navigator.html>
- [4] <https://www.fluidtime.com/en/project/qando/>
- [5] <https://www.blindsquare.com/>
- [6] <https://www.microsoft.com/research/product/soundscape/>
- [7] Brungart, D. S. and Rabinowitz, W. M. (1999). "Auditory localization of nearby sources Head-related transfer functions," *J Acoust Soc Am*, 106, 1465–1479.
- [8] Kolarik, A. J., Moore, B. C. J., Zahorik, P., Cirstea, S., and Pardhan, S. (2016). "Auditory distance perception in humans: a review of cues, development, neuronal bases, and effects of sensory loss," *Atten Percept Psychophys*, 78, 373–395.
- [9] Hládek, L., Tomoriová, B., and Kopčo, N. (2017). "Temporal characteristics of contextual effects in sound localization," *J Acoust Soc Am*, 142, 3288–3296.
- [10] Baumgartner, R., Reed, D. K., Tóth, B., Best, V., Majdak, P., Colburn, H. S., and Shinn-Cunningham, B. (2017). "Asymmetries in behavioral and neural responses to spectral cues demonstrate the generality of auditory looming bias," *Proc Natl Acad Sci*, 114, 9743–9748.
- [11] Mendonça, C., Campos, G., Dias, P., and Santos, J. A. (2013). "Learning Auditory Space: Generalization and Long-Term Effects," *PLOS ONE*, 8, e77900.
- [12] Ritter, F. E.; Baxter, G. D. & Churchill, E. F. User-Centered Systems Design: A Brief History. in *Foundations for Designing User-Centered Systems: What System Designers Need to Know about People*, Springer London, 2014, 33-54
- [13] Persson, J. A review of the design and development processes of simulation for training in healthcare – A technology-centered versus a human-centered perspective. *Applied Ergonomics*, 2017, 58, 314 – 326
- [14] Bogner MS, editor. *Human error in medicine*. Hillsdale (New Jersey): Lawrence Erlbaum Associates; 1994.
- [15] Freudenthal, A., Stüdeli, T., Lamata, P., Samset, E. Collaborative co-design of emerging multi-technologies for surgery (2011) *Journal of Biomedical Informatics*, 44 (2), pp. 198-215.
- [16] Mattheiss, E., Regal, G., Sellitsch, D., Tscheligi, M. User-centred design with visually impaired pupils: A case study of a game editor for orientation and mobility training (2017) *International Journal of Child-Computer Interaction*, 11, pp. 12-18.
- [17] <https://developer.apple.com/augmented-reality/>

# Lazarillo, inclusión para todos

René Espinoza Jiménez  
Lazarillo  
rene@lazarillo.cl

## Resumen

*Lazarillo es un emprendimiento social que ha desarrollado una aplicación de celulares para que las personas con discapacidad visual se puedan mover autónomamente en la ciudad y en espacios interiores. Actualmente cuenta con más de 12 mil usuarios activos mensuales alrededor de 29 países en el mundo, con más de 90 mil usuarios registrados y está disponible tanto en Android como en IOs.*

*Nuestra misión es eliminar las barreras que impiden que las personas con discapacidades sean capaces de desplazarse con autonomía en los espacios destinados a la atención de personas, por lo que es absolutamente gratuito para sus usuarios finales y adicionalmente vendido a entidades con servicio a público. También tiene funcionalidades para personas con discapacidades motoras, auditivas y quien quiera que necesite una guía en sucursales o atención a público, contribuyendo a que los espacios de este tipo apunten hacia la accesibilidad universal.*

*Lazarillo is a social entrepreneurship that has developed a mobile app capable to guide people with visual disabilities so they can move autonomously through the city and indoor spaces. It has more than 12,000 active users in 29 countries, 90,000 downloads and is available for both Android and IOs.*

*Our mission is to eliminate the barriers that impede that people with disabilities are able to move autonomously in every kind of spaces for public use, which is why it is absolutely free for its end users and we additionally sell our services to make accessible spaces to entities with attention to the public. This also has useful functionalities for people with motor disabilities, hearing disabilities and whoever needs a guide in branches of attention to people, contributing to spaces of public use tend to universal accessibility.*

## 1. Introducción

Lazarillo es una plataforma diseñada para que las personas ciegas y con discapacidad visual se puedan desplazar con autonomía en las ciudades y en los espacios destinados para la atención a personas.

## 2. Problema

De acuerdo con los últimos datos de la Organización Mundial de la Salud, en el mundo hay alrededor de 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones vive con ceguera total. En Estados Unidos, de acuerdo a la investigación de Rohit Varma, MD y MPH publicado en JAMA Ophthalmology en 2015, se pronostica que para 2050 haya una población de 9 millones de personas con discapacidad visual, sextuplicando la población actual con discapacidad visual de ese país.

Sin embargo, y a pesar tanto de estos contundentes datos como de las legislaciones respecto a la inclusión de las personas con discapacidad vigentes en la mayoría de los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo, en su mayoría las personas con discapacidad visual siguen estando recluidas en sus hogares ya que se enfrentan barreras en sus entornos que involucran complejos aspectos socioculturales.

Como consecuencia de todo lo presentado anteriormente, aquellas entidades que tienen por propósito atender personas se encuentran en un complejo entredicho, tensionadas por una parte por la normativa que les exige adaptarse, por los costos que esto implica para sus empresas y finalmente por la ausencia de soluciones disponibles que sean efectivas tanto para ellos mismos como para sus usuarios.

### 3. Solución

Es por esto que hemos creado Lazarillo, una plataforma accesible, con una interfaz diseñada para que las personas con discapacidad visual puedan interactuar con ella. Su aplicación para celulares, LazarilloApp permite que nuestros usuarios reciban mensajes de voz con información relevante del entorno (entre otras funcionalidades) que les permiten desplazarse autónomamente tanto en ciudades como en espacios destinados a la atención de personas.

Esta plataforma permite que las personas con discapacidad visual tengan mayores grados de autonomía cuando se desplazan en las ciudades, lo que trae aparejado como consecuencia que puedan ir ampliando el rango de aquellas zonas y lugares por los que se desplazan sin asistencia, ya que con LazarilloApp pueden acceder por sí mismos a aquella información relevante de la ciudad que usualmente solo se encuentra disponible de manera visual.

Por lo tanto al usar LazarilloApp las personas ciegas tienen mayor seguridad cuando necesitan desplazarse en nuevos lugares con lo que van adquiriendo más visibilidad en la ciudad en general y en aquellos lugares habilitados para su uso en particular.

Si se tiene en consideración que usualmente las personas con discapacidad visual tienen restringido su movimiento autónomo exclusivamente a aquellas zonas de la ciudad en las que transitan con más frecuencia, se puede obtener que del uso de Lazarillo se produce una mayor visibilidad de las personas ciegas y con discapacidad visual.

Finalmente y una vez que ellos ya están ocupando nuevos espacios en las ciudades se ponen en evidencia todos aquellos elementos de la ciudad y de nuestra sociedad que deben trabajar por ajustes para una convivencia en que la inclusión sea un trabajo cada vez más protagónico.

### 6. Aspectos técnicos

El primer prototipo de esta solución fue el proyecto de tesis para postular al título de ingeniero de su fundador René Espinoza, en él se buscaba que las personas con discapacidad visual fueran capaces de identificar hacia dónde dirigía cada puerta con la que se encontraban. Para lograrlo fue desarrollando la solución mediante una metodología de iteraciones constantes en la medida que iba recibiendo retroalimentación de Miguel Gónzales, quien ya había trabajado en tecnologías asistivas y es ciego desde su

nacimiento por lo que contaba con una perspectiva relevante sobre la utilidad de la solución.

Ésta fue evolucionando hasta que Lazarillo fue capaz de definir rutas a través de las cuales las personas podían ser guiadas para llegar a sus destinos objetivos.

Para ambas funcionalidades y para todas las restantes que se fueron desarrollando posteriormente en la versión de Lazarillo Indoor, el funcionamiento elemental es en base a una interacción entre la plataforma de Lazarillo y la señal de bluetooth que es recepcionada por el smartphone, por su parte la plataforma es capaz de convertir esta señal en el mensaje respectivo más pertinente y así orientar al usuario. La plataforma se nutre con información levantada por nuestro equipo, que mapea las inmediaciones de nuestros clientes y pone a disposición de los usuarios la información estructural relevante de la sucursal.

La plataforma, como se mencionaba también con anterioridad, es capaz de guiar a las personas en espacios abiertos, como las ciudades ahí es capaz de hacer recorridos ya que se va nutriendo de múltiples bases de datos de mapas y mediante GPS va localizando al usuario en relación a su ubicación actual.

Es relevante indicar que las personas con discapacidad visual pueden utilizar acceder a la interfaz de LazarilloApp porque esta es capaz de relacionarse con los lectores de pantalla Talkback y Voiceover, nativos tanto en Android como en IOs.

Finalmente, en cuanto a los elementos técnicos que son más relevantes en este diseño, destaca por sobre todo el constante testeo con un grupo de usuarios beta, quienes son encargados de verificar las utilidades de la plataforma e ir entregando retroalimentación constante, de manera tal que se mantenga siempre el foco del desarrollo en ir brindando a los usuarios un servicio adecuado a sus requerimientos.

### 7. Tracción, usuarios, instalaciones.

Lazarillo fue lanzado en Septiembre del año 2016. A la fecha más de 90,000 personas han descargado la aplicación y de éstas al menos 12,000 la utilizan para sus trayectos con una frecuencia al menos mensual, mejorando sus niveles de autonomía. Según los datos de nuestra última encuesta de satisfacción a usuarios, realizada en 2018, el 92% de nuestros ellos afirma que efectivamente LazarilloApp ha aumentado sus grados de autonomía.

En estos 3 años hemos logrado habilitar 10 instituciones Chilenas y una Costarricense con los servicios de Lazarillo para instituciones, ellas suman un total de 61 locaciones a lo largo de todo Chile y 3 en la ciudad de San José, Costa Rica.

A la Fecha Lazarillo ha recibido múltiples reconocimientos, entre los que destaca el brindado por la fundación ZeroPreoject por ser una iniciativa innovadora y excepcional para las personas con discapacidades siendo premiados en las instalaciones de las Naciones Unidas en Vienna. Presentando a Lazarillo como iniciativa, nuestro CEO fue nombrado Fellow of Young leader of the America Initiative, y como Miembro del Collective Global Accelerator en Londres. Lazarillo también ha sido seleccionado dentro del programa de Young Founders de Westerwelle en Berlín; como semifinalista la final de los premios "Innovación Social" Mapfre en Madrid, NTT Data Innovation Challenge en Santiago. Actualmente formamos parte del programa Techdiversity en Tampa Bay Wave y hemos sido seleccionados para la ronda final de la Creative Business Cup en Dinamarca.

## **8. Urbanismo e inclusión**

Una de las características más relevantes de Lazarillo es su amplia difusión en el mundo en zonas altamente heterogéneas, es por esto que uno de los aspectos más desafiantes para nuestro emprendimiento en la actualidad está relacionado con ofrecer a las ciudades los recursos necesarios para pensar un urbanismo accesible.

Contamos con bases de datos no individualizadas, donde mediante información disponible en mapas de calor, podemos identificar las zonas de mayor tránsito y concentración de usuarios de LazarilloApp, esto es, personas con discapacidad visual. De esta forma podemos ir entregando retroalimentación sobre elementos relevantes para instituciones injerentes en temas de urbanismo y diseño de regulaciones urbanas como por ejemplo municipios o ayuntamientos.

## PLATAFORMAS DE INFORMACIÓN SOBRE ACCESIBILIDAD



# Mapping accessibility – a Method to Register and Survey the Status of Accessibility

Sven Michaelis<sup>a</sup>, Kathrin Bögelsack<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Norwegian Mapping Authority, [sven.michaelis@kartverket.no](mailto:sven.michaelis@kartverket.no)

<sup>b</sup> Norwegian Mapping Authority, [kathrin.bögelsack@kartverket.no](mailto:kathrin.bögelsack@kartverket.no)

## Resumen/Abstract

*La autoridad noruega de cartografía ha desarrollado un método estándar para la cartografía de la accesibilidad en áreas urbanas y recreativas. Nos centramos en los objetos. Los puntos, líneas y polígonos representan objetos en el entorno. Todos los datos se almacenan en una base de datos geoespacial, por lo que pueden presentarse como un WMS y analizarse utilizando el software GIS. A finales de 2018, más de 200 de los 422 municipios se mapean utilizando ese método. El objetivo de este proyecto es establecer un estándar nacional para el mapeo de la accesibilidad y facilitar una geodatabase que muestre el estado de la accesibilidad en toda Noruega. Los datos proporcionan una herramienta muy útil para las estadísticas nacionales, las autoridades locales de planificación, turismo y los usuarios privados.*

*The Norwegian mapping authority has developed a standard method for mapping accessibility in urban and recreational areas. We choose an object-orientated approach where points, lines and polygons represents objects in the environment. All data are stored in a geospatial database, so they can be presented as web map and analysed using GIS software. By the end of 2018, more than 200 out of 422 municipalities are mapped using that method. The aim of this project is to establish a national standard for mapping of accessibility and to provide a geodatabase that shows the status of accessibility throughout Norway. The data provide a*

*useful tool for national statistics, local planning authorities, tourism and private users.*

## 1. Background

In 2009, the Norwegian Government issued “Norway universally designed by 2025”, an action plan for universal design and increased accessibility [1]. The plan shows how the government will lay the foundation for achieving this goal through different time stipulated targets and measures.

The Norwegian Mapping Authority’s (Kartverket) was commissioned to collect and standardize data about the current situation in municipal centers and recreational areas and make these data accessible for statistics, areal planning and private users.

## 2. Method

We have set up a project-design based on a Finnish study [2]. The requirements were that all objects are saved together with their object features and their geographical information and the validation of accessibility should be based on measurable values.

It was necessary to find objects that represent the accessibility of an urban area. The objects should be common throughout the country and give a representative picture of the situation. The choice fell on the following elements in urban areas: entrances to public buildings, HC-parking spots, car parks, benches and the

system of walkways within municipal centers. In recreational areas, we selected objects like the path systems, picnic spots, fishing spots, toilets, huts etc (see Figure 1).

As main target group, we choose people with limited or no walking abilities. This is the group for which technical standards exist, that contain precise measurable values. We also register features that are relevant for an object's accessibility for the blind and partially sighted, but this is not yet our main focus. The existing technical standards for this group are difficult to use in practical survey, especially by voluntary field workers and municipal employees not trained on the topic.

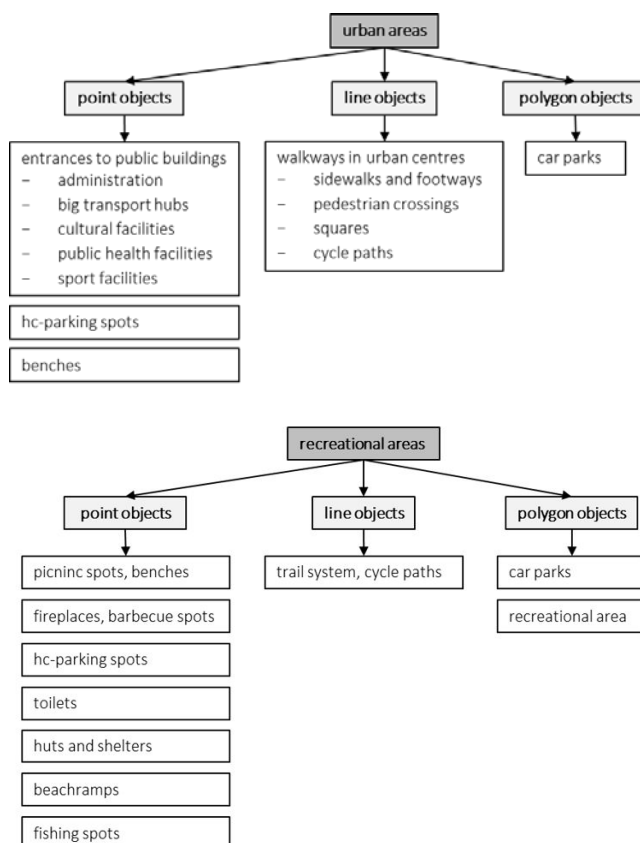


Figure 1: Overview over objects mapped in urban areas and recreational areas.

As a next step, we had to develop guidelines for mapping of objects including a classification scheme for the assessment of accessibility of each object following the technical standards set by the Norwegian Standard for universal design of developed outdoor areas [3] and the Guidance document for structural engineering (TEK17) [4]. Concerning people with impaired mobility these standards focus on manual wheelchairs as the group with the highest requirements and therefore the key group for Universal Design, i.e. areas accessible to manual wheelchair users are accessible for all people with limited or no walking abilities. We added the category electrical wheelchair, based on a wheelchair type for outdoor use [5].

The Classification scheme combines several object features into an overall assessment value for that single object, (e.g. features as inclination of ramp, door width, height of beam, height of door opener etc. define the accessibility the entrance to a building). Each object is assigned to one of the following categories: accessible, partially accessible, not accessible or not assessed.

During the pilot phase of the project the Norwegian Mapping authority carried out the initial data collection using mainly freelancers to map chosen communities throughout the country. The freelancers under-went extensive training and were supervised during the whole survey period. Since 2014, the project has gone over into the operation phase where the responsibility for mapping is handed over to the municipalities. It is still mandatory for each field worker to participate in a training and support is provided consistently.

In order to make mapping efficient an APP was developed. It can be installed on each Android tablet or mobile phone and is freely available for registered users. The APP allows digitizing the objects on a map back-ground, adding an object

picture, editing object features and giving an evaluation of accessibility.

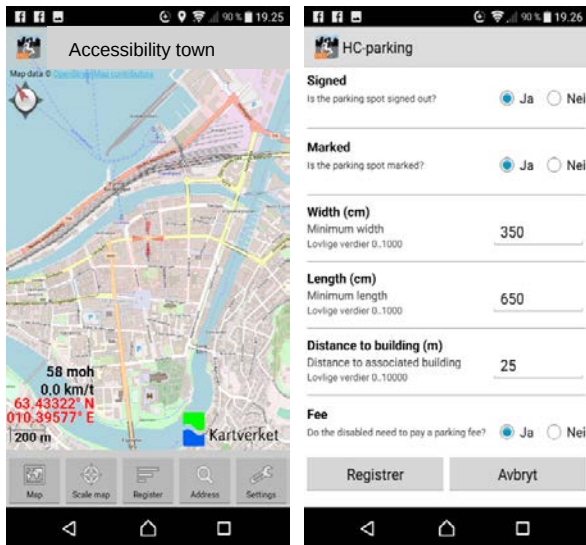


Figure 2: The user surface of the APP during digitizing and editing of objects (left) and during mapping of object features (right).

The field device export the data via cellphone network or Wi-Fi to a central server into a PostGIS database. 15 minutes after registration the data are visible on our open map-client “Norgeskart” <http://norgeskart.no/tilgjengelighet/>, and after 24 hours are distributed in various formats via Norway’s national map data portal GEONORGE ([www.geonorge.no](http://www.geonorge.no)).

We have used UML (Unified Modelling Language) to construct and visualize our data model (software Enterprise Architect). With the help of the UML model, its extension (GISTools for UML) and FME-based distribution software, the data can be harmonized and exported to various formats, like GML and SOSI (national data format in Norway). It is possible to download the data, to get a Web Map Service or Web Feature Service from GEONORGE. An annual reporting is also available in GEONORGE and can be used to see developments over time. Reports are generated for each municipality, county and for the entire country. Additionally one can get access to our data via our information page

<http://www.kartverket.no/en/geodataarbeid/Accessibility-and-universal-design/> and on “Norgeskart”.

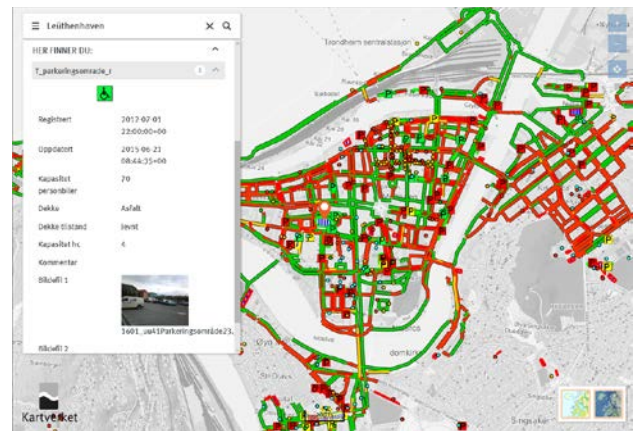


Figure 3: The data are distributed over our map-client “Norgeskart” and are there accessible for the public (red = not accessible, yellow = partially accessible, green = accessible). By clicking on an object, the object features show.

All mapped objects are then exported with their spatial information and measured values. This opens for:

- Publishing of data by standardized web services (public web maps, apps, etc).
- Spatial analysis, for example availability of accessible HC parking spots in a distance of 25m around the entrances to public health buildings.
- Feature analysis to determine why certain objects or a group of objects is not accessible.

Additionally storing objects with all their values and geographical information instead of just the derived information on accessibility has the following advantages:

- Evaluation of accessibility can be adjusted to possible future changes in standards/technology.

- The validation of accessibility can be calculated automatically from the measured values and thus making the results less prone to subjective errors.
- The database can be expanded, for instance with more categories of wheelchairs (wheelchairs for outdoor use etc.).

The focus on measurable values makes the mapping process easy and standardized and therefore increases the objectivity of the data. That makes it possible to, not only analyze and compare data within a municipality, but also to sum up bigger units like federal or national or compare different municipalities, towns etc..

### 3. Results

By the end of 2018 mapping was carried out in urban areas in 174 municipalities and recreational areas in 226 municipalities.

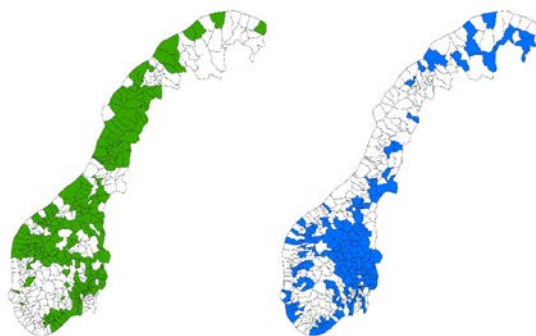


Figure 4: Map of districts with data in the accessibility database from the Norwegian mapping Authority. The map on the left shows data for recreational areas, the map on the right data in district centers and towns.

Analysis of the data shows that the overall accessibility in Norwegian municipalities is rather low. Only 4% of all HC-parking spots, 28% of all car parks, 5% of all entrances to public buildings and only 34% of all walkways are accessible for manual wheelchairs.

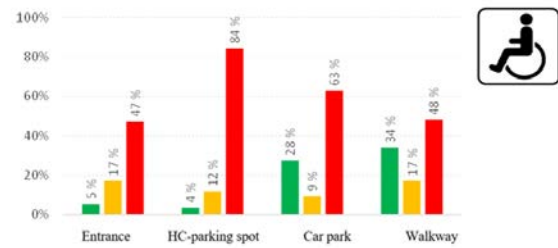


Figure 5: Results for urban areas in Norway (status 2018) for manual wheelchairs (green = accessible, yellow = partially accessible, red = not accessible).

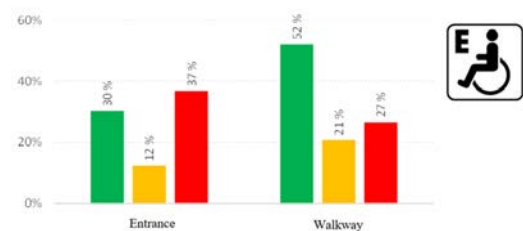


Figure 6: Results for urban areas in Norway (status 2018) for electrical wheelchairs (green = accessible, yellow = partially accessible, red = not accessible)

The comparison of the results for electrical wheelchair and manual wheelchairs show a clear difference between both groups for walkways and entrances (Figure 5 and Figure 6). That indicates that gradient and cross-fall are major problems.

Since all objects are mapped with their features, i.e. gradient for walkways, length and width for HC-parking spots gradient and railing for ramps etc. it is possible to precisely detect why objects are not accessible. The biggest problem with walkways for wheel-chair users is in fact the cross-fall with 53% of walkways meeting the requirements followed closely by gradient (76%) and width (79%). Only 3,7% of HC parking spots meet the requirements for size and only 29% of car parks have enough designated HC-parking spots. Entrances are not accessible because they do not have a HC-parking spot within 50m, have inaccessible ramps (80%) and either manual doors or no accessible door opener.

Naturally, in recreational areas, the problems are even bigger, as here the surface is often uneven, tracks get washed out after heavy rains and due to Norway's topography the gradient is very rarely below the required value. Only 25% of all mapped tracks are accessible for electrical wheelchairs and that are often just short sections and not coherent walkways or even round-trips. Other objects like fishing spots, toilets, huts and HC parking spots are mostly not accessible. Here ramps are either lacking, are too steep or lack railing. The threshold of toilets and huts are too high, doors are too narrow or the inside space is too small for wheelchairs. Car parks in recreational areas often have no HC-parking spots at all. However, when present, HC parking spots are more accessible in recreational area than in urban areas.

## **4. Discussion**

### **4.1 Method**

Even though the method was developed to make the validation as objective and standardized as possible, several factors limit data comparability. Whether a municipality is mapped and the amount of objects mapped is now solemnly decided by the districts administration.

Additionally, the borders of the urban centers and hence the surveyed area were originally established using data from Statistics Norway (<http://www.ssb.no/en/>) but now the municipalities have the chance to adapt the area according to their requirements. In the initial mapping, we focused on public buildings and recreational areas in or in the close vicinity of urban centers. However, some municipalities used the method also to map private businesses and recreational areas further away. That leads to an overrepresentation of interested municipalities in the data. Therefore, the data can also be used to reflect the engagement in the topic.

As the Mapping-APP is freely available for registered users, we have to trust that the method

is followed and that all participants feel an obligation towards the data quality and mapping standards required by the project.

We are also aware of the fact that people perceive and handle technical tools in a very different way. When asking the field workers for their experience we get very different feedback, ranging from rather complicated and difficult to self-explanatory, logical and intuitive. To minimize subjective validation and mapping mistakes we tried to make the method and the Mapping-APP as intuitive as possible, require that field workers attend a course before starting to map and offer supplementary training and supervision throughout the whole project. Nevertheless, our experience from several years of fieldwork showed the need to minimize amount of subjective assessments, in order to get reliable results. We therefore now use calculated validations based on the mapped object features but keep the field workers validation as well.

The mapping process requires certain training and practice. People often struggle to see the whole picture or fail to understand how the data are being processed within the database. Even a small section with a gradient of 12° makes a track inaccessible even though the rest might be just fine, as a gradient above a certain value is a criterion for exclusion. A picnic spot can be accessible but if it is placed in a middle of a field or on a sandy beach it still cannot be reached. That information has to be mapped as well as in that case the access way is the exclusion criteria. However, a walkway that meets the criteria for width for the most part, but has some narrow sections, with enough space for only one wheelchair, is still accessible as the requirements that two wheelchairs has to be able to pass each other does not necessarily apply to the whole length of the walkway. Yet,

the walkway must be mapped with the wider value to make the automatic validation work.

#### **4.2 Results**

In order to analyse the results no special skills are required but an understanding of the mapping method is necessary

Tracks and walkways for instance, are mapped in sections either when divided by crossings or when object features change. That means that a section can be just a few or many meters long. Mapping this way makes it easier to spot inaccessible areas, but also requires attention to that detail in data analysis. Additionally, it is important to have a basic knowledge of the technical standards the classification scheme is based on, i.e. to know which object features are crucial for the assessment of the two target groups and what the critical values are.

When comparing municipalities it also has to be considered, that some towns are less accessible simply because of old building structure or their topography.

Mapping, keeping the data updated and data use requires a certain continuity in staff responsible for the topic as well as financial support, something municipalities in Norway often do not have.

#### **5. Conclusion**

We are aware that the system is not perfect as it lies in the nature of standardization that complex data are simplified. However, we still believe our data are a valuable contribution to amongst others municipal and recreational planning and development of national statistics. Besides, with the increasing amount of people of all ages and abilities traveling it becomes increasingly important to consider accessibility as a key factor for the establishment of touristic infrastructure. The data can visualize accessibility of points of interests and show connections between those and transport

hubs or hotels. With this municipalities have a precise base for tourism planning.

Besides that, the mapping project had some unplanned side-effects. It provides knowledge about universal design for employees in the municipalities and brings forth conversation and discussion on the topic within the whole administration as well as initiating contact and co-operations with private organisations. These benefits remain in the municipalities even after the mapping has been completed. Universal design and accessibility is a truly interdisciplinary topic that engages people. By bridging the gap between data, administration, legislation and the private sector; health personal, economists, planners and geodata-people it shows that it is possible to make progress by working together across sectors and between public and private organizations. In many municipalities, we see that mapping triggers follow-up projects. The municipalities are not satisfied with the status and work to improve the situation. The data also shows that even with limited resources it is possible to make a difference, as it is often just a marking that is lacking or a handrail that has the wrong height. Additionally, the data collected through the mapping provide good arguments for political and budget discussions and are a valuable base for proposals for public and private funds.

## 6. Examples

The city of **Trondheim** has a long-term focus on creating a better living environment and increase the town's accessibility for all population groups. The mapping was a contribution to a set of base data for local planning that can be used to e.g. locate problems like lack of lighting, uneven surfaces, steep slopes, establish requirement for benches etc. Based on the data, the city of Trondheim started to improve cover and lighting of paths and to set up more benches.

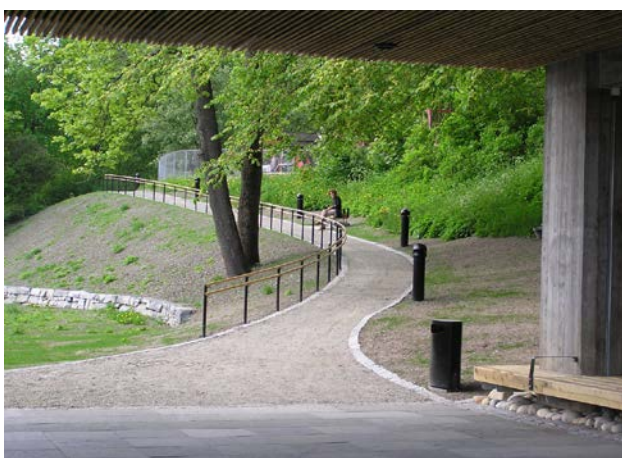


Figure 7: Part of an upgraded walkway along the river Nideelva in Trondheim.

The **Kyststi (coastal path)** is a several hundred kilometers long walkway along the south coast of Norway. The south coast is a popular summer destination for Norwegians and foreign tourists alike. The overall aim for that area was to improve the accessibility of the walkway and recreational hot-spots alongside it, e.g. bathing spots, parking and toilet access, landing stages. The mapping has for the first time given an overview of the status of the whole trail and helped to locate problems. This has initiated a substantial and ongoing improvement.



Figure 8: New bathing spot as part of the "Kyststi".

The city of **Arendal** set up a new web solution for a public information system based of the mapping results. The web map service presents the data to the public, publishing it on the municipality's website using ArcGIS Online. This platform has become a tool to make priority lists for projects that aim at increasing accessibility in cooperation between the city and the council for people with disabilities.

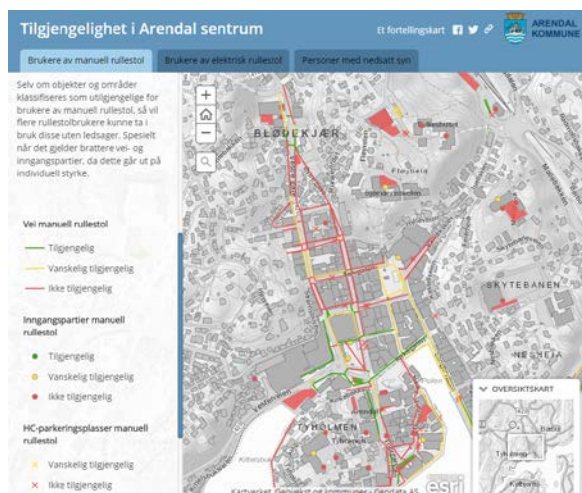


Figure 9: Web map service in Arendal

## 7. References

- [1]. The Norwegian Government, Norway universally designed by 2025 – The Norwegian government's action plan for universal design and increased accessibility 2009-2013, Publication number: Q-1159 E, Norwegian Ministry of Children and Equality Oslo, 2009. Retrieved from: <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/bld/ned-satt-funksjonsevne/norway-universally-designed-by-2025-web.pdf>.
- [2]. A.N. Laakso, M., Sarjakoski, T, Lehto, L.& T.Sarjakoski, An Information Model for Pedestrian Routing and Navigation Databases Supporting Universal Accessibility, Cartographica 48:2 (2013), 89-99.
- [3]. Standard Norge, Universal design of developed outdoor areas - Requirements and recommendations. Norsk Standard NS 11005:2011, Standard Norge Lysaker, 2011.
- [4]. Direktorat for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift (TEK17), 07/2017. Retrieved from: [https://dibk.no/globalassets/byggteknisk-forskrift-tek17/veiledning-til-byggteknisk-forskrift-tek17-01.07.2017\\_oppdatert-12.12.2017.pdf](https://dibk.no/globalassets/byggteknisk-forskrift-tek17/veiledning-til-byggteknisk-forskrift-tek17-01.07.2017_oppdatert-12.12.2017.pdf)
- [5]. Norsk Arbeids- og velferdsetaten (NAV), Elektriske rullestoler – et temahefte om formidling av elektriske rullestoler. Rikstrygdeverket, 2000. Retrieved from: <https://www.nav.no/no/Lokalt/Oslo/NAV+Hjelpemiddel+sentral+Oslo+og+Akershus/Lokal+informasjon/temahefter--384987>

# **TravelAble: Empowering people to experience the world – no matter if they have a disability or not.**

Holger Dieterich, Svenja Heinecke, Raul Krauthausen  
Sozialhelden e.V.  
[holger@sozialhelden.de](mailto:holger@sozialhelden.de)

## **Abstract**

*People of all abilities have the right to travel, enrich their lives with experiences on a journey and to see the beauty and variety of nature and culture around the world. What hinders people with disabilities to fully make use of this right is the lack of information available as to whether their desired travel destinations are suitable for their needs. That is why Sozialhelden e.V. is developing "TravelAble", a new app that enables travelers of all abilities around the world to contribute and discover detailed information on the accessibility of tourist locations.*

*TravelAble builds on the data and technology of our platform Wheelmap.org, which with its more than 900,000 rated public places is the world's largest free database on wheelchair accessibility. TravelAble contains additional information for people who have disabilities other than mobility impairments and focuses on places in the tourism sector.*

*The innovative, sustainable aspect of TravelAble lies in its crowd-sourced, community-based character: businesses, locals and tourists – with and without disabilities – will encounter each other and together collect and share local accessibility information to contribute to the completeness, relevance and accuracy of easily available accessibility information. That way, users of the app and the data will be empowered to become "pro-sumers" – producing and consuming information at the same time and thereby creating a data collection that future visitors and local residents with disabilities will benefit from – in the (tourism) industry and in the diversity of their hometown – even after the tourists have left.*

*Our overall goal for TravelAble is to create an open data standard and an API, ready to be adopted even by large commercial players in the travel industry. In this way, we will close the information gap in the tourism industry and create an atmosphere where people of all abilities feel welcome as guests.*

*Las personas de todas las capacidades tienen derecho a viajar, enriquecer sus vidas con experiencias en un viaje y ver la belleza y variedad de la naturaleza y la cultura en todo el mundo. Lo que impide a las personas con discapacidad hacer pleno uso de este derecho es la falta de información sobre si los destinos de viaje que desean son adecuados para sus necesidades. Por eso, Sozialhelden e.V. está desarrollando "TravelAble", una nueva aplicación que permite a los viajeros de todo el mundo contribuir y descubrir información detallada sobre la accesibilidad de los lugares turísticos.*

*TravelAble se basa en los datos y la tecnología de nuestra plataforma Wheelmap.org, que con sus más de 900.000 lugares públicos clasificados es la base de datos gratuita más grande del mundo sobre accesibilidad para sillas de ruedas. TravelAble contiene información adicional para personas con discapacidades distintas a las de movilidad y se centra en lugares del sector turístico.*

*El aspecto innovador y sostenible de TravelAble radica en su carácter comunitario: las empresas, los habitantes locales y los turistas, con y sin discapacidades, se encontrarán entre sí y juntos recopilarán y compartirán información local sobre accesibilidad para contribuir a la exhaustividad, relevancia y precisión de la información sobre accesibilidad de fácil acceso. De esta manera, los*

*usuarios de la aplicación y los datos podrán convertirse en "pro-consumidores" - produciendo y consumiendo información al mismo tiempo y creando así una colección de datos de la que se beneficiarán los futuros visitantes y residentes locales con discapacidades - en la industria (turística) y en la diversidad de su ciudad natal - incluso después de que los turistas se hayan ido.*

*Nuestro objetivo general para TravelAble es crear un estándar de datos abierto y una API, lista para ser adoptada incluso por los grandes actores comerciales de la industria del turismo. De esta manera, cerraremos la brecha de información en la industria del turismo y crearemos un ambiente donde personas de todas las capacidades se sientan bienvenidas como huéspedes.*

## 1. The Problem

When people with disabilities travel, they need specific information on the places they plan to go to. Can I get into this museum with my wheelchair? Will my assistance dog be allowed into that restaurant? Does the theatre offer an induction loop for my hearing aid?

This information is often not available within the tourist industry, and when it is, it is not easy to find or not comprehensive enough. The World Tourism Organization of the United Nations states in their report[1] in 2016 that “there is a persistent lack of information regarding the accessibility of tourism facilities and services. Even when such information is provided, its reliability tends to be questionable at times. Accurate and updated information concerning accessible products, services and facilities should be systematically collected and made available so as to enable customers” to have good travel experiences.

Around 15 % of the world’s population, or an estimated 1 billion people, live with disabilities, according to the UN[2]. People with disabilities are the world’s largest minority. According to the European Network for Accessible Tourism, the accessible tourism market is worth €150 billion in Europe alone[3]. At the same time, “around 50% of people with a disability would travel more if they could be sure more accessible facilities were available”, says Lonely Planet[4].

But hotels and other service providers of the local tourism industry and large mainstream platforms and booking sites don’t know how to describe and report on the accessibility of facilities and services. There is no standard that meets the needs of customers with disabilities. A “disability friendly” or “wheelchair accessible” checkbox (found on Booking.com for example) is too broad to be useful. A whole list of 160

criteria is also overwhelming for both providers and customers.

So, how to tackle this problem?

## 2. Potential Solution

We are increasing the amount of relevant and accurate data available to people with disabilities by:

- defining an open standard for accessibility information of places for different disabilities. This taxonomy will be used by us as well as by mainstream booking platforms, map apps and other apps that provide information on places.
- developing the TravelAble app, that makes it possible for disabled travelers and their allies around the world to report and discover detailed information on the accessibility of tourist locations.
- creating and carrying out campaigns to involve people with disabilities and service providers in the tourism industry as well as our network of partners in order to raise awareness and spread the use of the app.

Why we think this is innovative:

- It is inclusive: we fully involve people with disabilities in the entire process to understand their needs
- It is easy: the app can be used by anyone to contribute data
- It is open: the data and the standard can also be implemented by other organizations and businesses.

## 3. Potential Partnerships

### 1. Our users

We are the creators of Wheelmap.org, which is the world's largest free database with information on wheelchair accessibility, with more than 900,000 rated public places (launched in 2010). It is completely crowdsourced by our users. It is available in 25 languages for Web, iOS and Android.

### 2. Our network

In 8 years of running Wheelmap.org, we have created a huge network of activists, politicians, businesses and media experts, not only in Germany but also in Europe and abroad, for example in previous project “My Accessible EU” and in the international campaigns of “MapMyDay”. The World Tourism Organization of the UN (UNWTO) and the European Network of

businesses and media experts, not only in Germany but also in Europe and abroad, for example in previous project “My Accessible EU” and in the international campaigns of “MapMyDay”. The World Tourism Organization of the UN (UNWTO) and the European Network of Accessible Tourism (ENAT) belong to our partners and were involved in the promotion and public relations for previous events and campaigns. We also built the backend service “Accessibility.Cloud”, where we unify information about 1.4 million places from 90 partner sources into one API. Our main partners for Accessibility.Cloud are NGOs like the American AXSmap, the French J'accède, the Czech Vozejkmap to name just a few, all involved in crowdsourcing accessibility information with their own communities. The United Nations has used the Accessibility.Cloud data for its UN Flagship Report on Disability and Development 2018[5].

### 3. Mainstream Businesses

Businesses like Foursquare, HERE Maps and Parkopedia share their data collections with us. Mercedes-Benz uses this data to help car drivers navigate to accessible places (a service in the pilot phase) and ImmobilienScout24 uses the data to help people who are looking to move find a place to live with accessible places nearby.

## 4. Potential Impact

Our long term impact goal is to make the human right of inclusion a reality in the travel sector:

- People with disabilities will be able to rely on tourism and accommodation information specific to their needs and will thereby be enabled to travel just like anybody else. We will measure the use of this information by the use of the TravelAble App and by how often the new standardized criteria are used to improve the coverage and relevancy of accessibility data.
- Aggregators and other data providers include and contribute accessibility information and regard this as essential to satisfy their customers. In the spirit of Disability Mainstreaming they see the business value of serving people of all abilities.
- Diversity is the “new normal”: People with and without disabilities can travel together. People with and without disabilities naturally encounter each other at tourist sites and when using touristic services.

## 5. Scalability

The project TravelAble is scalable on a global and on a local level:

On the global level, the technical infrastructure provides a high degree of scalability because:

1. In addition to the app, we offer an API for data retrieval and contribution by third parties. We believe this will quickly become bigger than the TravelAble app itself.
2. The criteria feeding into the taxonomy can be adapted and extended in the future.
3. The data taxonomy is universal and can be applied worldwide.
4. The data taxonomy will be available as an open standard that can be used by non-profit and for-profit organizations alike.
5. Data collections from more sources can be included and displayed on different user interfaces.
6. The progressive web app can be used everywhere where people use mobile phones. The interface can be translated into other languages easily.

On the local level, we rely on scalable communication and training processes by conducting train-the-trainer sessions to empower local “TravelEnablers” to run mapping events. And by creating a simple, repeatable mapping event concept using recommendations for its set-up, accessible venues, the agenda, the handouts, the mapping briefing presentation etc.

There are many synergies between TravelAble and Wheelmap. For example we will display the data from one platform on the other. The projects will also share the core code base, so improvements in one will help the other as well. That is how the TravelAble app will stay in use.

If TravelAble is not successful in terms of its measurable effects, we will compile our lessons learned, including a critical reflection of our key assumptions and our strategy and our activities. Topic-wise we will have gained many new insights into how the tourism industry works and how it approaches the topic of accessibility. We think our approach is the most promising one for tackling this challenge.

## 6. Outlook

TravelAble is still a very young project and we welcome and actively seek feedback and partnerships. We look forward to this learning journey and hope that

## 7. References

- [1] World Tourism Organization, *Recommendations on Accessible information in Tourism*, UNWTO, Madrid, 2016
- [2] World Health Organization, *World report on disability*, WHO, Geneva, 2011.
- [3] University of Surrey and European Commission, *Economic impact and travel patterns of accessible tourism in europe – final report*, European Commission, 2013.
- [4] retrieved from <https://www.lonelyplanet.com/travel-tips-and-articles/travel-for-all-join-lonely-planets-accessible-travel-project/40625c8c-8a11-5710-a052-1479d27654bf>
- [5] United Nations, *Realization of the Sustainable development Goals by, for and with Persons with disabilities UN flagship report on disability and development*, 2018

## 8. Copyright

This document is licensed as “Creative Commons Attribution 2.0” [creativecommons.org/licenses/by/2.0](https://creativecommons.org/licenses/by/2.0)

## TECNOLOGÍA SOCIAL



## **RVOmmm: Relajación a través de la Realidad Virtual**

Eva María García-Miguel Berrio

Centro de Día APAM

[evagarcia.to@apamja.org](mailto:evagarcia.to@apamja.org)

Yolanda Hernández Porras

ASPAYM Madrid

[terapiaocupacional@aspaymmadrid.org](mailto:terapiaocupacional@aspaymmadrid.org)

Ana Peñalver Blanco

Fundación Tecnologías sociales TECSOS

[apblanco@fundaciontecsos.es](mailto:apblanco@fundaciontecsos.es)

Jorge Mozún Ponce

Centro de Día APAM

[jam\\_van@hotmail.com](mailto:jam_van@hotmail.com)

### **Resumen**

*En nuestro día a día nos enfrentamos con elementos estresantes que alteran nuestro equilibrio mental, procedentes del entorno como como de las circunstancias que se generan allí. En ocasiones este ritmo se vuelve muy exigente especialmente para las personas que sufren algún tipo de discapacidad, ya sea física, mental o sensorial. Situaciones cotidianas suponen para la persona con discapacidad una “carrera” de obstáculos que les provoca tensión y sentimientos de incapacidad. Las propias patologías derivadas de la propia enfermedad, no les permiten relajar sus músculos, y viven en un constante “estrés físico”, con dolores y espasmos que les impiden realizar diferentes actividades de forma funcional o simplemente estar en estado de reposo. “RVOmmm, Relajación a través de la realidad Virtual”, pretende incidir positivamente en la vida de las personas con discapacidad fomentando la relajación para producirles un bienestar positivo en la propia salud física y emocional.*

### **Abstract**

*Our everyday life we are faced with elements that alter our mental balance, the environmental conditions as well as the circumstances that occur there. Sometimes this rhythm becomes very demanding especially for people who are in the same type of disability, whether physical, mental or sensory. Everyday situations suppose for the disabled person a "career" of the obstacles caused by tension and feelings of disability. The own illnesses derived from the own disease, does not allow them to relax their muscles, and to live in a constant "physical stress", with pains and spasms that prevent to realize different activities of functional form or simply to be in state of rest. "RVOmmm, Relaxation through virtual reality", aims to positively impact the lives of people with disabilities that promote relaxation to produce a positive well-being in one's physical and emotional health.*

## 1. Introducción

“Conectados por la accesibilidad” es una comunidad de personas, entidades y organizaciones que pretende a través de las TICs (Tecnologías de la Información y la comunicación), ser un referente para procesos de Transformación Digital en los entornos de las personas con discapacidad para favorecer una plena inclusión en la sociedad. Se ha puesto en marcha por la Fundación Vodafone España de la mano de entidades sociales. Actualmente participan más de 150 entidades locales y más de 2500 personas con discapacidad y profesionales comparten sus experiencias y proyectos. El proyecto RVommm nace de la inquietud de tres entidades, que deciden presentar un proyecto de Relajación a través de Realidad Virtual a la Fundación Vodafone. Las entidades participantes son:

1. La Fundación Tecnologías Sociales, TECSOS, es una entidad sin ánimo de lucro impulsada por Cruz Roja Española y Fundación Vodafone España, con el fin de dar respuestas sociales mediante la innovación tecnológica a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación contribuyendo a la mejora de las competencias de las personas. Colabora de manera activa en el proyecto, principalmente en las fases iniciales: puesta en marcha de la tecnología y sesiones de usabilidad con las personas usuarias. La experiencia de TECSOS en el marco de su proyecto Orientatech será puesta a disposición de esta iniciativa para poder valorar el potencial y los puntos de mejora de la tecnología utilizada.
2. La Asociación APAM, entidad social sin ánimo de lucro que atiende a personas con discapacidad física y que ofrece diferentes servicios para proporcionar una atención integral a sus socios y familias. Actúa como coordinadora del proyecto, apoyando en todas las etapas de planificación, ejecución y cierre. La entidad fomenta que todos los procesos se vayan cumpliendo, y solventando las dificultades que puedan surgir, siempre en colaboración con el resto de entidades.
3. La Asociación ASPAYM Madrid, entidad social sin ánimo de lucro que atiende a las personas con lesión medular con ámbito de Comunidad de Madrid y que realiza proyectos y acciones para mejorar la calidad de vida de sus socios y familias. Actúa como entidad participante, llevando a cabo las mismas actividades que la Asociación APAM en cuanto a la ejecución de las sesiones con los usuarios, informando del desarrollo de su actividad y poder conseguir una ejecución óptima del proyecto. Además, dada la previa experiencia en el uso de las nuevas tecnologías se podrán aportar conocimientos y métodos de trabajo óptimos para conseguir los diferentes objetivos.

El proyecto RVommm que se ha iniciado en el mes de octubre de 2018 y finalizó en junio de 2019, pretendía distender el organismo, disminuir el estrés mental y muscular, favorecer una estimulación sensorial positiva, facilitar un estado de bienestar y tranquilidad, entre otros aspectos. Como fin último, se pretende conseguir un desempeño óptimo de las actividades a las que se enfrentan diariamente, intentando evitar esos sentimientos negativos y afrontando los problemas desde otro punto de vista. La Realidad Virtual es una herramienta muy útil que se está introduciendo en los cuidados de la salud para tratar temas diferentes (dolor, ansiedad, fobias, etc.). Esta tecnología particularmente inmersiva ofrece al usuario ambientes virtuales donde el usuario no es simplemente un observador externo y pasivo, sino que se convierte en participante activo en un mundo virtual. A diferencia de otros métodos de relajación, el entorno virtual facilita al usuario con discapacidad escenarios donde no existen las barreras. Ofrece la oportunidad de explorar universos alternativos a través de paisajes y entornos variados sin tener que imaginarlos, lo que lo hace más accesible a cualquier usuario, sea cual sea su discapacidad.

## 2. Estado del arte de la Realidad Virtual para el sector social

La Realidad Virtual (RV), es una tecnología emergente que se presentó en la sociedad como un potente recurso para el entretenimiento y el marketing especialmente. En los últimos tiempos, las aplicaciones de esta tecnología han mostrado su cara más social, ofreciendo soluciones a ámbitos como el de la salud o la educación. En la actualidad está disponible para todos los consumidores, desde precios como los 26 euros, a través de una variedad de dispositivos que proveen una simulación de 360 grados. [1] Esta novedad tecnológica permite a los usuarios explorar la prehistoria, visitar los lugares más recónditos del planeta o volar como haría un superhéroe. Las posibilidades que esta nueva tecnología ha ofrecido a la población en general son muy significativas, pero se muestra prometedora en la aplicación de la atención terapéutica, y especialmente para aquellos colectivos con discapacidad, que pueden encontrar limitaciones para la movilidad o accesibilidad. Algunas investigaciones apuntan a aspectos favorecedores como es el enfoque inversivo, como puede ser el efecto del propio entretenimiento que genera la RV para la gestión del dolor. [2]

Son varias las empresas y entidades que se han sumado a este tipo de tecnología con fines sociosanitarios y de salud. Ante el reto que nos presentaba el proyecto de RVOmmm, en una primera fase, se exploraron diversas soluciones, que a continuación mencionamos:

- El método Foren, es una terapia basada en la Realidad Virtual, cuyo foco es que los pacientes con lesiones neurológicas sobrevenidas (como el ictus y la esclerosis múltiple) o accidentes (lesión medular, traumatismo craneoencefálico, etc.), puedan recuperar la sensibilidad y el control motor. Su hipótesis es que la RV es capaz de "engañar" al cerebro para que estimule el sistema nervioso, acelera la recuperación y rehabilitación de los pacientes con lesiones neurológicas sobrevenidas. [3]
- Psious, es una empresa con una solución basada en aplicar la RV a la salud mental en el tratamiento de fobias y ansiedad. Su propuesta es entrenar el cerebro en un contexto que no es la realidad que conocemos, pero es lo más cercana, y así trabajarlo en un entorno seguro. El tratamiento es gradual, exponiendo poco a poco al paciente a las causas que le provocan el desasosiego y monitorizando su reacción para dar los próximos pasos. [4]
- PsicoVR, es un software desarrollado para gafas de realidad virtual (RV) y destinado al tratamiento psicológico de fobias, estrés o pánico. Ayuda a los pacientes a afrontar sus miedos a la vez que lo hacen en un contexto seguro y controlado. Además, posibilita que el usuario experimente incluso un grado de exposición superior al que sería posible en vivo. Esta misma empresa tiene otra solución a medida para usuarios con discapacidad motora y cognitiva, basada en escenarios específicos, para que puedan vivir experiencias a las que nos pueden acceder habitualmente: como visitar lugares que no conocen y les gustaría conocer, ir a un concierto, a la playa. [5]
- Momentos VR de Humantiks, que consiste en experiencias interactivas de Realidad Virtual Inmersiva para promover el bienestar emocional en las personas. El usuario interactúa en diferentes situaciones imaginarias para alcanzar un estado emocional deseado. Se utilizan técnicas de relajación y programación neurolingüística

para ayudar a la persona a afrontar situaciones que puedan generarle estrés y ansiedad. [6]

- Oroí es un canal de Realidad Virtual con experiencias de estimulación cognitiva dirigidas a trabajar las emociones en las personas mayores. Las experiencias inmersivas están adaptadas a los intereses y gustos del colectivo al que va dirigido, y la evolución de su producto tiende a una plataforma para la estimulación cognitiva. [7]
- VirTEA es una aplicación de Realidad Virtual móvil que recrea distintos escenarios de la vida de una persona con Trastorno del Espectro Autista (TEA) con el fin de facilitar la manera de afrontar situaciones fuera de su rutina habitual como, por ejemplo: ir al médico, cortarse el pelo, esperar el autobús, hacer un viaje, etc. [8]
- Virtual Rehab body y hands de la empresa Evolv. Evolv es un fabricante de productos sanitarios especializado en el desarrollo de soluciones tecnológicas para la rehabilitación. Su solución, consiste en conjunto de módulos de terapia para la rehabilitación de las extremidades superiores e inferiores, que puede ser utilizado en consultas internas, externas y en casas. El sistema ha sido diseñado para incluir contenido para un amplio rango de habilidades para diferentes enfermedades neurológicas. [9]

Las soluciones tecnológicas de cada plataforma o solución, varían de gafas de RV que necesitan un teléfono móvil, a aquellas que son standalone, o que cuentan con diferentes dispositivos hápticos, como guantes o controladores que proporcionan sensaciones más inmersivas y a su vez, que permiten obtener más datos sobre la eficacia de los métodos.

A la hora de seleccionar una alternativa tecnológica, se optó por valorar aquellas que tenían contenidos personalizados, o aquellas que ofrecían estimulación adicional como sonidos o vibración.

### 3. Descripción general de RVOmmm

RVOmmm busca conseguir mejorar la situación psicosocial de los participantes a través del uso de la realidad virtual, proporcionando espacios virtuales, accesibles y motivadores, que consigan reducir niveles

de ansiedad, estrés o agitación y por lo tanto aumentar la sensación de bienestar. Esta mejora en su estado anímico, se ha aprovechado para mejorar la implantación de otras terapias habituales y potenciar el rendimiento en sesiones de fisioterapia, terapia ocupacional o similares. Al igual que en las sesiones, les ha proporcionado herramientas para mejorar su estado anímico en su vida diaria, mejorando su así su desempeño personal y social.

Para conseguir este resultado, se ha utilizado unas gafas de realidad virtual, un sensor de biofeedback y varias plataformas con contenidos relacionados con el Mindfulness y/o la relajación.

### 3.1 Perfiles de usuarios

El perfil de los participantes del proyecto ha sido muy heterogéneo. En los siguientes apartados comentamos los datos más significativos.

#### - Edades y sexo de los participantes:

Las edades de los participantes han oscilado entre los 20 años y los 65 años, con una edad media de 46 años.

En cuanto a la participación por sexos, ha sido ligeramente más alta la participación masculina.

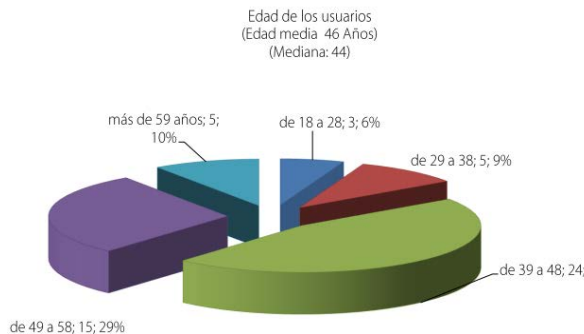


Imagen 1. Gráfico que explica las edades de los participantes

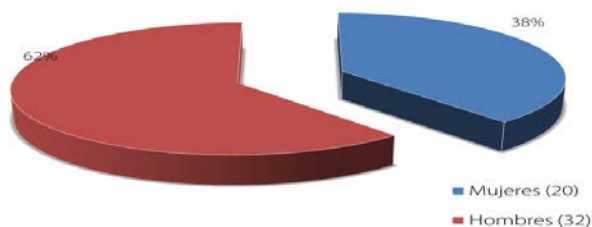


Imagen 2. Gráfico que contiene la participación por sexos.

#### - Enfermedades causantes de discapacidad:

Los participantes en el proyecto son personas diversidad funcional con diferentes patologías y diferentes grados de dependencia. Algunas de las enfermedades más presentes son:

- Lesiones medulares
- Parálisis Cerebral
- Traumatismos craneoencefálicos
- Enfermedades raras

#### - Dificultades de Movilidad:

Todos los participantes tienen dificultad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria por limitaciones en el área motora. En su mayoría utilizan silla de ruedas para sus desplazamientos, ya sea manual o eléctrica, y otro porcentaje importante necesita de un apoyo para caminar ya sea andador o la ayuda de otra persona.

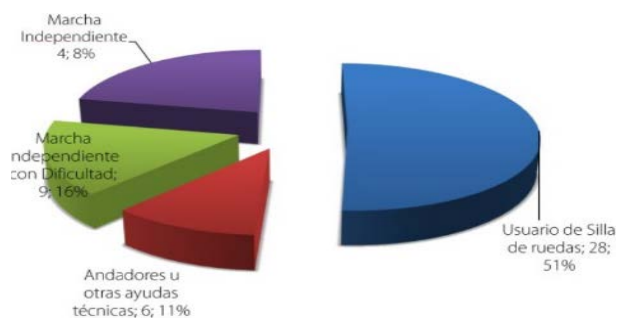


Imagen 3. Gráfico que muestra los porcentajes de problemas de movilidad de los participantes.

#### - Grado de discapacidad y dependencia:

En la siguiente gráfica mostramos los grados de discapacidad de los participantes, refiriéndonos a la limitación que tiene su autonomía. Más de la mitad de los participantes tienen una limitación superior al 50%, y un 35% entre el 85-100%, lo que significa que en la mayor parte son personas con grandes dificultades para llevar a cabo su vida de forma autónoma.

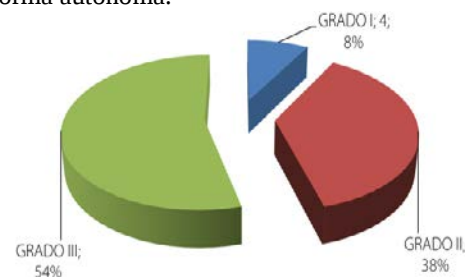


Imagen 4. Gráfica con grados de discapacidad.

En la imagen 5 se muestran los datos acerca de los grados de dependencia, donde se puede ver que más de la mitad de los participantes tienen un Grado III de dependencia, considerado como Gran Dependencia, porque la persona necesita ayuda para realizar varias actividades de la vida diaria varias veces al día o apoyo generalizado para su autonomía personal.

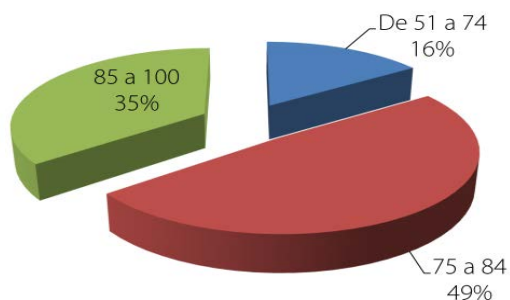


Imagen 5. Gráfica con Grados de Discapacidad.

### 3.2 Solución tecnológica

La alternativa tecnológica que se ha utilizado en el proyecto RVOMmm es la plataforma desarrollada por Psious. El núcleo tecnológico del sistema es una plataforma de Realidad Virtual (RV), <https://toolsuite.psious.com>, junto con los dispositivos necesarios para generarla: las gafas Samsung Gear VR con los smartphones adecuados y unos sensores de biofeedback con los que medir la conductancia de la piel del paciente.



Imagen 6. Panel de gestor de contenido de Psious.



Imagen 7. Gafas de Realidad Virtual y Smartphone.



Imagen 8. Sensores de biofeedback.

La dinámica para el funcionamiento de las sesiones que se propone, es que el paciente o persona usuaria utilice las gafas de realidad virtual para visualizar los contenidos que propone el profesional.

En relación a los contenidos, se adaptan a varios trastornos, los principales son Ansiedad, Fobias Específicas, Trastornos de Alimentación, Relajación, Mindfulness, Distracción del Dolor, Psico-Educación, TDAH; TOC y EMDR y tiene hasta 70 entornos terapéuticos.

Existen una serie de parámetros que se pueden ajustar durante la sesión, para incrementar por ejemplo los movimientos, la velocidad, el sonido, la aparición de unos u otros contenidos, etc... para generar así las sensaciones buscadas en el usuario.

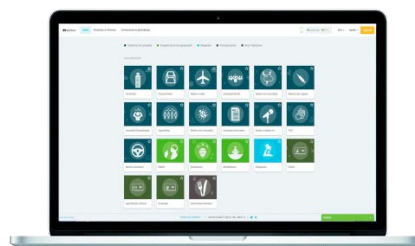


Imagen 9. Panel de contenidos de Psious.

Además de controlar lo que el paciente ve en tiempo real, se puede hacer seguimiento de sus parámetros biológicos, para medir así sus niveles de ansiedad. Los resultados e informes de cada persona, se almacenan, para tener así un histórico de las sesiones.

### 3.2 Elementos clave para accesibilidad

La elección de estas soluciones se ha tomado debido a que la realidad virtual nos garantiza un entorno sin barreras donde el participante puede realizar inmersiones en espacios donde podrá interactuar libremente. Además, el gran contenido de material

libre o de bajo coste, sumado a la plataforma elegida para la realización del proyecto, nos ha permitido encontrar contenidos ajustados a las demandas o necesidades de cada usuario/a, de tal forma que hemos podido captar su atención y por lo tanto motivar para que la terapia sea efectiva y estimulante.

Ha sido necesario tener en cuenta para la realización del proyecto varios factores importantes y relacionados con el colectivo al que va dirigido el proyecto. Al encontrarnos personas con movilidad reducida, ha sido necesario contar varias posibilidades y situaciones que han determinado como se han desarrollado las sesiones. Los diferentes perfiles que nos hemos encontrado, partiendo de la base de su capacidad funcional conservada, se diferencian en:

- Personas usuarias de silla de ruedas con movilidad en miembros superiores: En estos casos no ha sido necesaria una intervención importante, solo supervisión por parte del profesional para el lanzamiento de las escenas. El usuario entiende las órdenes, y puede el mismo colocarse las gafas, dirigir la vista hasta el menú y seleccionar el contenido deseado o proporcionado por el profesional. El usuario puede moverse libremente explorando las escenas libremente, moviendo incluso la silla de ruedas, en espacios acotados y bajo la supervisión del profesional.
- Personas usuarias de silla de ruedas sin movilidad en miembros superiores: En estos casos, el apoyo por parte del profesional ha sido mayor. Requiere la colocación de las gafas, ajuste de visión, elección de escenas o uso del touchpad de las gafas. En ocasiones hay más dificultades para mover la musculatura del cuello y permitir una visión más completa de la escena.
- Personas usuarias sin comunicación verbal ( con y sin silla de ruedas): Puede o no puede existir movilidad en miembros superiores. En estos casos, se hace necesario contar con sistemas aumentativos o alternativos de comunicación y establecer sistemas propios para garantizar que el usuario/a nos haga llegar la información al respecto de cómo se está desarrollando la sesión o sobre su estado previo o posterior a la misma. Para ello hemos elaborado diferentes materiales con pictogramas, facilitando al usuario su comunicación.

#### 4. Metodología de desarrollo

En las entidades de APAM y ASPAYM Madrid, se programaron sesiones quincenales para los participantes. Tras una primera valoración inicial donde explicamos el proyecto a los participantes, iniciando las sesiones de Relajación y Mindfulness,

eligiendo los entornos de la plataforma Psious más adecuados a cada caso.

Las sesiones han tenido una duración media hora, y están coordinadas por un técnico (Fisioterapeuta/ Terapeuta ocupacional). Al finalizar la sesión hemos recogido la opinión del participante y su grado de satisfacción. Inicialmente utilizamos los sensores de biofeedback para una medición objetiva de la efectividad de las sesiones, se lo mostrábamos al usuario y comentábamos con él los resultados. Tras varias sesiones viendo que no había cambios significativos dejamos de utilizar los sensores, aunque siempre recogíamos la percepción subjetiva del usuario durante la sesión.

A los tres meses de la puesta en marcha del proyecto realizamos una valoración de seguimiento del proyecto, consultando a los participantes su grado de satisfacción. En base a sus respuestas y a las necesidades mostradas, optamos por ampliar la oferta de contenidos, y variamos las sesiones ligeramente de tal manera que se iniciaba con un contenido que el propio participante elegía y acabábamos con una relajación.

#### 4.1 Metodología de validación tecnológica

Para la valoración tecnológica se ha utilizado la metodología propuesta por el programa Orientatech, una iniciativa sin ánimo de lucro cuyo principal objetivo es cubrir la necesidad de información acerca de las soluciones y productos TIC existentes en el mercado que pueden ser de utilidad para fomentar la autonomía personal y el envejecimiento activo. A través de [www.orientatech.es](http://www.orientatech.es), se ofrece un 'Orientador' de Tecnologías Sociales, con un motor de búsqueda que permite filtrar los productos en función de las necesidades, del tipo de tecnología o el área de intervención.

El análisis de la solución de Psious se testó teniendo en cuenta los criterios que el Orientador ofrece [10] en relación a su Verificación Técnica:

- 1.- Diseño y fabricación: Robustez, embalaje, peso y dimensiones, soporte técnico, datos de fabricación
- 2.- Experiencia de la persona usuaria: Eficacia, Usabilidad, Valoraciones externas, Flexibilidad
- 3.- Prestaciones técnicas: Fiabilidad, Rendimiento, Consumo, Portabilidad, Seguridad, Versatilidad y compatibilidad
- 4.- Accesibilidad: Accesibilidad en general

Este análisis, permitió verificar la idoneidad de la tecnología para RVOMmm, y a su vez las limitaciones que se podrían presentar al ser una solución tecnológica no desarrollada ad-hoc para el propio proyecto. A destacar como los puntos fuertes de la alternativa software, la posibilidad de realizar las sesiones sin necesidad de conexión a Internet y la customización para cada perfil de persona usuaria de la intervención. La facilidad de uso de la aplicación de Psious para usuario y cuidador, se valoró como otro de los factores más positivos que permiten en solo un día familiarizarse con la dinámica y posibilidades de la herramienta.

## 4.2 Metodología del piloto

La metodología utilizada ha sido la siguiente:

1. Difusión del proyecto. Se han realizado diversas acciones de difusión entre los posibles participantes, así como familiares y profesionales, con el fin de dar a conocer el mismo y encontrar los perfiles más adecuados para aprovechar el potencial del proyecto.
2. Búsqueda de perfiles viables para la realización del piloto. Entre todas las solicitudes recibidas, así como las propuestas por familiares o profesionales se hace una selección y pruebas iniciales para valorar la viabilidad de su uso en esos perfiles.
3. Pruebas iniciales. Se comienza con sesiones de adaptación a la tecnología con el fin de acostumbrar al cerebro a las nuevas sensaciones y evitar mareos o derivados.
4. Desarrollo de las sesiones. Previamente se consulta sobre el estado emocional del/la participante, y a continuación se desarrollan las sesiones.
5. Evaluación de las sesiones. Una vez finalizadas las mismas se establece con el/la participante una evaluación oral donde se comentan los aspectos importantes de la sesión, y se puntúan diversos factores que se recogen para su posterior estudio. En esta evaluación se reconocen las necesidades de la persona con respecto al proyecto y se intenta dar solución a las demandas de la persona.
6. Desarrollo de informe final y muestra de resultados. Con toda la información recogida, tanto cuantitativa como cualitativamente se procede al desarrollo de un informe final y se procede a mostrar públicamente a través de una jornada abierta a usuarios/as, familiares, profesionales, entidades del sector, etcétera.

## 5. Estado de avance del proyecto y resultados

### 5.1 Personas que han participado en el piloto

Inicialmente en el proyecto comenzaron 65 personas, 5 participantes cursaron baja por diferentes motivos. El total de participantes en las dos entidades ha sido:

-ASPAYM Madrid 15 participantes

-APAM 45 participantes

En APAM han sido bajas en el proyecto 5 personas, una por cambio de Centro, dos de ellas por dificultades graves de visión y otras dos que tras las pruebas iniciales decidieron no continuar. Para las personas con graves problemas de visión hemos adaptado la actividad y participan pero sin contenido visual, tan sólo audios.

Durante todo el proyecto se ha contado con el apoyo activo de algunos de los participantes que han sido “técnicos” junto a los profesionales de referencia. Hemos formado a estos usuarios para que fueran parte activa del proyecto bien recogiendo datos, buscando contenidos, etc.

### 5.2 Dinámica de las sesiones

Durante estos meses de proyecto se han ofrecido sesiones quincenales a todos los participantes de 30 minutos. Entre las sesiones de ambas entidades se han hecho un total de 389 sesiones.

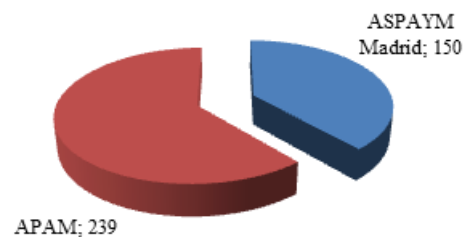


Imagen 10. Número de sesiones realizadas durante el proyecto.

Los participantes han podido disfrutar en su mayoría de más de 6 sesiones. Aquellos en los que no ha sido posible alcanzar un número mayor de sesiones, han influido factores médicos que les han impedido asistir al Centro.

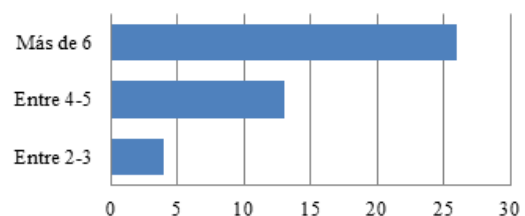


Imagen 11. Gráfico con las sesiones que ha disfrutado cada participante.

### 5.3 Grado de satisfacción

En cada sesión se preguntaba a los participantes por su nivel de ansiedad previa (muy bajo en su mayoría), y al finalizar la sesión se le preguntaba por su nivel de satisfacción y de bienestar respecto a la sesión que había recibido. Los resultados han sido muy satisfactorios con puntuación de 4,91 en ASPAYM Madrid y 4,69 en APAM.

Hemos querido preguntar a los participantes si creen que aporta mejoras este proyecto a la Relajación tradicional, y un 90% ha tenido una respuesta afirmativa.

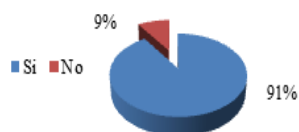


Imagen 12. Gráfico con las respuestas a si el proyecto aporta mejoras a la Relajación tradicional.

Preguntamos a los participantes sobre que sentían al finalizar las sesiones, y aunque un mínimo porcentaje no sentía nada, un alto porcentaje se sentía más calmado o sereno o más motivado y con energía.

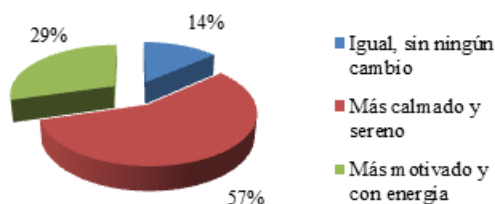


Imagen 13. Gráfica que muestra los resultados sobre cómo se encontraban los participantes al acabar las sesiones.

En un alto porcentaje los participantes han destacado que las sesiones les han aportado bienestar físico y calma. Y un mínimo porcentaje no sentía nada.

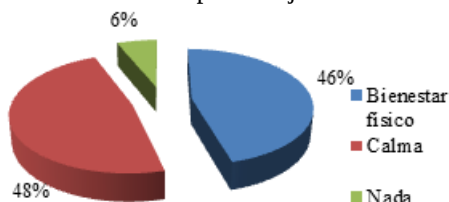


Imagen 14. Resultados sobre que les han aportado a los participantes las sesiones de RV.

Los contenidos que hemos utilizado primordialmente han sido entornos de la Plataforma Psious, concretamente los referidos a la Relajación y Mindfulness. Pero también utilizamos otros contenidos gratuitos diferentes, en respuesta a una demanda por parte de los participantes que querían tener más experiencias.

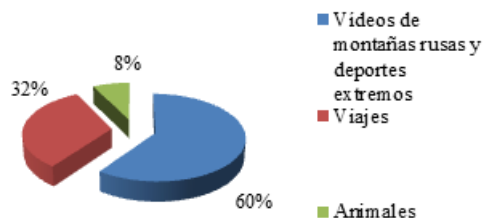


Imagen 15. Gráfico con los resultados sobre los contenidos alternativos que más les han gustado a los participantes.

## 6. Conclusiones

Hemos constatado durante la realización del proyecto que la Realidad Virtual posee muchas posibilidades de aplicación y aunque nuestro proyecto tenía un objetivo inicial claro, hemos descubierto que esta tecnología puede tener múltiples aplicaciones terapéuticas.

### 6.1 Plataforma Psious

En relación a la utilización de esta plataforma, hemos encontrado:

- Alta motivación de los usuarios participantes
- Mejora de su estado de ánimo mediante la generación de una sensación de “relax” y “distracción” a través de entornos personalizados disfrutando de experiencias únicas.
- Ofrecer una alternativa novedosa y mucho más inmersiva respecto a la relajación tradicional, sin necesidad de que el paciente tenga que desplazarse ni realizar movimientos complejos
- La sensación subjetiva de bienestar al finalizar las sesiones es siempre mayor que al inicio.
- Los participantes perciben como muy positivo que los entornos se acompañen de audio.

### 6.2 Otros contenidos

- La experiencia virtual ofrece la posibilidad al participante de poder experimentar sensaciones nuevas, pudiendo experimentar la sensación de estar dentro del espacio ficticio viviendo todas las emociones que éste puede ofrecerle. El hecho de poder realizar viajes virtuales, montar en una montaña rusa o hacer una clase de salsa, ha motivado mucho a los participantes.

- Existe mucho material en el mercado gratuito que puede utilizarse, aunque el gran hándicap es que mucho de éste material está en inglés.

-La Realidad Virtual crea entornos donde el usuario ha podido generar movimientos (por ejemplo esquivar objetos, imitar movimientos, etc.) fuera de su entorno habitual. Esto nos lleva a pensar que el proyecto puede tener otro tipo de aplicaciones terapéuticas más encaminadas a la rehabilitación funcional.

-Participantes con mayores necesidades de apoyo han podido disfrutar de la experiencia con soporte de pictogramas que les facilitaba poder elegir la experiencia que deseaban. En usuarios con gran inquietud motora, hemos constatado que este tipo de tecnología generaba en ellos sensaciones de calma y atención plena.

### 6.3 Continuidad del proyecto

Una vez extraída toda la información del proyecto, desde las entidades participantes hemos encontrado nuevas posibilidades para seguir trabajando con realidad virtual aplicada a la discapacidad física. Consideramos que toda esta experiencia extraída y sobre todo motivada por el alto interés de los participantes y de las propias entidades, nos anima a seguir trabajando y explorando con la realidad virtual con el fin de extraer todo su potencial y aprovechar sus múltiples ventajas.

De la colaboración mantenida con otras entidades del sector, hemos aprendido como poder desarrollar nuestros propios vídeos, no sólo relacionados con la relajación, si no con otros aspectos a trabajar con realidad virtual, como potenciar el trabajo desarrollado en departamentos de fisioterapia, terapia ocupacional, psicología, etcétera. Con productos de bajo coste y tomando recursos de libre oferta ya disponibles on line, podemos desarrollar nuestros propios contenidos y orientarlos a las necesidades que como profesionales

podemos detectar en nuestros participantes.

## 10. Referencias

- [1] <https://www.lavanguardia.com/comprar/20190306/46852625915/gafas-realidad-virtual-todos-bolsillos-mejores-valoradas-amazon.html>
- [2] J. Miró, R. Nieto, A. Huguet , *Realidad virtual y manejo del dolor*, Cuadernos de Medicina Psicosomática y Psiquiatría del enlace, 2014
- [3] <http://metodofores.com/>
- [4] <https://www.psious.com/>
- [5] <http://www.psicovr.com/>
- [6] <http://humantiks.com/>
- [7] <https://www.oroj.info/>
- [8] <https://www.virtea.io/>
- [9] <https://evolvrehab.com/>
- [10] <http://www.orientatech.es/>

## 11. Bibliografía

1. Realidad virtual y discapacidad física: la posibilidad de romper cualquier barrera.  
<https://www.sunrisemedical.es/blog/realidad-virtual-discapacidad>
2. Las posibilidades de la Realidad Virtual para alumnos con discapacidad.  
<https://noticias.universia.es/educacion/noticia/2018/05/11/1159778/posibilidades-realidad-virtual-alumnos-discapacidad.html>
3. Los juegos de realidad virtual mejoran la función motora en niños con parálisis cerebral  
<https://espanol.medscape.com/verarticulo/5902100>
4. F Moreno, J Ojeda, E Ramírez, C Mena, O Rodríguez, J Rangel, S Álvarez. *Un Framework para la Rehabilitación Física en Miembros Superiores con Realidad Virtual*. Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas (CoNCISa), 77-84

# Juego libre y niños con restricciones motoras severas: propuesta metodológica usando el robot colaborativo bimanual YuMi

Xabier Gardeazabal  
Universidad del País Vasco  
xabier.gardeazabal@ehu.eus

Julio Abascal  
Universidad del País Vasco  
julio.abascal@ehu.eus

## Resumen

*El juego libre tiene un impacto muy positivo sobre el desarrollo de los niños y niñas, sobre todo en edades tempranas. Sin embargo, aquellos/as con restricciones motoras severas no pueden jugar libremente como el resto, al encontrarse con serias dificultades o incapacidad total para manipular libremente juguetes u objetos a su alrededor, perdiendo así oportunidades para su desarrollo cognitivo. Surge así una "segunda discapacidad". Recientemente se ha demostrado que el uso de robots y simulaciones virtuales para intervenciones durante el juego libre ayudan a incrementar el carácter juguetón de menores con PC y restricciones motoras. En este trabajo proponemos la utilización del robot colaborativo bimanual YuMi para que asista al niño o niña con restricciones motrices severas en la manipulación de objetos durante actividades lúdicas, en respuesta a órdenes generadas por ellos mismos, fomentando de esta manera su capacidad de decisión e independencia.*

*Free play has a great impact on the development of children, mostly during their earliest years. However, those with severe motor restrictions are not able to play freely as the rest, since they face several difficulties or total impossibility when trying to manipulate toys or objects of their surroundings. Therefore, these children have a lack of cognitive development, and a "second disability" arises. It has recently been demonstrated that the use of robots and virtual simulations during free play interventions can help to increase the playfulness of children with CP and motor restrictions. In this work we propose the use of the collaborative YuMi robot so that it can help children with motor restrictions to manipulate objects during ludic activities on their command, fostering their independence this way.*

*Palabras clave: Robótica para la autonomía personal; Productos de Apoyo; Interacción persona máquina.*

## 1. Introducción

El juego libre es una importante vía de aprendizaje mediante innovadoras estrategias para la solución de problemas donde los niños y niñas aprenden mientras usan sus habilidades y disfrutan jugando [1]. Además, las habilidades y procesos cognitivos desarrollados durante el juego afectan positivamente y se extienden a otras áreas de la vida, sobre todo en edades tempranas [2].

Sin embargo, los niños y niñas con niveles severos de Parálisis Cerebral (PC) o con restricciones motoras de entre los niveles III-IV en la escala GMFCS-E&R [3] suelen encontrarse con grandes dificultades o total imposibilidad para manipular e interactuar con su entorno, incluyendo sus propios juguetes.

Es por ello por lo que estos niños y niñas dependen de la compañía y asistencia de un compañero que les ayude y asista a la hora de jugar. Habitualmente, este papel lo cumplen las madres. Los compañeros de juego suelen inconscientemente tomar la iniciativa para comenzar a jugar [4]. Así mismo, en grupos de múltiples miembros, resulta muy complicado que los niños y niñas con PC lleven la voz cantante durante la toma de decisiones y la dirección de las acciones, quedando relegados a ser observantes pasivos durante el juego, quedándose así fuera de los procesos cognitivos vitales para el aprendizaje anteriormente mencionados. Esto puede llevar en última instancia a que el desarrollo normal de las habilidades sensoriales y perceptuales del niño o niña se vean limitadas, lo que puede causar a su vez una baja autoestima o sensación de no autosuficiencia [4].

Por el contrario, cuando el niño o niña tiene total autonomía durante el juego libre, suele superar esas sensaciones de impotencia que ha ido interiorizando durante toda su vida a causa de una falta de oportunidades para iniciar juegos por su cuenta y de manera espontánea [5].

El uso de robots para asistir a niños y niñas con PC a la hora de jugar ha sido investigado con anterioridad [4], [5], [6], [7], pero a menudo, el juego (con o sin robots) ha sido principalmente una herramienta para la

rehabilitación o psicopedagogía [8]. Por lo tanto, puede que el niño o niña no haya tenido independencia sobre la toma de decisiones durante el juego, ni haber llevado la iniciativa en la decisión espontánea para jugar.

Se ha demostrado que los niños y niñas se vuelven más juguetones al introducir intervenciones con robots [7]. Algunos autores afirman que la percepción de las capacidades de los niños y niñas con PC por parte su familia y profesores aumentó indudablemente tras las intervenciones robóticas durante el juego, ya que, según las propias familias, los niños y niñas pudieron demostrar un rango de sus habilidades más amplio que el habitual [9].

Enfrentarse a retos razonablemente desafiantes y acorde al nivel de las habilidades del niño o niña, y que requieran el desarrollo de nuevas habilidades tales como controlar un robot, puede convertirse en un potente y eficaz método de aprendizaje [5]. Además, parece haber evidencias de que hay una retención a largo plazo de las habilidades obtenidas durante la intervención robótica en el juego [5]. Así mismo, se observó cómo los niños y niñas intentaban explorar las propiedades de diferentes componentes de los juguetes y objetos cotidianos mientras jugaban con el robot. Los autores argumentan que este comportamiento encaja con la descripción de la curiosidad de Reilly (1974), la cual motiva a los niños y niñas a realizar incesantemente exploraciones para examinar su realidad.

## 2. Motivación

El aumento de estudios en los que se usan robots a la hora de jugar para asistir a niños y niñas con discapacidades motoras está marcado por la aparición en el mercado de robots móviles de bajo coste, lo que ha facilitado su uso en este ámbito. Sin embargo, estos robots de bajo coste pueden presentar algunos problemas técnicos, los cuales habrían podido afectar a los resultados de algunos estudios. Ríos-Rincón et al. apuntan a que, pese a las ventajas de los robots Lego Mindstorm que usaron en sus estudios, éstos no eran lo suficientemente precisos en sus movimientos y detectaron que algunos niños y niñas se sintieron decepcionados y frustrados al ver que el robot no respondía de la manera esperada a sus órdenes. La conexión entre el robot y su controlador no estaba garantizada, e incluso alguna de las ruedas del propio robot se salía y caía.

La realidad virtual también se ha planteado como una alternativa barata y precisa, ya que, a diferencia de los robots, carece de componentes físicos propensos a fallar. Según van den Heuvel et al., existen numerosos estudios que tratan de utilizar entornos de realidad virtual para brindar a niños y niñas con discapacidades motrices la sensación de que están realizando las mismas tareas que cualquier otro niño [10]. Estos

sistemas pretenden transmitir la experiencia de estar manipulando objetos del entorno mediante la simulación de contextos realistas y la inmersión en ellos. En [11] se observó que los niños y niñas con parálisis cerebral pueden divertirse con juegos basados en realidad virtual, aunque los niños y niñas que participaron en su estudio no tenían restricciones motoras severas.

En [12] se investigaron las diferencias entre un robot móvil fabricado con piezas Lego y su equivalente virtual a la hora de evaluar las habilidades cognitivas de niños y niñas (con o sin PC), y observaron que los resultados de los participantes fueron parecidos con ambos sistemas, o ligeramente a favor del robot simulado. Sin embargo, los autores argumentan que la simulación virtual pudo verse favorecida al tener ésta menos distracciones que el entorno real, y porque el robot real era menos preciso en sus movimientos que el simulado. También apuntan a potenciales carencias que pudieran tener los entornos virtuales, ya que estos no permitirían manipular los propios juguetes de los niños o explorar el entorno (como su habitación) de la misma manera que los robots físicos.

Por lo tanto, no es posible afirmar con total certeza que la experiencia de juego mediante simulación provoque el mismo efecto que la manipulación de objetos o juguetes reales, aunque esta manipulación se realice mediante un robot.

El presente estudio está motivado por la hipótesis de que el desarrollo cognitivo que adquieren niños y niñas con PC o restricciones motoras severas es mayor cuando juegan manipulando objetos físicos reales, aunque sea mediante un robot manipulador, que cuando lo hacen de manera simulada en un entorno virtual.

## 3. Descripción del proyecto

En este estudio, proponemos un entorno de trabajo compuesto por un robot con dos brazos articulados, equipados cada uno con un par de pinzas, y su homólogo virtual. La idea es diseñar y planificar una serie de tareas y movimientos que los brazos puedan realizar para manipular juguetes u otros objetos pequeños. Estas tareas estarán diseñadas para imitar el comportamiento habitual del niño/a mientras juega, permitiendo una experimentación libre que promueva la creatividad y la exploración.

## 4. Metodología

Se seguirá el diseño centrado en el usuario. Para ello, conoceremos y familiarizaremos con los niños y niñas con diferentes niveles de GMFS-E&R de un centro de ASPACE local. Así mismo, se entrevistará a sus educadores y familiares más cercanos para identificar los hábitos, gustos y necesidades de los niños y niñas

mientras juegan. Se tendrán en consideración las propuestas recibidas, y posteriormente, diseñaremos juegos, tareas y ejercicios adecuados a las líneas curriculares que estén cursando en el centro.

Así mismo, se grabarán movimientos preestablecidos de tal manera que los usuarios con capacidades más limitadas puedan instruir al robot para que realice ciertas tareas, sin tener que controlar los movimientos específicos.

Inicialmente, se realizarán pruebas con niños y niñas de segundo ciclo (3-6 años). El robot quedaría instalado en un aula regular o en una habitación dedicada, y estaría a disposición de los alumnos de segundo ciclo que quisieran experimentar y jugar con él. El entorno simulado podría instalarse en el mismo lugar, o separado. Se acordará un período de pruebas y un horario con el centro, de manera que las pruebas no afecten al rendimiento escolar de los alumnos.

A la mitad de los niños se les permitirá jugar con el robot físico durante la primera mitad de sesiones, y después lo harán con el entorno simulado. A la otra mitad se les presentará primero el entorno simulado, y a continuación el robot físico.

Las tareas o juegos que los niños y niñas tendrán a su disposición serán diseñadas junto con los educadores del centro, de manera que las tareas encajen con las temáticas y objetivos de las líneas curriculares del centro. En todo momento un educador o miembro investigador supervisará la interacción entre los alumnos y el robot.

Posteriormente, tras verificar la adecuación de ambos prototipos (robot físico y entorno simulado), se realizarán pruebas con niños y niñas de un centro de educación especial. Se informará a las familias de los alumnos del centro, y para evitar que ningún niño o niña se sienta excluido, se les ofrecerá a todos por igual la oportunidad de probar y jugar con el robot y la simulación. Sin embargo, se prestará especial atención a la interacción de aquellos niños y niñas con mayores restricciones motoras, puesto que serían éstos quienes más se beneficiarían.

De nuevo, a la mitad de los niños se les ofrecerá jugar primero con el robot, y a la otra mitad con el entorno simulado, y tras el período de pruebas acordado, viceversa.

Se grabarán las sesiones de juego de aquellos niños y niñas con cuyas familias así se hubiera acordado, con el objetivo de que los investigadores examinen con detenimiento la interacción entre los alumnos y los prototipos. Las grabaciones se guardarán en un archivo encriptado.

Antes de realizar ninguna prueba con niños de cualquier centro, se enviará una descripción detallada de los procedimientos aquí descritos al comité de ética correspondiente de la Universidad, para que dé el visto bueno al estudio de investigación.

## 5. Materiales

Se utilizará el Robot Colaborativo IRB-14000 de ABB, conocido como YuMi, el cual está equipado con dos brazos articulados, cada uno con 7 grados de libertad, y con pinzas en las manos. Una de las pinzas incorpora además una cámara, mediante la cual es posible capturar imágenes, y así detectar objetos entorno de trabajo. Adicionalmente, se pueden instalar dos ventosas de succión a cada mano, pero esto requeriría una bomba de vacío externa, la cual se ha descartado por el momento.

Se eligió este robot por su gran precisión, y por sus mecanismos de seguridad, estando legalmente permitido su uso en entornos compartidos con humanos.

El YuMi se instalará en una mesa robusta, y se prestará especial atención a que el entorno de trabajo sea accesible para usuarios en sillas de ruedas. Para la versión simulada, se seguirán las mismas pautas, y se instalará una pantalla con suficiente tamaño y resolución.

Se desarrollará una interfaz multimodal y adaptativa que se adecúe a las necesidades de cada usuario. Por ejemplo, se tendrá en cuenta que muchos niños y niñas con PC hacen uso de paneles comunicativos como el GRID, por lo que se implementará un módulo para que el robot pueda ser controlado desde este tipo de interfaces. También se desarrollará un método de control por medio eye tracking. En todo momento, se simplificará la dificultad inherente del control de los brazos articulados de múltiples grados de libertad reduciendo el movimiento del actuador (pinzas en este caso) a un solo plano dimensional cada vez.

## 6. Resultados y Conclusiones

Está demostrado que el juego libre es de vital importancia para un desarrollo cognitivo adecuado en edades tempranas. Sin embargo, los niños y niñas con restricciones motoras severas no tienen las mismas oportunidades para jugar, quedando en desventaja, y con la imposibilidad de aprender y desarrollarse normalmente. Estudios recientes han demostrado que el uso de robots para intermediar entre el niño o niña y el objeto de juego [5, 7] es apropiado. Argumentamos que una línea futura de investigación debería explorar el uso de robots con mayor precisión (como el YuMi de ABB) para intermediar entre el niño o niña y sus objetos de juego.

Con respecto a la interacción niño-robot, los principales resultados de esta investigación serán: el desarrollo de interfaces adaptativas basadas en modelo de usuario que permitan al niño o niña con restricciones motoras controlar (de manera restringida) los movimientos y acciones del robot. Se aplicarán métodos de reducción dimensional para permitir el uso de un

robot bimanual (con seis grados de libertad cada brazo), para facilitar su control a través de la interfaz de usuario. En el área de ergonomía cognitiva, se proporcionarán métodos y métricas para monitorizar y medir cuantitativa y cualitativamente el desarrollo cognitivo de los niños y niñas que usen el robot, en comparación con la evolución de niños y niñas sin restricciones motoras.

Los resultados esperados son:

- una selección de juegos y juguetes aptos para las condiciones físicas y cognitivas de niños con discapacidades motoras severas.
- una metodología colaborativa (basada en el usuario) de diseño de interfaces para contar con la participación de los niños y niñas y sus cuidadores durante el diseño de las interfaces de control del robot.
- medidas de impacto emocional, inmersión, grado de control y evolución cognitiva de los niños y niñas involucrados.
- un entorno básico de programación para brazos articulados para la manipulación de juguetes u objetos pequeños.
- una herramienta para el diseño de juegos mediados por brazos articulados.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo está parcialmente financiado por el Gobierno Vasco, Departamento de Educación, Universidades e Investigación, bajo la Beca IT980-16, y por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional - FEDER (proyecto PhysComp, beca TIN2017-85409-P). Xabier Gardeazabal tiene una beca de doctorado de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) (beca PIF16/212).

## 8. Referencias

[1] B. Sutton-Smith, "The Ambiguity of Play", *Harvard University Press*, Cambridge, MA, 1997.

[2] C. Missiuna y N. Pollock, "Play Deprivation in Children With Physical Disabilities: The Role of the Occupational Therapist in Preventing Secondary Disability", *American Journal of Occupational Therapy*, vol. 45, nº 10, pp. 882-888, 10 1991.

[3] R. Palisano, P. Rosenbaum, D. Bartlett y M. Livingston, "Gross Motor Function Classification System--Expanded and

Revised". *CanChild Centre for Childhood Disability Research*, McMaster University, Institute for Applied Health Sciences McMaster University, Hamilton, Ontario, p. b15, 2007.

[4] S. Besio, A. Bonarini, D. Bulgarelli, M. Carnesecchi, C. Riva y F. Veronese, "Is play easier for children with physical impairment with mainstream robots? Accessibility issues and playfulness", 2016.

[5] A. M. Ríos-Rincón, K. Adams, J. Magill-Evans y A. Cook, "Playfulness in children with limited motor abilities when using a robot", *Physical & occupational therapy in pediatrics*, vol. 36, nº 3, pp. 232-246, 2016.

[6] A. M. Cook, K. Adams, P. Encarnação y L. Alvarez, "The role of assisted manipulation in cognitive development", *Developmental Neurorehabilitation*, vol. 15, nº 2, pp. 136-148, 2012.

[7] A. R. Rincon, K. Adams, J. Magill-Evans y A. Cook, "Changes in playfulness with a robotic intervention in a child with cerebral palsy", *Assistive Technology: From research to practice*, pp. 161-166, 2013.

[8] R. Raya, R. C. Ruiz, L. C. Estévez, T. González, A. Ruiz y A. Abellanas, "Estrategias para el aprendizaje progresivo de niños con parálisis cerebral a través de un vehículo robótico", *XXVI Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniera Biomédica*. Valladolid, octubre 2008. Libro de actas., pp. 340-343, 2008.

[9] A. Cook, P. Encarnação y K. Adams, "Robots: Assistive technologies for play, learning and cognitive development", *Technology and Disability*, vol. 22, nº 3, pp. 127-145, 2010.

[10] R. J. van den Heuvel, M. A. Lexis, G. J. Gelderblom, R. M. Jansens y L. P. de, "Robots and ICT to support play in children with severe physical disabilities: a systematic review", *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, vol. 11, nº 2, pp. 103-116, 2016.

[11] D. Reid, "The influence of virtual reality on playfulness in children with cerebral palsy: a pilot study", *Occupational Therapy International*, vol. 11, nº 3, pp. 131-144, 2004.

[12] P. Encarnação, L. Alvarez, A. Rios, C. Maya, K. Adams y A. Cook, "Using virtual robot-mediated play activities to assess cognitive skills", *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, vol. 9, nº 3, pp. 231-241, 2014.

[13] L. Alvarez, A. Rios, K. Adams, P. Encarnação y A. Cook, "From infancy to early childhood: The role of augmentative manipulation robotic tools in cognitive and social development for children with motor disabilities", *Converging clinical and engineering research on Neurorehabilitation*, Springer, 2013, pp. 905-909.

# NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL TURISMO Y LA CULTURA



# Tecnología Hacia un Teatro Accesible sin Barreras Lingüísticas ni Sensoriales

Natalia Irena Gladysz  
gladdnatalia@yahoo.co.uk

## Resumen

*Applaudi es un servicio desarrollado por Language Carrier S.L., una startup con sede en Málaga, en colaboración con la Universidad Carlos III de Madrid. Consiste en una aplicación móvil que ofrece servicios de accesibilidad lingüística y sensorial. Applaudi transmite audiodescripción, traducción en diferentes idiomas y subtítulos adaptados sincronizados durante los eventos en vivo. De esta forma, Applaudi es un servicio inclusivo para todas las personas, y es especialmente útil para las personas con discapacidad auditiva o visual y para aquellos cuya lengua materna no es la del país donde se celebra el evento. El objetivo es hacer Teatro Accesible y complementar la incorporación de las artes escénicas dentro del turismo cultural europeo.*

*Applaudi is an App that displays synchronised subtitles and transmits real time audio (via earphone) through a mobile phone during live theatre. Applaudi provides linguistic and sensorial accessibility to theatre for people with hearing problems or for the visually impaired; it also provides translation for the international audience. The App is brought to the market by Language Carrier (LC), a startup business from Málaga, Spain, and developed in collaboration with University Charles III, Madrid (UC3M) as a significant breakthrough in the EU and global ambition to promote live theatre without barriers through an accessible Digital Technology 'tool' in the service of ALL society. The App will be used to promote the performing arts as a significant part of European cultural tourism.*

## Introducción

El proyecto surge del hecho de que la ocupación de las salas teatrales en España, es tan solo un 56,29% [1]. Al mismo tiempo, el acceso al teatro para las personas discapacitadas auditiva y visualmente sigue siendo

limitado. Se emplea el sobre-titulado, bucle magnético o el servicio del interprete en vivo en algunas ocasiones, pero en general es un sistema, que resulta demasiado costoso para ser implementado en todos los espectáculos. Por otro lado, los turistas internacionales buscan experiencias únicas para acceder a la cultura del país de destino. El arte dramático crece como motor del turismo nacional; sirva como ejemplo que en España, Renfe usa la misma plataforma de la venta de billetes de tren para vender entradas a los grandes musicales. Sin embargo las barreras del idioma y la barrera sensorial hace imposible acceder a ambos grupos significativos de este público potencial.

Applaudi es una App que descargan los espectadores para buscar espectáculos accesibles. Posibilita el acceso a los contenidos accesibles necesarios para las personas con discapacidades auditivas y visuales. Los turistas internacionales, la descargan para buscar un espectáculo teatral durante su estancia en el extranjero. De la misma forma los residentes extranjeros la usan para planificar su agenda de ocio cultural. Applaudi ofrece un listado de obras teatrales en las capitales europeas, provistos de subtítulo a otros idiomas, audiodescripción o subtítulo adaptado, todos sincronizados durante los eventos en vivo. El público internacional puede usar la propia App para leer los subtítulos en la pantalla o escuchar el audio al conectar los auriculares.

## Servicios

Los servicios de Applaudi son contratados por las compañías de teatro (sector privado) y recintos teatrales (sector público). También se realizarán métodos publicitarios sobre las obras accesibles para incentivar al usuario global.

## Tecnología e innovación

Desde un punto de vista técnico, Applaudi tiene un componente hardware y un componente software: El hardware consiste en un sistema emisor, el sistema de sincronización Stage-Sync® que llevarán consigo las compañías de teatro, y en un sistema receptor, el propio teléfono móvil de la persona que acude a los

eventos. Stage-Sync® es un equipamiento hardware de tamaño promedio de un teléfono móvil, que sirve para sincronizar automáticamente los subtítulos mostrados en las pantallas de los dispositivos móviles a través de la App. El desarrollo de la tecnología ha sido el fruto de la investigación académica durante los últimos 6 años (UC3M) por parte del Prof. Garcia Crespo [2].

El componente software es una app llamada Applaudi (Android y iOS), que el usuario descarga de manera gratuita. A través de esta app, el usuario puede buscar de manera fácil eventos que se adecúen a sus necesidades de comunicación, y al conectarse al sistema Wifi de Stage-Sync®, permite la recepción de audio y subtítulos adaptados. De esta forma el usuario puede escuchar audiodescripción y la traducción en su propio idioma a través de auriculares, o seguir los subtítulos en su dispositivo móvil de forma no intrusiva y respetuosa con el resto de los asistentes al evento debido a su bajo brillo y a tonos oscuros en pantalla.

El servidor Stage-Sync® es un sistema patentado que emplea tecnologías de reconocimiento de voz y Machine Learning. Está especialmente diseñado para el sector de las artes escénicas, por eso se usa la conexión (a través del cable de la red WiFi) a la mesa de mezclas de luz y sonido. Los actores llevan micrófonos, las técnicas de reconocimiento de voz detectan el momento exacto de actuación, mientras que las técnicas de Machine Learning hacen que el sistema aprenda en cada representación. Stage-Sync® sincroniza automáticamente con la obra en escena, sin intervención humana, lo que supone una reducción significativa del coste del servicio en comparación con la oferta del mercado.

## Experiencia del Usuario

El rol de Prof. Nacho Madrid dentro del proyecto, es asegurar que se apliquen las normas de accesibilidad en todos los aspectos de diseño de Applaudi, las páginas web y cualquier otro campo de actuación. Será indispensable contar con los usuarios para testear la App y asesorar la comodidad del servicio.

En su creación se ha considerado el contexto físico en el que los usuarios lo van a utilizar, de forma que la transmisión de subtítulos funciona solamente con el teléfono en modo avión, mientras que la pantalla es de bajo brillo. El texto se muestra sobre el fondo oscuro, mientras que el sonido se desactiva al desconectar los auriculares.

## Beneficiarios

Los beneficiarios de Applaudi son los siguientes, según la Comunidad Autónoma de actuación, respecto a la Población con Discapacidad Sensorial (PDS) [3],

al número de Turistas Culturales (TC) que visitan la provincia al año [4], y el número de Residentes Extranjeros (RE) objetivo [5]:

En Andalucía hay 381.000 PDS; 1.496.823 TC y 98.084 RE.

En Islas Baleares: 29.600 PDS; 1.773.626 TC y 51.146 RE.

En Cdad. Valenciana: 241.900 PDS; 1.178.739 TC y 168.267 RE en Alicante y Valencia.

En Islas Canarias: 58.800 PDS; 1.760.245 TC; Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas: 79.890 RE.

En Extremadura: PDS 71.600; 37.999 y 1.735 RE.

En Madrid: 225.000 PDS, 911.564 TC y 58.821 RE.

En Barcelona: 262.100 PDS; 2.447.769 TC y 93.625 RE.

El público objetivo en España es un total de: 10.809.907 personas antes de la internacionalización del proyecto, de los cuales 1.270.000 son las personas con discapacidad auditiva o visual (mayores de 6 años de edad).

Por otra parte, hay que considerar que para el cálculo de este último dato (RE) hemos tomado en cuenta las listas de empadronamiento de las ciudades principales de las CC.AA, por lo que quedaría una población de RE sin cuantificar, que no constan en las listas de empadronamiento, que suele ser alto. Igualmente, más allá de las cifras específicas sobre las personas con discapacidad, las estadísticas de la Encuesta Nacional de Salud (2017), muestran que un 13,4% de la población tiene alguna dificultad para ver, y un 17,7% para oír, por lo cual el porcentaje de personas que se beneficiaría de los servicios de accesibilidad sería considerablemente mayor. Según las previsiones, antes de finalizar el año 2023, el 1,75% de los turistas culturales internacionales visitarán el teatro durante su visita a España.

## Colaboradores

Applaudi es un fruto de colaboración con las siguientes organizaciones del sector: TIC, Cultura, Turismo y Accesibilidad.

A nivel de comunidad autonómica:

Hasta marzo 2018, la empresa ha sido apoyado por EBTIC, un programa de fomento al talento y al emprendimiento, en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, promovido por la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo y el Centro Andaluz de Innovación y tecnologías de la Información y las Comunicaciones, CITIC.

- Centro Andaluz de Emprendedores (CADE) - desde su oficina en el Parque Tecnológico Andalucía ha verificado la viabilidad del plan de empresa y está asistiendo en la búsqueda de inversores.

- Proyecto Lunar, el programa público de apoyo a emprendedores de la industria creativo-cultural andaluza asiste en encauzar el modelo de negocio y poder introducir el producto considerando las prácticas establecidas en el sector.

- Turismo Andaluz (Junta de Andalucía) colaborará en cuanto a la difusión, a través de sus múltiples herramientas de comunicación para difundir información.

A nivel nacional:

- Con fecha de 19/01/18, la Dirección General de Comercio Internacional e Inversiones ha calificado la empresa como Proyecto de Interés General reconociendo su aportación de innovación tecnológica (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo)

- El proyecto está subvencionado por el Ministerio de Cultura y Deporte.

## Conclusiones

La parte clave del proyecto es el hecho de que la app supone una innovación para colectivos muy diversos, que es importante desde el punto de vista de inclusión social.

Conviene destacar, que esta iniciativa con potencial internacional desde su inicio, tiene una buena acogida por parte del sector de las artes escénicas igual que del público en general. Recientemente se ha publicado un artículo en Diario SUR, incluyendo su versión en Inglés [6]. El proyecto cuenta con un premio de Emprendimiento de Moneytrans 2019.

Un problema por resolver es que tan solo 38.000 de las personas discapacitadas sensorialmente acuden a las actividades culturales [7]. Se requiere continuidad del servicio para incentivar a este colectivo. Colaboración con las organizaciones que tienen acceso a esos colectivos es imprescindible. Resultaría muy efectivo la creación de comunidad en las redes sociales. Para este fin colaboraremos con las paginas web y aplicaciones móviles, que se dedican a incentivar a las personas a hacer actividades culturales y sociales a nivel local y facilitar comunicación entre los usuarios.

Disponemos de un personal dedicado a la difusión y marketing online. Jennifer Palma Eaton de Standout S.L., es una reconocida especialista de marketing digital. Según su análisis el hecho de que haya distintos grupos de usuarios ayuda a establecer una sólida presencia online con el fin de crear el mayor impacto posible desde el lanzamiento de la aplicación.

Desde el punto de vista de inclusión, el problema es que las compañías de teatro que contratan al servicio están interesadas en un servicio específico y no necesariamente en el paquete entero de accesibilidad y traducción. Para conseguir financiación se accede a los sponsors locales de los comercios relacionados:

bodegas, clubs de golf y otras empresas locales. Esta sinergia crea vínculos entre diferentes agentes del turismo a nivel local. Al promover diversidad en el turismo, se potencia no solamente el bien social sino también se crea prosperidad en el propio sector turístico. Identificamos un notable interés por parte de posibles colaboradores en crear experiencias combinadas con otras actividades, especialmente las visitas a las bodegas de vino.

Al lanzar el producto, el proyecto accede a los nuevos espectadores por medio de publicidad, destacando los tres siguientes atributos: 1) La arquitectura del teatro, 2) La autoría del dramaturgo y 3) La escenografía de la obra, incentivando al público para asistir a la actuación. En este sentido el teatro supone indudable valor del turismo cultural. Al vincular el buscador con Tripadvisor Experiences®, llegamos al turista que busca una experiencia turística original, desde el día uno del lanzamiento. El gigante turístico se posiciona como un líder global de mercado de "experiencias", al adquirir recientemente la plataforma Viator®. Según esta plataforma, el mercado de experiencias de Arte y Cultura tiene crecimiento anual del 125% anual [8].

Por ultimo es notable mencionar que el diseño inclusivo es una parte fuertemente vinculada con la diversidad en el turismo. El turista esta guiado por la facilidad de recibir la información. Una herramienta incómoda no tiene cabida en este sector. En caso de Applaudi, la positiva experiencia del usuario es lo que decide casi por completo en el éxito del proyecto. En términos amplios es el principal requisito del proyecto contribuir significativamente en la diversidad en el turismo a nivel global.

## Referencias

[1] Bonnet, Lluís [2008] Red Escena, "Análisis económico del Sector de las Artes Escénicas en España"  
<https://www.redescena.net/descargas/proyectos/mercado.pdf>

[2] Horrillo, Patricia [2019] El País, "Luchando por una cultura accesible"  
[https://elpais.com/sociedad/2019/01/24/actualidad/1548344282\\_385472.html](https://elpais.com/sociedad/2019/01/24/actualidad/1548344282_385472.html)

[3] Sin nombre [2008] Instituto nacional de Estadística "Encuesta de Discapacidad, Autonomía Personal y Situaciones de Dependencia 2008"  
<http://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t15/p418/a2008/hogares/p02/modulo1/10/&file=03002.px>

[4] Sin Nombre [2018] Instituto nacional de Estadística "Estadística del Padrón Continuo"  
<http://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/e245/p04/provi/10/&file=0ccaa002.px>

[5] Sin Nombre [2018] Instituto nacional de Estadística  
"Movimientos Turísticos en Fronteras 2018"  
<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=10823>

[6] Cabezas, Eugenio [2018] "El teatro, al alcance de todos"  
<https://www.diariosur.es/axarquia/teatro-alcance-20181001000700-ntvo.html>

[7] Ruiz, Belén [2018] Centro Español del Subtitulado y la Audiodescripción - *Real Patronato sobre Discapacidad*, "Guía de accesibilidad al teatro a través del subtitulado y la audiodescripción" <http://www.cesya.es/sites/default/files/documentos/AccesibilidadTeatro.pdf>

[8] Sin Nombre [2018] Tripadvisor "Fastest-growing experience categories: 2017, global travelers"  
<https://www.tripadvisor.com/blog/travel-industry-tourism-trends-attractions-activities-experiences-2018/>

[9] Sin Nombre [2018] MCUD, "Anuario de Estadísticas Culturales 2018 Ministerio de Cultura y Deporte"  
<https://www.culturaydeporte.gob.es/dam/jcr:eb5b8140-e039-42ab-8e24-500fddc5b2a4/anuario-de-estadisticas-culturales-2018.pdf>

[10] Colomer, Jaume [2015] "Academia de las Artes Escénicas de España, Estudio sobre la situación de las Artes Escénicas" <https://academiadelasartescenicass.es/revista/7/analisis-de-la-situacion-de-las-artes-escenicas-en-espana/>

# La Agenda Cultural Accesible y el Fomento de la Inclusión de las Personas con Discapacidad Sensorial en la Cultura

Gonzalo Martín Muñoz  
Centro Español del Subtitulado y la Audiodescripción (CESyA)  
Universidad Carlos III de Madrid  
gmartin@cesya.es

## Resumen

*El acceso de las personas con discapacidad sensorial a contenidos culturales está experimentando una evolución progresiva que se ha visto propiciada por el aumento del consumo de contenidos audiovisuales, por el avance de la tecnología y por el establecimiento de un marco legal y normativo en cuanto a libertades y derechos. El incremento de usuarios, así como los diversos perfiles que presentan, supone, además, la aparición de una variedad de servicios de accesibilidad, que se adaptan a los diferentes formatos y que aportan al usuario una mayor percepción. Ante esta diversidad de contenidos, perfiles y servicios, surge la Agenda Cultural Accesible (ACA), un sistema web que permite organizar la actualidad cultural accesible, informando al usuario de qué contenidos existen en base a los parámetros de búsqueda que decida establecer.*

*The access for people with sensory disabilities to cultural contents is experiencing a progressive evolution that has been promoted by the increase in the consumption of audiovisual contents, the advancement of technology and the establishment of a legal and regulatory framework as to freedoms and rights. The increase of users as well as the different profiles that they present it supposes the appearance of a variety accessibility services, which adapt to the different formats and that provide to the users a greater perception. For this diversity of contents, profiles and services, it was created the Accessible Cultural Agenda (ACA), this is a web system that offers accessible cultural news and informs to the users of contents according to the search parameters that they choose.*

**Palabras clave:** accesibilidad, agenda cultural accesible, personas con discapacidad sensorial, cultura, arte, tecnologías de la información y la comunicación, TICs, inclusión, cine, teatro, evento, contenido cultural.

## 1. Introducción

La inclusión de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la sociedad ha modificado la forma en que las personas acceden a los distintos medios de información, se comunican entre sí o consumen arte y cultura. Sin embargo, esta palabra, “inclusión”, abarca un sentido más amplio en nuestros días, que viene ligado a las personas con discapacidad (PCD). La inclusión, más allá de su definición oficial como acción y efecto de incluir, posee una nueva acepción: la de garantizar el desarrollo de prácticas y políticas que fomenten la igualdad y que permitan a las PCD su participación plena y efectiva en cualquier ámbito de la sociedad.

A la hora de hablar de inclusión en las TICs desde esta perspectiva y, principalmente si nos cernimos a la inclusión de las personas con discapacidad sensorial (PCDS) en el arte y la cultura, se podrían establecer dos términos claramente diferenciados: la *inclusión activa* y la *inclusión pasiva*. El primer concepto haría referencia a aquellas actividades en las que las PCDS actúan como agentes directos, siendo partícipes de un modo diligente en la creación o desarrollo de las labores artísticas; mientras que la *inclusión pasiva* los sitúa como agentes indirectos, es decir, como espectadores o usuarios de una actividad cultural a la que asisten, pero en la cual no participan activamente.

La inclusión se produce en ambos casos puesto que el agente activo ha pasado a formar parte de la labor artística con todo los aspectos positivos que ello conlleva; entretanto, el agente pasivo es ahora consumidor de cultura, lo cual amplía su conocimiento general, su información de la sociedad y su creatividad, convirtiéndolo del mismo modo en un ciudadano que no solo cuenta con derechos y libertades, sino que además posee nuevas herramientas intelectuales que le permitirán hacer un uso más extendido de ellos. En este sentido, la *inclusión pasiva* no solo supone el enriquecimiento particular del usuario, también favorece la creación de un público más numeroso y heterogéneo, lo que a su vez contribuye al aumento de la demanda cultural, que es directamente proporcional al crecimiento de la oferta, y además propicia una ciudadanía más culta y avanzada.

Siendo conscientes, por lo tanto, de la importancia que tiene el fomento de la *inclusión pasiva* en las TICs, se establece el esquema de comunicación que se sustenta sobre el pensamiento del teórico de la Comunicación Marshall McLuhan. El Determinismo Tecnológico que impulsó este pensador canadiense estableció que se debe considerar el medio o canal como una de las características primordiales del mensaje, o lo que es lo mismo: las TICs han cambiado el modo en que se accede a la información y también han modificado el propio contenido informativo.

En lo que se refiere al canal, el capítulo 8 del Informe Olivenza 2018 titulado ‘TIC y Discapacidad: Estudio de usos, necesidades y percepciones’, editado por el Real Patronato sobre Discapacidad y realizado por la Fundación Vodafone España, indica que la tendencia general en el uso de las TICs es la convergencia digital. Este término hace referencia a la convivencia de varias de estas tecnologías en los hogares, y el estudio mencionado revela, además, que en los hogares de las PCD se da la misma tendencia, produciéndose una confluencia de la televisión, del teléfono móvil y del ordenador: 97.4%, 95,5% y 88,8%, respectivamente. Como ya hemos dicho, este cambio en el canal incide directamente en el contenido del mensaje. El informe ‘Accesibilidad de los bienes y servicios a disposición del público en España’, impulsado en 2017 por el Centro de documentación sobre Discapacidad (CEDD) y editado por el Real Patronato sobre Discapacidad, indica que, en lo referente al acceso a los productos y servicios relacionados con el ocio y la cultura, el ocio digital es sin lugar a dudas el medio más consumido por la mayoría de usuarios con discapacidad (ocho de cada diez), frente al uso de cines, teatros y museos (siete de cada diez). Con estos datos sobre la mesa, que aumentan con el paso del tiempo si los comparamos

con los informes presentados en años anteriores, llegamos a la conclusión de que el fomento de la *inclusión pasiva* de las PCDS en la cultura a través de las TICs dependerá directamente de la accesibilidad que se aplique a estos nuevos canales y mensajes.

Para acotar la amplitud del término accesibilidad y focalizarlo en base a las líneas que preceden, se distinguen dos tipos: *accesibilidad aplicada al canal* y *accesibilidad aplicada al mensaje*. Entendemos la *accesibilidad aplicada al canal* como el conjunto de aspectos técnicos y digitales que presentan las TICs para facilitar el uso de la tecnología a aquellos usuarios con discapacidad sensorial. Estos aspectos engloban, por ejemplo, el diseño gráfico o la navegabilidad web, entre otros. Mientras que la *accesibilidad aplicada al mensaje* supone la selección de servicios y el uso de habilidades que favorezcan la mayor percepción y comprensión posibles de los mensajes y contenidos culturales por parte de las PCDS. Este aspecto se compondría, pues, del modo en que se redactan los textos o de la propia prestación de servicios accesibles, como por ejemplo el subtítulo o la audiodescripción.

La suma de todos estos factores nos lleva a la conclusión de que cada vez son más las PCDS que recurren a las TICs como vía para consumir finalmente contenidos culturales, de ahí que surja la necesidad imperante de crear nuevas plataformas que satisfagan este derecho de acceso a la cultura. Es por ello que el Centro Español del Subtitulado y la Audiodescripción (CESyA), centro dependiente del Real Patronato Sobre Discapacidad del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social y gestionado por la Universidad Carlos III de Madrid, decidió fomentar la *inclusión pasiva* de las PCDS en el arte y la cultura a través de las TICs desarrolladas con factores de *accesibilidad aplicada al canal* y *accesibilidad aplicada al mensaje* mediante el desarrollo del proyecto denominado Agenda Cultural Accesible (ACA). <http://www.culturaaccesible.es>

## 2. Marco legal y normativo

La creación, desarrollo y mantenimiento de la Agenda Cultural Accesible se enmarca y fundamenta, a nivel legal y normativo, en la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de Naciones Unidas, aprobada el 13 de diciembre de 2006 en la sede de Naciones Unidas en Nueva York.

Del documento oficial derivado tomamos en primer lugar la literalidad del artículo 9.1.b, 9.2.f., 9.2.g y 9.2.h, titulado ‘Accesibilidad’, y el cual recoge que “a fin de que las personas con discapacidad puedan vivir de forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida, los Estados Partes adoptarán medidas pertinentes para asegurar el acceso a (...) las tecnologías de la información y las comunicaciones (...). Estas medidas, que incluirán la identificación y eliminación de obstáculos y barreras de acceso, se aplicarán, entre otras cosas, a los servicios de información, comunicaciones y de otro tipo, incluidos los servicios electrónicos y de emergencia. (...) Los Estados Partes también adoptarán las medidas pertinentes para: (...) Promover otras formas adecuadas de asistencia y apoyo a las personas con discapacidad para asegurar su acceso a la información; promover el acceso de las personas con discapacidad a los nuevos sistemas y tecnologías de la información y las comunicaciones, incluida Internet; promover el diseño, el desarrollo, la producción y la distribución de sistemas y tecnologías de la información y las comunicaciones accesibles en una etapa temprana, a fin de que estos sistemas y tecnologías sean accesibles al menor costo”.

El artículo 21, por su parte, alude a la ‘Libertad de expresión y de opinión y acceso a la información’, puntualizando en sus cuatro primeros apartados que los Estados Partes deberán “Facilitar a las personas con discapacidad información dirigida al público en general, de manera oportuna y sin costo adicional, en formatos accesibles y con las tecnologías adecuadas a los diferentes tipos de discapacidad; Aceptar y facilitar la utilización de la lengua de señas (signos), el Braille, los modos, medios, y formatos aumentativos y alternativos de comunicación y todos los demás modos, medios y formatos de comunicación accesibles que elijan las personas con discapacidad en sus relaciones oficiales; Alentar a las entidades privadas que presten servicios al público en general, incluso mediante Internet, a que proporcionen información y servicios en formatos que las personas con discapacidad puedan utilizar y a los que tengan acceso; Alentar a los medios de comunicación, incluidos los que suministran información a través de Internet, a que hagan que sus servicios sean accesibles (...).

Por último, el artículo 30 sería aquel que de forma más precisa justifica la creación del proyecto, dado que recoge la ‘Participación en la vida cultural, las actividades recreativas, el esparcimiento y el deporte’. Cabe destacar sus apartadas 30.1.A y 30.1.B, que indican que “los Estados Partes (...) adoptarán todas las medidas pertinentes para asegurar que las personas

con discapacidad: Tengan acceso a material cultural en formatos accesibles; Tengan acceso a programas de televisión, películas, teatro y otras actividades culturales en formatos accesibles”.

En un nivel específicamente nacional resulta también importante la mención de la ‘Estrategia integral de cultura para todos. Accesibilidad a la cultura para las personas con discapacidad’ del Ministerio de Sanidad Consumo y Bienestar Social, cuyo objetivo es el de mejorar la accesibilidad de las personas con discapacidad a los espacios y actividades culturales y del cual destaca el siguiente punto en relación a nuestro proyecto: “Medidas pertinentes a adoptar y que conciernen a la cultura: (...) promover formas adecuadas de asistencia y apoyo a las personas con discapacidad para asegurar su acceso a la información.

Y es que el CESyA ha sido el principal asesor del ministerio en este plan estratégico, que fue aprobada en 2011 por el Consejo de Ministros, integrando actuaciones que ya estaban en marcha con otras nuevas y unificando los criterios de actuación en todos los espacios, acciones y servicios culturales gestionados por el Ministerio de Cultura y sus organismos autónomos. Para el seguimiento, supervisión y evaluación de la misma se creó reglamentariamente un órgano interministerial bajo el nombre de Foro de Cultura Inclusiva en el que el CESyA ha participado muy activamente dada su trayectoria en la promoción de accesibilidad para personas con discapacidad sensorial en el medio audiovisual y cultural.

### **3. Definición de la Agenda Cultural Accesible**

En enero de 2014 se presentó oficialmente el portal Agenda Cultural Accesible que recoge, en [www.culturaaccesible.es](http://www.culturaaccesible.es) y en una ‘app’, la oferta cultural con servicios de accesibilidad en los ámbitos de cine, teatro, museos y otros eventos, como conciertos, conferencias, festivales y talleres. Todos los eventos publicados en la agenda cuentan con al menos un servicio accesible de apoyo a la comunicación audiovisual, como el subtítulo, el bucle magnético, la lengua de signos, la audiodescripción o el paseo escénico, entre otros.

De este modo, el portal web presenta en su página inicial cuatro secciones principales: Cine, Teatro, Museo y Otros eventos. Al seleccionar cualquier película o representación teatral se facilitan los siguientes apartados de información: Año, duración, país, director, reparto, género, web oficial (productora, distribuidora, teatro, compañía, etc.), edad de público recomendada, sinopsis y sesiones. Este último

apartado, a su vez, indica qué cine o teatro de qué provincia española acoge la sesión, las diferentes fechas y horarios y, por supuesto, qué servicios accesibles se ofrecen, además de un espacio para notas donde se puede incluir información adicional como por ejemplo la recomendación de qué filas o butacas ofrecen una mayor efectividad en cuanto al uso de sonido amplificado o bucle magnético. Por su parte, la sección de ‘Museos’ incluye un listado de más cien galerías de la geografía española, de las cuales se ofrece un enlace a su web oficial así como el listado y descripción de los servicios accesibles que ofrece cada una de ellas en relación a las visitas guiadas, los dispositivos electrónicos de guía, los folletos y demás acciones que contribuyan a la accesibilidad sensorial. De igual forma, la sección de ‘Otros eventos’ recoge la agenda accesible de actividades culturales más esporádicas como programas de fiestas municipales, conciertos o festivales, adaptando su contenido informativo a las características propias de cada evento.

**Imagen 1. Página principal de la ACA**



Como ya hemos comentado anteriormente, la agenda aporta, además, filtros de búsqueda para cribar las consultas en base a la provincia, fecha o servicios de accesibilidad disponibles. También se incluye el espacio reservado para la información de contacto, sugerencias y enlace a redes sociales, así como los apartados de ‘Accesibilidad’ y ‘Corresponsales’.

**Imagen 2. Sección de cine de la ACA**



Retomando el aspecto de la accesibilidad, este apartado informa acerca de que el 27 de enero de 2014 se realizó una auditoría de accesibilidad, de la cual se obtuvieron los requisitos de nivel Doble-A WCAG 2.0 de las directrices de accesibilidad para el contenido web 2.0 del W3C-WAI, así como los requisitos necesarios para satisfacer la Norma UNE 139803:2012. Este análisis fue realizado por herramientas automáticas, como TAW o AChecker, y también por parte de personal experto en accesibilidad web, que llevó a cabo una verificación manual. A partir de esta fecha, el CESyA se ha encargado de seguir realizando este tipo de revisiones manuales con carácter semestral para garantizar que el sitio web mantiene los requisitos de accesibilidad. Igualmente, el desarrollo del paradigma del “Responsive design”, que ha seguido la ACA, permite que la plataforma se adapte tanto a una versión móvil como de escritorio para que así el contenido pueda ser consultado de forma accesible desde cualquier dispositivo. En caso de que algún usuario se tope con dificultades de acceso, se anima también desde este mismo apartado a que se ponga en contacto para que así el caso pueda ser tratado y la inconveniencia solventada.

En lo que se refiere al apartado de ‘Corresponsales’, se abordó el objetivo de que la ACA ofreciese el mayor número de eventos culturales posibles de la geografía nacional, por lo que el CESyA elaboró una red de contactos colaboradores a través de los cuales recibir novedades en cultura accesible. Este listado, encabezado por representantes de ONCE, FIAPAS, CNSE, CNLSE, CLAVE y OADIS, se compone actualmente de más de 20 grandes entidades relacionadas con la cultura y la discapacidad. El listado completo, la información anexa y los enlaces a sitios oficiales se puede consultar desde el propio apartado de la plataforma.

#### 4. La ACA como método de análisis

Al revisar esta última década, se contempla que en el año 2010 apenas se celebraban varias decenas de sesiones esporádicas en los cines, teatros y museos de toda España. Cuatro años después, durante el primer

año desde la aparición de la ACA, se registraron más de 5.000 sesiones de cine y 170 funciones teatrales subtitradas o audiodescritas. En este mismo periodo, se comprobó que más de 200 museos y exposiciones ofrecían sus contenidos con apoyo de algún servicio de accesibilidad audiovisual. Afortunadamente, dicha tendencia se ha mantenido hasta el presente y esto es un dato que podemos saber gracias a la propia ACA, que actúa como un barómetro de la evolución cultural en España a través de los informes que el CESyA elabora periódicamente sobre ella. El último análisis, emitido en junio de 2019, facilita un exhaustivo y segmentado estudio sobre la evolución de los contenidos culturales accesibles a nivel nacional, que se comprende desde el 1 de enero de 2014 hasta el 23 de mayo de 2019.

#### 4.1 Cine accesible

El número total de sesiones de cine con servicios de accesibilidad registrado por la ACA desde el año 2014 hasta finales de mayo de 2019 asciende a 293.855. A la hora de realizar una división anual, este dato se segmenta del siguiente modo: 2014 – 5.158 sesiones, 2015 – 46.048 sesiones, 2016 – 49.881, 2017 – 50.998, 2018 – 88.120 y 2019 (hasta el 23 de mayo) – 44.843. La máxima del año 2018 arroja buenas expectativas de cara al presente y un crecimiento exponencial que se espera mantener en el 2019. Por el momento, el número de películas también alcanza su máxima en 2018, con un total de 56, frente al mínimo de 32 registrado en el año 2014. En cuanto al análisis geográfico, la ACA sitúa a Madrid, Cataluña y Andalucía como las tres primeras comunidades autónomas con más sesiones de cine accesible desde 2014: 87.728, 47.346 y 33.824, respectivamente. Los siguientes nueve puestos de la lista los ocupan en un orden de más a menos: País Vasco, Comunidad Valenciana, Galicia, Asturias, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Aragón, Navarra e Islas Baleares.

**Gráfica 1. Sesiones de cine accesible en la ACA**



#### 4.2 Teatro accesible

Las cifras de representaciones teatrales no son tan positivas como las mostradas en las sesiones cinematográficas, de hecho, su total se asienta en 980 desde 2014 y, además, muestra un descenso continuado desde que alcanzara su máxima de representaciones en el año 2016 con 238. La segmentación anual es la siguiente: 2014 – 136, 2015 – 188, 2016 – 238, 2017 – 199, 2018 – 145 y 2019 (hasta el 23 de mayo) – 53. El número de obras accesibles sitúa su cifra más alta en las 98 del 2015, seguidas muy de cerca por las 94 y 92 de los años 2016 y 2017, respectivamente. Sin embargo, el año con peores resultados nos traslada a 2018 con 71 obras, sin contar el incluso 2019 que, a 23 de mayo, tan solo contabiliza 34. Las comunidades autónomas con más funciones accesibles conservan los dos primeros puestos del cine, situando a Madrid a la cabeza con 560 representaciones desde 2014, y a Cataluña en segundo lugar con 239. En este caso, el tercer puesto lo comparten la Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha con 33 cada una, seguidas por Murcia, Andalucía, Extremadura, Castilla y León, Navarra, Asturias, Islas Canarias, La Rioja y Galicia.

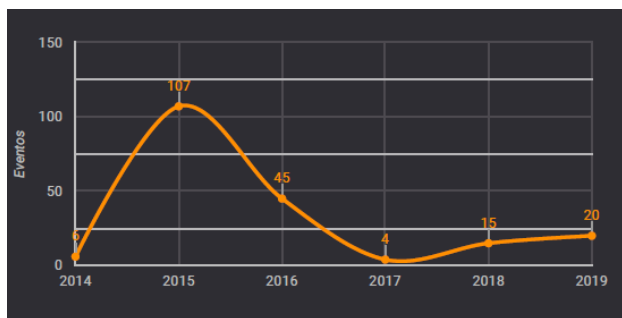
**Gráfica 2. Pases de teatro accesible en la ACA**



#### 4.3 Eventos

La gráfica de eventos de carácter cultural recogidos por la ACA tiene su cénit en el año 2015 con la cifra de 107, desde donde su registró una caída singular hasta 2017, desde donde ha empezado un suave crecimiento que sitúa a 2019 (hasta el 23 de mayo) en 20, siendo 197 el total de eventos anotados desde 2014. Según estos datos, las comunidades autonómicas con mayores cifras son Madrid – 121, Galicia – 23 y País Vasco – 11, seguidas por Cataluña, Castilla y León, Andalucía, Navarra, Castilla-La Mancha, Extremadura, Canarias, Cantabria, Islas Baleares y Comunidad Valenciana.

**Gráfica 3. Eventos accesibles en la ACA**



## 5. Conclusiones

Es un hecho que el desarrollo de las TICs ha permitido una aceleración en la accesibilidad y en la inclusión de las PCDS a la cultura y a los contenidos audiovisuales. La tecnología y la globalización de la información y las comunicaciones han abierto puertas a la investigación y han logrado que el conocimiento se comparta entre expertos y se difunda al público general, aportando soluciones que parecían inimaginables hasta no hace muchos años. Sin embargo, para que este desarrollo tecnológico sea plenamente accesible y, sobre todo, inclusivo, deberá producirse con la colaboración de las PCDS, pues son ellas quienes pueden expresar mejor qué percepción tienen de las TICs y qué debe modificarse, mejorarse o crearse. Conseguir que las PCDS no solo sean usuarios de estas tecnologías, sino que además sean partícipes plenamente de los procesos de ideación, diseño y desarrollo de las TICs es algo que, aunque ha comenzado a ponerse en práctica, aún debe fomentarse mucho más. Los caminos de la creación artística, la difusión cultural y la innovación tecnológica se dirigen hacia un mismo destino, pero todavía lo hacen de manera bifurcada en muchos casos. Las TICs, más allá de aportar herramientas para PCDS que puedan acoplarse a plataformas establecidas, deben buscar una cohesión de diseño que permita tanto a personas sin discapacidad como a personas con discapacidad poder hacer un mismo uso de las mismas, al mismo nivel y en el mismo momento y espacio, de modo que la inclusión sea total y que no se disponga solamente de una “opción accesible” en la que pinchar.

Asimismo, la creación cultural debe fomentar la incorporación de artistas con discapacidad sensorial, lo que hemos denominado *inclusión activa*, y no solo para enriquecer la diversidad artística, sino también para que el propio artista pueda fijar los pilares de la accesibilidad desde el principio e incluirlos en la obra de la forma más efectiva posible. Siendo así, no será necesaria ninguna herramienta de accesibilidad posterior ni tampoco complementaria que divida las sesiones o pases entre aquellas dedicadas a personas con y sin discapacidad sensorial. Si, por ejemplo, el

argumento y la escenificación de una obra de teatro ha sido realizado por PCDS o con la colaboración de las mismas, las luces, la música, el texto y cualquier otro elemento cumplirá de un modo más efectivo los requisitos de accesibilidad y esto al mismo tiempo no influirá en la expresión o argumento de la representación en modo alguno, permitiendo a la vez que todas las personas puedan disfrutar del espectáculo en el mismo momento y espacio, lo que denominamos anteriormente *inclusión pasiva*.

Deberá ocurrir de igual forma en los medios de comunicación, que tanto se han mimetizado con las TICs en la actualidad. No se trata de adaptar la información, sino de plantearla desde su creación de un modo accesible. Lo que en prensa de papel era un pie de foto, las TICs pueden convertirlo en una descripción de imagen, por ejemplo, y este simple cambio continúa aportando información al receptor sin discapacidad al tiempo que ahora incluye al receptor con discapacidad visual y los convierte así en un mismo público, se habría realizado nuevamente una *inclusión pasiva*.

Disponer de las mejores herramientas no siempre supone llevar a cabo las mejores obras, y aunque la ciencia ha puesto en nuestras manos grandes tecnologías, no debemos olvidar que todo planteamiento, desarrollo y finalidad debe realizarse en beneficio de la humanidad, de la cual todos formamos parte.

## 6. Bibliografía

*Informe Olivenza 2018, sobre la situación general de la discapacidad en España*. Editado por el Observatorio Estatal de la Discapacidad, diciembre de 2018.

*Estrategia Integral Española de Cultura para Todos. Accesibilidad a la Cultura para las Personas con Discapacidad*. Ministerio de Cultura y Ministerio de Salud, Consumo y Bienestar Social.

*Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. Boletín Oficial del Estado, Naciones Unidas, 21 de abril de 2008.

# “HuVi”, aplicación móvil de Realidad Virtual sobre turismo en los Sitios Patrimonios de la Humanidad (UNESCO) de Argentina

Ana Clara Rucci, Yesica Chirinos, Cecilia Sanz, Nela Ravea y Gabriel Comparato

Universidad Nacional de La Plata

[anaclara.rucci@econo.unlp.edu.ar](mailto:anaclara.rucci@econo.unlp.edu.ar), [yesich86@gmail.com](mailto:yesich86@gmail.com), [ceciv.sanz@gmail.com](mailto:ceciv.sanz@gmail.com),  
[n.ravea@gmail.com](mailto:n.ravea@gmail.com), [gabriel.comparato@econo.unlp.edu.ar](mailto:gabriel.comparato@econo.unlp.edu.ar)

## Resumen

*El presente trabajo describe parte de un proyecto realizado por un equipo interdisciplinario de trabajo de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina. El proyecto vincula el turismo y la identidad cultural y patrimonial, también, la integración de tecnología juega un papel fundamental, a través de una aplicación móvil con dinámicas lúdicas y realidad virtual, llamada “HuVi”, desarrollada ad-hoc. Ésta posibilita la interacción de la persona (jugador), el viaje (a los sitios patrimonio de la humanidad de Argentina) y su vinculación con las dimensiones lúdicas-educativas (videojuego). En su primera versión, HuVi presenta uno de los tres ejes a trabajar, sobre las características patrimoniales del “Parque Nacional Iguazú” y ha sido testado por niños y jóvenes con y sin discapacidad, de diferentes instituciones, en las que se incluyó un relevamiento sobre el disfrute, usabilidad y jugabilidad que experimentaron los usuarios, de modo de ir perfeccionando el diseño para sus versiones futuras*

**Palabras claves:** realidad virtual, turismo, sitios patrimonio de la humanidad, Argentina, accesibilidad

## Abstract

*The present work relates the work carried out by a work team of the National University of La Plata, Argentina, through the development of social projects that link tourism and cultural and patrimonial identity. Within this project, technology plays a fundamental role through the development of the mobile application "HuVi" as a complement in the interaction of the person (player), the trip (world*

*heritage sites of Argentina) and the ludic-educational dimensions (videogame). Up to now, one of the three axes of the Iguazú National Park has been developed and it was already tested by children and young people with and without disabilities of different institutions, in the way of keep on developing the app for future versions.*

**Key-words:** virtual reality, tourism, world heritage sites, Argentina, accessibility

## 1. Introducción

“HuVi” surge dentro del proyecto de extensión de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de La Plata –en la cual se encuentra la Licenciatura en Turismo– denominado “Huellas Patrimoniales”, con un grupo interdisciplinario de trabajo perteneciente a la mencionada Facultad, la Facultad de Informática y la Facultad de Bellas Artes.<sup>1</sup> Es un proyecto interdisciplinario que promueve la inclusión educativa e identitaria de niños en situación de exclusión social a partir del turismo y del uso de nuevas tecnologías. Más específicamente, la propuesta se centra en las oportunidades que brinda la realidad virtual como mediadora para la enseñanza y aprendizaje a partir de la realización de viajes interactivos. Viajes que ponen el acento en la generación de experiencias en función de los aspectos identitarios más característicos del patrimonio y cultura nacional. Para ello, las actividades contemplan la producción de contenidos audiovisuales para realidad virtual que toman de referencia a los sitios argentinos inscritos a la Lista de Patrimonio Mundial (UNESCO), el diseño y desarrollo de un videojuego de realidad virtual para dispositivos móviles, y la

<sup>1</sup> Además de la autora, el proyecto está integrado por: Gabriel Comparato, Virginia Sahores Avalis, Agustina Romero, Luciana Renzella, Yamila Capeletti, Nela Ravea, Sofía Cardellini y Luisina Cimatti (F. de Económicas); Gabriel Gonzalez, Ayelén García y

Clemente Moroni (F. de Bellas Artes); y Cecilia Sanz y Yesica Chirinos (F. de Informática).

ejecución de talleres educativos en distintas instituciones de niños y jóvenes, con y sin discapacidad. Las principales características del proyecto y de la aplicación móvil son:

- **Multimedial:** Contempla la producción audiovisual de sitios argentinos reconocidos como Patrimonio Mundial por la UNESCO.
- **Experiencial:** Incluye el diseño, desarrollo e ilustración de “HuVi”: aplicación de realidad virtual para dispositivos móviles, con contenidos de carácter educativo, lúdico y recreativo, con la posibilidad de acceso y descarga libre por parte de cualquier usuario.
- **Territorial:** Realización de talleres en las instituciones de niños y jóvenes con y sin discapacidad, de interpretación patrimonial con el objetivo de sensibilizar, reflexionar e introducir nociones generales de patrimonio, turismo, identidad e historia.
- **Accesibilidad:** Contempla no sólo condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad sino también la inclusión del tema “discapacidad” dentro de los talleres y videojuegos como forma de sensibilización.



Figura 1. Marca de HuVi.

La imagen muestra el diseño de la marca en la cual unas gafas de realidad virtual se montan sobre el nombre “HuVi”.

## 2. “Huellas Patrimoniales”: un proyecto para la inclusión

El proyecto surge en el año 2016 con el propósito de trabajar en dos planos de forma simultánea: por un lado, incentivando al conocimiento, al reconocimiento y a la puesta en valor de los referentes patrimoniales más representativos del país, y por otro

lado, promover la inclusión social a partir del uso de la tecnología. Si bien la propuesta no pretende ser un reemplazo al viaje propiamente dicho, busca ser un complemento al proceso de movilidad *in situ*, que permita generar otro tipo de oportunidades dentro del aula y de talleres territoriales, tanto previos como posteriores al viaje. De hecho esta propuesta surgió como complemento de otro proyecto de extensión ya en curso llamado: “Dejando Huellas”. Este también surgió como iniciativa de la Facultad de Ciencias Económicas y, desde 2012, promueve la organización de viajes en el marco de un turismo solidario.

Durante el 2017 en “Huellas Patrimoniales” participaron más de quince voluntarios, entre los que se incluyen docentes-investigadores, graduados y alumnos, y se filmaron tres sitios patrimonio de la humanidad (UNESCO) en la República Argentina con sus respectivos guiones y post-producciones. Estos sitios son: las Misiones Jesuíticas Guaraníes y las Cataratas del Iguazú (declarados en el año 1983), en la provincia de Misiones, y la Casa Curutchet de la ciudad de la Plata (declarada en el año 2016). En este sentido, se realizó un libro fotográfico y, a modo de cierre de ese año, se llevó a cabo una muestra dentro de la Facultad de Ciencias Económicas donde se intervino artísticamente parte del tercer piso y se lo ambientó acorde a las proyecciones. Ello incluyó el diseño de una muestra fotográfica, una muestra audiovisual HD, 360 y de sonidos ambiente.

En 2018, siendo el segundo año de trabajo, se articuló el proyecto con la Facultad de Informática con el objetivo de comenzar con el desarrollo de la aplicación móvil de realidad virtual. El guión, diseño y desarrollo de la APP estuvo a cargo de la Lic. Yesica Chirinos y dirigida por la Dra. Cecilia Sanz, de la Facultad de Informática en el marco de la Maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación y, además, fue ilustrada por la Lic. Ayelén García, dibujante egresada de la Facultad de Bellas Artes.

Durante el 2019 se ha avanzado en diferentes ejes. A) Por un lado, el desarrollo del eje “Descubrimiento del parque”. Durante este período, la aplicación pasó por varias fases de diseño y desarrollo, en cada una de las cuales se evaluó usabilidad, jugabilidad y objetivos educativos, hasta lograr la versión estable actual para su presentación al público, con el objetivo de potenciar su carácter educativo. Estos tests se seguirán haciendo durante la segunda parte del año (Imagen 1, 2 y 3). Para el soporte de software y diseño de la interfaz, se utilizaron herramientas de RV de distribución gratuita o licencia académica, previamente analizadas, que se consideraron adecuadas en cuanto a prestaciones y accesibilidad. B) Por otro lado, se generaron las condiciones para que su uso y jugabilidad no dependan necesariamente de conexiones a internet, generando independencia para trabajar en contextos de vulneración social con

problemas de conectividad. C) Asimismo, el equipo se encuentra en el desarrollo de un sitio web, que permita la descarga gratuita de los contenidos desarrollados, y D) la producción de los contenidos referidos a Península Valdés, otro de los sitios patrimonio mundial de la Argentina.

Actualmente, la Facultad de Informática y de Ciencias Económicas se encuentran en proceso de registro de la propiedad intelectual de la aplicación para luego entrar en una etapa en la que ésta pueda ser usada y descargada libremente. La aplicación por el momento está disponible para dispositivos con sistema operativo Android.

Los proyectos mencionados fueron financiados a partir de las convocatorias que lleva adelante la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación. Sin embargo, los recursos de los que dispone el proyecto son escasos y hace que se tengan que buscar fondos externos para sustentarlo. Incluso, para el año 2019 el proyecto no ha sido financiado en la mencionada convocatoria.



Figura 2. Marca Huellas Patrimoniales.

La imagen describe el diseño de la marca donde dentro de un círculo se coloca el nombre “Huellas Patrimoniales” al lado de una huella digital.

Todo esto hace que Huellas Patrimoniales sea un proyecto donde no sólo se pretende generar contenidos audiovisuales innovadores, inclusivos y accesibles, sino también adquirir nuevos equipamientos y soluciones técnicas de diseño y desarrollo acorde a la búsqueda de mayor cobertura territorial. Con respecto a este último punto, si bien se trabaja con algunas Instituciones de la ciudad de La Plata con las que ya hay una tradición de trabajo, se busca que los contenidos generados estén disponibles para que todo interesado pueda acceder a ellos y descargarlos libremente, sin ningún costo, incluso un docente de otra provincia u otro país. Es por esto que el Proyecto se encuentra en proceso de elaboración y posicionamiento de redes sociales y página web.

Finalmente, este año se pretende continuar con el desarrollo de dos ejes más del videojuego dentro del Parque Nacional Iguazú, para luego continuar con el

desarrollo de juegos en otros sitios patrimonios de la humanidad de Argentina, de los cuales ya se cuenta con el material audiovisual.

### 3. HuVi

#### 3.1. Ejes de Desarrollo:

“HuVi” -aplicación móvil de realidad virtual- es un videojuego que consiste en obtener huellas virtuales a partir de desafíos, que se presentan durante experiencias de viajes por algunos de los sitios patrimoniales más emblemáticos de la Argentina.

Cuenta con diferentes avatares que el jugador puede seleccionar. Los mismos tienen características asociadas a la identidad socio-cultural del sitio patrimonio de la humanidad seleccionado, al mismo tiempo que presentan características en relación a la diversidad (discapacidad, sin género, etc.), como se puede ver en la Figura 3.



Figura 3. Avatares representativos.

La imagen describe 3 avatares que el jugador podrá seleccionar para realizar los desafíos del videojuego.

El primero de ellos cuenta con vestimenta típica del norte argentino, el segundo utiliza silla de ruedas y el tercero alude a las nuevas tendencias “híster”, sin buscar precisar el género u orientación sexual.

#### *Eje Desarrollado: Descubrimiento del Parque Nacional Iguazú*

En esta primera versión, HuVi pone al alcance del jugador un primer eje del Parque Nacional Iguazú (PNI): “Descubrimiento del parque”, como se ven en la Figura 4, que promueve la puesta en valor del paisaje y ambiente. El jugador va recorriendo el PNI y, a medida que avanza, se encuentra con ciertos indicios representados mediante gemas (Figura 5), que le brindarán información para la resolución de distintos desafíos, que lo conducirán al descubrimiento del Salto más importante del Parque “La Garganta del Diablo” (Figura 6). Mediante estos desafíos (Figura 7) el jugador irá conociendo las características sobresalientes de este sitio: pueblos originarios, el descubrimiento de las cataratas del Iguazú por parte de los pobladores europeos, la zona

contigua al PNI, que se comparte con el país vecino Brasil, características de la Garganta del Diablo (altura, ancho e hidrografía).



Figura 4. Escena correspondiente al terreno de exploración, dentro del mapa que representa a la Argentina.

La imagen representa el portal al Parque Nacional Iguazú: se le presenta al jugador tres ejes, mediante esferas, en donde el primer eje “Descubriendo el parque” está representado por la lupa.



Figura 5. Escena correspondiente al primer eje “Descubrimiento del Parque”.

La imagen representa el recorrido del jugador dentro del PNI, las gemas representan indicios que ayudarán al jugador a resolver los distintos desafíos.

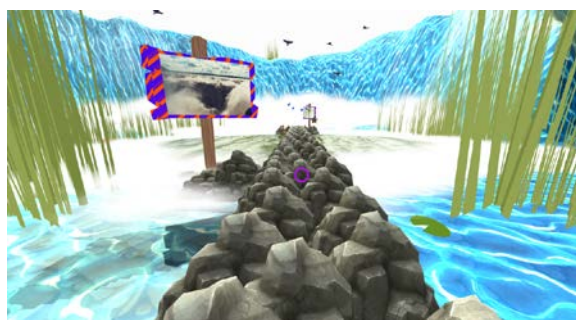


Figura 6: Escena correspondiente al primer eje “Descubrimiento del Parque”.

La imagen representa la llegada del jugador a la “Garganta del Diablo”.



Figura 7. Escena correspondiente a uno de los desafíos.

La imagen representa la escena del desafío que jugador deberá resolver para avanzar al próximo nivel.

*Ejes a desarrollar: “Cuidamos la biodiversidad” y “Con las manos en la tierra”*

En la próxima versión de HuVi, se procura el diseño e implementación de dos ejes más: “Cuidando la biodiversidad” y “Con las manos en la tierra”. En el primero de ellos, el jugador, tendrá que poner en práctica, habilidades para resolver desafíos relacionados con el comportamiento de los visitantes en su contacto con la fauna. De esta forma, se dan a conocer las problemáticas asociadas al turismo y a la protección y conservación del sitio. Por otro lado, “Con las manos en la tierra”, propone relacionar los valores patrimoniales intangibles y recuperar las tradiciones culturales, mediante desafíos que involucren al jugador en la elaboración de la Yerba mate –producto típico y autóctono de la zona de Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay- y además lo involucren en las tradiciones culturales del patrimonio.

En este sentido, los distintos ejes del videojuego tienen un carácter interactivo del jugador con el entorno virtual a través del turismo y el patrimonio. Dicha interacción tiene distintos niveles de involucramiento del jugador, que van desde lo contemplativo hacia uno de inmersión –aún no disponible en las versiones actuales de la APP.

### 3.2. Accesibilidad de la APP

La accesibilidad de HuVi se manifiesta en dos sentidos. El primero, es el de visibilizar la temática a través de, por ejemplo, la incorporación de avatares que utilicen sillas de ruedas que muestre que el recorrido del sitio, patrimonio de la humanidad argentino, cuenta con condiciones de accesibilidad –esto se traduce de las condiciones reales del sitio. El segundo sentido, son las condiciones de accesibilidad con las que contará el videojuego: manejo de opciones mediante audios y/o subtítulos, manejo del brillo de la pantalla, tamaño de tipografía, video de ayuda al

usuario, selección del modo de juego online/offline, compatibilidad con todo dispositivo móvil con Android.

### 3.3. Alcance de la APP

Como se mencionó anteriormente, el proyecto Huellas Patrimoniales ha venido desarrollándose desde el 2016 junto con el proyecto Dejando Huellas que comenzó en el año 2012.

Los destinatarios de estos proyectos han sido niños y jóvenes y adultos con y sin discapacidad de distintas organizaciones en situación de vulnerabilidad y exclusión social, de manera de poder acercar los sitios patrimonio de la humanidad a ellos. Hasta el momento, se ha trabajado con dos instituciones, ambas ubicadas en la ciudad de La Plata: IDANI (Institución De Apoyo Integral A las Personas Con Capacidades Diferentes) que es una entidad civil sin fines de lucro fundada en 1959 para la atención y rehabilitación integral) y en la Asociación Civil “El Roble”, que es un centro de día para niños y adolescentes en situación de vulnerabilidad, fundada en 1994.

Los números indican que los beneficiarios de estos proyectos han sido:

Tabla 1. Beneficiarios de los proyectos

| Año  | Nº beneficiarios | Nº instituciones |
|------|------------------|------------------|
| 2013 | 20               | 1                |
| 2014 | 146              | 4                |
| 2015 | 171              | 5                |
| 2016 | 197              | 6                |
| 2017 | 150              | 5                |
| 2018 | 146              | 5                |

Fuente: Elaboración propia

Con la realidad virtual se pretende no sólo aumentar el alcance de las instituciones a las cuales visitar y realizar los talleres lúdico-pedagógicos, sino también que al estar disponibles y ser gratuitos para su descarga, puedan ser utilizados por todos.



Imagen 1. Testeo de la APP en la Asociación Civil El Roble (2019).

La imagen describe una niña con las gafas que está probando el videojuego



Imagen 2. Testeo de la APP por parte de personas con discapacidad en la Institución INADI.

La imagen describe una persona con discapacidad que está probando el videojuego (2018).



Imagen 3. Muestra de HuVi en la feria Usina de Ideas de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNLP (2018).

La imagen describe una persona en sillas de ruedas que está probando el videojuego.



Imagen 4. Equipo del proyecto junto a niños y responsables de la Asociación Civil El Roble. La imagen describe a los niños y responsables de la Asociación Civil El Roble junto con los integrantes del proyecto “Huellas Patrimoniales” el día de testeo de HuVi.

### 3.4. Experiencia de HuVi con niños

#### *Contexto de prueba*

HuVi fue evaluado a través de una experiencia de uso, en la Asociación Civil “El Roble” de la ciudad de la Plata, con 22 niños de entre 6 y 12 años. Durante la prueba, los protagonistas de la experiencia fueron los niños quienes estaban acompañados por un observador, un integrante del equipo, que lo acompañaba para asesorarlo en cuanto a dudas o inconvenientes que surgieran durante el uso de la aplicación.

#### *Metodología de la experiencia*

El objetivo de la experiencia, fue realizar una observación de los niños utilizando la aplicación. En primer lugar uno de los integrantes del equipo realizó una muestra sobre cómo utilizar HuVi a los niños, para luego cada uno de ellos, junto con un observador, experimenten su uso. Cada observador contó con diversos instrumentos de evaluación para determinar: facilidad de uso, interés, diversión, satisfacción de los niños por los recursos incluidos en HuVi: videos, imágenes, audios, aceptación de los desafíos propuestos, adaptación de los alumnos con la aplicación, en relación a las capacidades de cada uno y limitaciones.

#### *Resultados obtenidos del uso de HuVi*

A través de los resultados obtenidos de los instrumentos de evaluación, se observó que los niños no presentaron dificultades en el uso de la aplicación. Se notó una aceptación inmediata de la propuesta y un interés por utilizarla nuevamente. Se observó que al

momento de resolver los desafíos, y mostrarles, un mensaje de “FELICITACIONES, avanzaste al próximo nivel” acompañado de un audio, y la obtención de la huella del recorrido, los niños se mostraban motivados y entusiasmados. Por ejemplo, los niños expresaban al observador: “...gané el desafío!!!...”. Asimismo cuando los niños se encontraban con alguna dificultad, preguntaban al observador, adquiriendo nuevas habilidades y destrezas en su uso.

No se observaron mayores limitaciones en el uso de HuVi, ya que todos los niños pudieron utilizar la aplicación durante todo el transcurso que dura el juego.

## 4. Resultados

El proyecto social sobre turismo solidario que comenzó en el año 2012 ha ido atravesando etapas y proyectos superadores, que han permitido que en el 2019 el denomina “viaje” haya tomado un formato virtual de manera de acercar los valores identitarios y culturales a los niños y jóvenes en situación de exclusión social.

La realidad virtual aparece como mediador entre un niño -el jugador- y los sitios patrimoniales de la humanidad argentinos, su fauna, flora, su tradición y cultura autóctona.

Si bien HuVi se encuentra en una primera versión, sus características –multimedial, experiencial, territorial y accesible- harán que pueda ser disfrutado por un público en general y con posibilidad de ser escalable en cuanto a contenido como a tecnologías de desarrollo.

## 5. Referencias

- [1] Comparato, G. (2018). Huellas Patrimoniales: Un proyecto para la inclusión. Revista ECONO. *Facultad De Ciencias Económicas. UNLP*, 8(16). Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/econo/article/view/5653>.
- [2] Se estrenó una aplicación de realidad virtual desarrollada por la FCE y la Facultad de Ciencias Informáticas (5 de julio de 2019). Recuperado de: <https://www.econo.unlp.edu.ar/extension/se-estreno-una-aplicacion-de-realidad-virtual-desarrollada-conjuntamente-por-la-facultad-de-informatica-y-de-cs-economicas-6757>

# ACCESIBILIDAD EN CONTENIDOS CULTURALES



# Patrimonio natural accesible para personas con discapacidad auditiva: Signoguía de la "Cueva de las Ventanas" de Píñar

Cristina Álvarez de Morales Mercado y Silvia Martínez Martínez  
Universidad de Granada  
cristinaalvarez@ugr.es y smmartinez@ugr.es

## Resumen

*Hoy en día los espacios patrimoniales tienen un potencial enorme como agentes para el cambio social y una obligación con la accesibilidad, tal y como promulgan las leyes nacionales e internacionales. Uno de los grupos sociales a los que van dirigidos estos programas sobre accesibilidad son las personas con discapacidad auditiva.*

*El objetivo de este trabajo es ofrecer una descripción de un proyecto de investigación aplicado al Subtitulado para personas Sordas (SpS) y la Lengua de Signos Española (LSE) del patrimonio natural. Se propone un método para desarrollar una Signoguía basada en estudios descriptivos y de recepción anteriores en el ámbito de la Traducción y Accesibilidad (Álvarez de Morales y Jiménez, 2016). Nos centraremos en la Signoguía en LSE y SpS de un espacio del Patrimonio natural: unas cuevas prehistóricas del municipio de Píñar (Granada), accesibles para todo el tipo de público.*

## Abstract

*Nowadays, heritage sites have a great potential as agents for social change, and a duty – as stated in national and international laws – towards accessibility. One of the social groups addressed by access programmes is that for people with hearing loss.*

*The goal of this paper is to offer a detailed description of an applied research project on Subtitle for the Hard of Hearing (SDHoH) and Spanish Sign Language (SSL) of heritage sites. We propose a method for developing a Guide based on previous descriptive and reception studies in the field of Translation Studies and Accessibility (Álvarez de Morales & Jiménez, 2016). We will focus on the development of Guide with SDHoH and SSL for a*

*heritage site in a group of Prehistoric caves in the town of Píñar, in the province of Granada –Spain–.*

## 1. Introducción

El grupo TRACCE (<https://tracce.ugr.es/>) firmó en octubre de 2017 un convenio de colaboración con el Ayuntamiento de Píñar (Granada) para realizar un plan completo de accesibilidad de la «Cueva de las Ventanas». Este proyecto comenzó su andadura a finales de 2017 y se desarrolló a lo largo del año 2018, con la intención de terminar el plan de accesibilidad completo en noviembre de 2019.

Este proyecto englobaba tres acciones principales:

1ª) Creación de una Audioguía de la Cueva, dividida en diversas paradas, para personas con diversidad funcional visual (DFV).

2ª) Creación de una Signoguía para personas con diversidad funcional auditiva (DFA).

3ª) Creación de una Guía en lectura fácil para personas con diversidad funcional cognitiva (DVC). Los contenidos de esta última han sido resumidos y realizados con lenguaje sencillo y claro, de forma que puedan ser entendidos por personas con discapacidad cognitiva o discapacidad intelectual. Este tipo de textos en lectura fácil no solo irá dirigido a gente con discapacidad, sino también a personas con baja formación cultural o problemas de tipo social, y podrán utilizarse tanto en un folleto explicativo como en una visita guiada adaptada, al igual que en visitas para niños.

Además incluiremos otras actividades en un futuro cercano: visita guiada audiodescriptiva, visita guiada con Interpretación en Lengua de Signos Española (ILSE) y talleres de expresión artística. Estas actividades se van a realizar a lo largo de los próximos años y en las visitas que acordemos realizar con los usuarios que quieran visitar la Cueva y que puedan acceder a la misma de una forma completamente accesible.

Las acciones llevadas a cabo para abordar este plan de accesibilidad de las cuevas se basan en las teorías de la Nueva Museología y la accesibilidad universal como herramienta de cambio en los lugares patrimoniales y culturales de una nueva época. Todas ellas están estructuradas del mismo modo y comparten materiales y conocimientos, además de dinámicas y fases, pues nacen de la misma idea: incorporar a cualquier usuario, sean cuales sean sus diversidades, en el mundo enriquecedor y capaz de hacer crecer y empoderar de nuestro patrimonio cultural y las artes.

En este proyecto se propone la creación de una serie de descripciones locutoras que puedan integrarse en una aplicación, tableta o página web de la misma forma. Nosotros abogamos por una información accesible al alcance de todos a través de la página web de turismo de Piñar, desde la que los usuarios pueden acceder directamente a vídeos y clips de audio o descargarlos para usarlos en su visita. El visitante solo tendrá que bajarse de la web las audiodescripciones (AD), según su perfil de usuario, de manera que cuando visite la cueva lo tenga todo descargado en su aplicación móvil. Igualmente ocurriría con los vídeos descargados en ILSE: la persona sorda puede recibir la información mirando en la pantalla de su dispositivo móvil la interpretación del elemento o espacio seleccionado. La Signoguía es portátil, lo que permite realizar el recorrido de forma normalizada, y está diseñada para que el usuario navegue por un menú y seleccione la obra que desee. Si se opta por poner los vídeos o productos audiovisuales a disposición de los usuarios, ellos deberán disponer de un teléfono móvil inteligente u otro dispositivo con el que visualizar los contenidos.

## **2. Protocolo de actuación y cronograma**

### **2.1. Primera visita a la Cueva y reparto de tareas**

Todo el grupo TRACCE se desplazó el domingo 22 de octubre a la «Cueva de las ventanas» y se firmó un convenio de colaboración con el Alcalde del Ayuntamiento de Piñar.

Tras la visita a la Cueva, decidimos que el reparto de tareas se iba a realizar de la siguiente manera:

- Cuatro personas del equipo se encargarían de la audiodescripciones. Una de ellas es profesional de accesibilidad museística y gracias a su formación y experiencia se ha conseguido que las AD finales sean de una calidad inmejorable.
- Tres estarían dedicadas a la adaptación de los textos a la Lengua de signos Española y al Subtitulado en lengua de signos. Al igual que la experta en accesibilidad museística, en nuestro equipo de trabajo contamos con una profesional

de la LSE que elaboró los TM de forma inmejorable y conforme a los estándares establecidos. El subtitulado para personas sordas ha corrido a cargo de una experta investigadora en dicha materia, que ha elaborado los subtítulos para los vídeos interpretados en LSE. Estos han sido revisados por otra persona miembro del equipo y experta también en accesibilidad.

- Dos se encargarían del lenguaje simplificado. Finalmente esta tarea fue llevada a cabo por un grupo de estudiantes y fue supervisada en todo momento por la directora del proyecto, experta en accesibilidad.

### **2.2. Recepción del Texto Origen (TO)**

La experta en Prehistoria M<sup>a</sup> Isabel Mancilla (Historiadora y Arqueóloga) y su asesora científica, Margarita Sánchez, ambas de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada, enviaron los textos que nos servirían de textos origen para elaborar los textos meta: las audiodescripciones, los textos en Lengua de Signos, los textos subtitulados para Sordos, y los textos en lectura fácil.

### **2.3. Primer borrador de las Guías**

Todos los miembros presentamos un primer borrador por equipos de los diferentes textos: Audiodescripciones (AD), Lengua de Signos Española (LSE), y lectura fácil.

Los textos origen (TO) que el Ayuntamiento de Piñar nos facilitó han sido elaborados por un equipo de expertas en Prehistoria del Departamento de Historia de la Facultad de Filosofía y Letras de nuestra Universidad. Dichos textos están organizados en once paradas de la Cueva que el visitante ha de realizar para conocer todos los elementos que se hallan en el interior de la misma, así como los ambientes y el espacio recreados en ella.

Para que el proceso fuera coherente y homogéneo, se respetaron estas paradas tanto en la Signoguía (para personas con diversidad funcional auditiva) como en la Guía de lectura fácil, sin embargo, en la Audioguía se decidió ofrecer diez paradas, reestructurando el TO y manteniéndolo acorde a las necesidades de las personas con diversidad funcional visual, que son diferentes a las otras diversidades.

### **2.4. Primera visita a la Cueva con usuarios con disfunción visual y auditiva**

Esta visita se llevó a cabo el 24 de enero de 2018 y en ella se tomó nota de las necesidades y requisitos para poder llevar a cabo un plan de accesibilidad completo de la Cueva: marcas rugosas en el suelo que

permitan situar a la persona ciega en el punto exacto que se desea para poder seguir la visita adecuadamente; cascos para evitar los peligros que se puedan derivar al seguir el itinerario por la parte más baja y estrecha de la Cueva, ornado con estalactitas y estalagmitas de enormes dimensiones; paneles táctiles en las cinco primeras paradas de la cueva, que son las más amplias, una maqueta a tamaño 1 m × 1m de la Cueva que permita a los usuarios ciegos hacerse una idea más precisa de la organización espacial de la cueva y sus distintas grutas.

Además los usuarios sordos indicaron que la información más perentoria que ellos necesitaban para entender el conjunto de estas cuevas era conocer algo más sobre los utensilios utilizados por los hombres del Paleolítico y del Neolítico y saber su utilidad real. Para ello se realizaron explicaciones de elementos como: raspadores, buriles, cuchillos con forma de hoja de laurel, etc.

## 2.5. Elaboración de las Guías

Durante este mes y medio se trabajó en la elaboración, corrección y revisión de los textos que irían integrados en cada una de las Guías.

Una vez finalizadas las Guías se enviaron al resto de los miembros del equipo que se encargaron de detectar posibles errores subsanables o de hacer las indicaciones que consideraron oportunas para que las Guías quedaran perfectamente consolidadas.

Se trabajó con un documento conjunto que nos permitía conocer de primera mano los cambios que los otros miembros del equipo iban realizando o sugiriendo.

Cuando las Guías estuvieron terminadas se subieron a la carpeta del Grupo TRACCE para que todos los miembros tuvieran acceso directo a ellas.

## 2.6. Revisión y evaluación de usuarios

El mes de abril de 2018 y la primera semana de mayo se dedicaron a la revisión con usuarios que evaluaron los textos accesibles e indicaron las mejoras y correcciones que estos precisaban.

Además se realizó otra visita a la Cueva el 20 de abril, con usuarios sordos que detectaron algunos errores en la Signoguía, sobre todo los que tenían que ver con los guiados de una parada a otra. Hemos de dejar claro que los visitantes de la Cueva nunca la visitan solos, pues es obligatorio ir siempre con guías de la Cueva que acompañan al público visitante y explican el itinerario.

Las correcciones fueron mínimas, e inmediatamente se incorporaron en los textos finales, que quedaron ya sí conformados de forma definitiva.

## 2.7. Grabaciones en el CIC (Centro de Instrumentación Científica) de la Universidad de Granada

El lunes 7 de mayo de 2018 se comenzaron a realizar las primeras grabaciones de las Guías definitivas. El Centro de Instrumentación Científica se había reservado con dos meses de antelación, debido al volumen de trabajo que maneja este centro. Se trata de un "centro específico" que, mediante recursos técnicos y humanos, proporciona soporte instrumental a la investigación científica y técnica. Para nuestro proyecto, su Departamento de Tratamiento de la Imagen se encargó de las grabaciones de diversas locuciones de AD, así como de la grabación, edición y montaje de imagen en el caso de las interpretaciones en Lengua de Signos (LSE).

Para la grabación de las Signoguía y la Guía de lectura fácil se escogió una voz masculina y para la grabación de la Audioguía una femenina. Ambas voces fueron consensuadas previamente por todos los miembros del grupo TRACCE.

Para la grabación de los vídeos en Lengua de Signos Española se escogió a un intérprete plenamente reconocido por la comunidad sorda que signó nuestros textos.

Los vídeos se grabaron en formato .mp4 en codificación H.264 y los audios en .mp3.

## 2.8. Entrega del encargo y presentación del plan de accesibilidad

Se envió a nuestro cliente por *wetransfer* todos los materiales elaborados:

- Las tres Guías en texto
- Los audios de la Audioguía
- Los audios de la Guía en lectura fácil
- Los vídeos de la Signoguía
- Los vídeos subtítulos para sordos

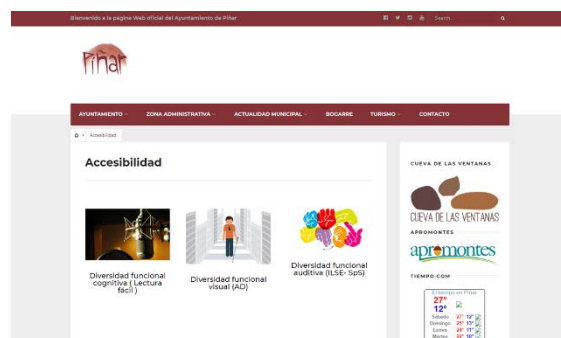


Imagen 1 . Página web Ayuntamiento de Píñar - Accesibilidad

El 26 de septiembre se presentó ante los medios de comunicación el plan de accesibilidad de la Cueva de las Ventanas. Asistieron al acto diferentes representantes de Asociaciones de Discapacidad de Granada: ONCE, ASOGRA, ASPACE, así como algunos de los alcaldes y alcaldesas de la provincia de Granada que acompañaron al Grupo TRACCE en este acto. También alumnos del I.E. de Píñar que mostraron un gran interés por la inclusión de todas las personas al Patrimonio y se interesaron por las necesidades de las personas con discapacidad. En la actualidad están trabajando en un proyecto inclusivo con sus profesoras.

### 3. La Signoguía

La LSE es la lengua materna de la mayoría de los sordos españoles. La dificultad de acceso con la que se encuentra este colectivo en los museos y lugares patrimoniales españoles está relacionada casi en su totalidad con la falta de formación en interpretación de LSE de los guías y personal del museo o del patrimonio artístico. La simpleza y facilidad de la puesta en acción de la visita que se propone va de la mano con la importancia y apertura de una cultura vetada para este colectivo, de forma sencilla a la par que alentadora y emancipadora. De este modo, las signoguías, que prestan una ayuda complementaria y personalizada en la comprensión de los objetos museísticos, son claves para el acceso de las personas sordas.

En este proyecto hemos creado una signoguía que posee un contenido audiovisual en el que se incluyen vídeos con intérpretes de lengua de signos que puedan utilizarse como descargas desde una *web*, incrustados en tabletas, en una aplicación, etc. Normalmente, las signoguías son unos dispositivos, tipo PDA o *iPod*, que, a través de lengua de signos y subtítulo, facilitan las explicaciones sobre el recorrido de los museos o los distintos cuadros de sus colecciones. Están equipadas con una pantalla para reproducir vídeos en los que se explican los contenidos y las obras seleccionadas en lengua de signos española y subtítulos. Se adapta el recorrido general utilizando esta lengua y de esta forma se intenta dar autonomía a las personas sordas, mediante un manejo sencillo y una cómoda navegación.

La signoguía es portátil, lo que permite realizar el recorrido de forma normalizada, y está diseñada para que el usuario navegue por un menú y seleccione la obra que desee. Los dispositivos, además de las instrucciones de uso y navegabilidad e información general del lugar o monumento (plano, servicios disponibles, historia del edificio, etc.).

Si se opta por poner los vídeos o productos audiovisuales a disposición de los usuarios, ellos deberán disponer de un teléfono móvil inteligente u

otro dispositivo con el que visualizar los contenidos, pero deberán descargárselos antes de la visita a la Cueva porque allí no hay conexión a internet. La signoguía consta de 11 paradas. Además se han creado una serie de contenidos que puedan utilizarse tanto en la visita guiada en lengua de signos como en los vídeos que compongan la signoguía.

En la elaboración de la signoguía se siguió el siguiente protocolo:

- Recepción de los TO y adaptación de los mismos por los expertos en lengua de signos.
- Revisión por los usuarios con diversidad funcional auditiva.
- Adecuación de los textos siguiendo las indicaciones de las personas sordas.
- Redacción final de la signoguía.
- Locución de la signoguía.
- Grabación de los vídeos por un intérprete en lengua de signos española.
- Subtitulado el Lengua de Signos españolas de los vídeos signados.

El flujo de trabajo para la elaboración tanto de la signoguía se organiza en torno a las siguientes tareas traductológicas:

a) Búsqueda bibliográfica se fuentes fiables, tanto manuales de Prehistoria, como textos sobre la accesibilidad auditiva, o la lectura fácil y el lenguaje simplificado. Las fuentes utilizadas parecen recogidas en la Bibliografía final.

b) Establecimiento de parámetros que nos facilitaran la organización de los textos: léxico- semánticos y morfo-sintácticos.

- Adaptación y simplificación léxico-semántica:

- Justificación teórica
- Parámetros léxico-semánticos
- Problemas y estrategias empleadas.

- Adaptación y simplificación morfosintáctica:

- Justificación teórica
- Parámetros generales de lectura fácil
- Estrategias de adaptación y simplificación
- Parámetros morfosintácticos
- Problemas y estrategias

c) Aspectos técnicos (SpS)

- Destinatarios del SpS
- Aplicación de la NORMA UNE 153010: 2012
- Aplicación de parámetros técnicos adicionales.

d) Revisión de los textos

## 4. Parámetros para la elaboración de la Signoguía

### 4.1. Adaptación y simplificación léxico-semántica: Justificación teórica

La lengua de signos es un lenguaje gestual, no universal. Y contiene determinadas característica léxico-semánticas que tienen que ver con los ámbitos en los que se utiliza, con las dificultades que presentan las metáforas, que son casi imposibles de signar y la abundancia de sinonimia que contiene (cfr. Fundación CNSE 2000; Lara Burgos 2010). En este sentido hay que señalar que aquellos conceptos para los que no hay acuñado un signo, se hace uso de hiperónimos, hipónimos y parónimos, además acuñar nuevos conceptos conlleva un aumento desmesurado del lexicón así como la necesidad de introducir continuamente neologismos.

Recordemos que la Dactilología se emplea para designar conceptos no asociados a un signo y precisar significados en sus relaciones con los oyentes.

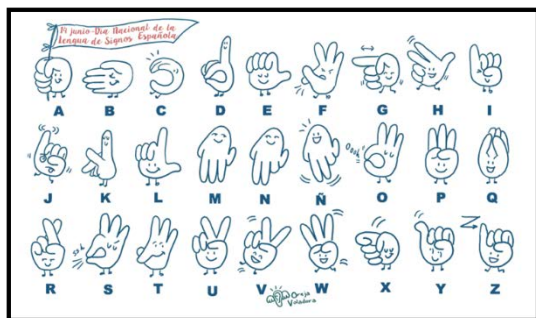


Imagen 2. Alfabeto dactilológico español

En cuanto a los problemas principales a los que nos enfrentamos cuando realizamos un subtítulo para sordos (SpS) son según Martínez-Martínez (2015) los siguientes:

- Los destinatarios, pues son un público heterogéneo, con diferentes tipos de sordera, edad, etc.
- La existencia de SpS creados principalmente para un grupo prototípico.

Además, debemos saber que las personas con diversidad funcional auditiva (DFA) tiene serias dificultades de lectoescritura y comprensión, por ejemplo: dificultad para establecer la relación entre signifiicante y significado (Matamala y Orero, 2010); comprensión limitada de abstracciones, metáforas y juegos de palabras (Asensi Borrás, 2003; García Muñoz, 2012), dificultad de acceso léxico y vocabulario reducido (Asensi Borrás, 2003) o bien comprensión limitada de las palabras función (Asensi Borrás, 2003).

### 4.2. Parámetros léxico-semánticos para realizar una adaptación de textos a las personas con DFA

Los parámetros que debíamos seguir son los siguientes:

- Utilizar preferentemente palabras asociadas a signos.
- Emplear un lenguaje sencillo y concreto.
- Explicar léxico complejo (contextualización, imágenes, explicitación del significado).
- Reducir el uso de palabras función o marcadores gramaticales (artículos, pronombres, auxiliares, preposiciones, conjunciones).
- Reducir el uso de adverbios.
- Repetir términos.
- Mantener una coherencia terminológica.

Por otra parte, lo que no debíamos hacer es:

- Emplear expresiones muy adornadas pero carentes de significado.
- Explicar un término si la explicación se va a producir más adelante.
- Hacer uso de lenguaje figurado, abstracciones, proverbios y juegos de palabras.
- Emplear palabras largas o difíciles de pronunciar.
- Incluir abreviaturas, acrónimos y siglas, a no ser que sean muy conocidas o necesarias.
- Introducir palabras polisémicas o expresiones ambiguas.
- Utilizar jergas y xenismos.
- Hacer uso de sinónimos complejos.

### 4.3. Problemas y estrategias empleadas

Entre estos problemas y estrategias destacaremos los siguientes:

Problemas generales

- Densidad terminológica del TO. Términos no existentes en LSE.
- Palabras de uso común: ausentes en LSE o polisémicas.
- Gran número de adverbios acabados en -mente.
- Uso de verbos sustantivados.
- Redacción enrevesada y excesivamente compleja.
- Incoherencias en el TO.

Estrategias generales

- Sustitución de léxico especializado y general por palabras que pueden signarse. Uso de diccionarios de LSE y corpus para frecuencia de uso.
- Omisión de información no relevante.
- Explicación de términos especializados clave.

Para explicar algunos problemas específicos acudimos a esta tabla que recoge algunos de ellos.

| Fragmento TO                                                                                                                                                                          | Tipo de problema                                                                                                                                     | Fragmento TM                                                                                                   | Estrategia adoptada                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Hay que tener en cuenta que, para culminar la actividad cinegética, es necesario...»<br>PARADA 1                                                                                     | Construcción compleja sin equivalen-te en la LSE.                                                                                                    | caza                                                                                                           | Ofrecer un equivalente más sencillo.                                                                                                                                                                                                                    |
| «... al periodo Solutrense (Paleolítico Superior) y...».<br>PARADA 1                                                                                                                  | Este periodo no está asociado a ningún signo en la LSE. Sin embargo, <i>Paleolítico</i> sí tiene signo.                                              | «...periodo Solutrense, el tercer periodo del Paleolítico ».                                                   | Explicitar la información.                                                                                                                                                                                                                              |
| «Si bien el agua no lo es [un aglutinante], sí que resulta ser un disolvente de excepcionales resultados con algunos pigmentos naturales, por lo que pudo ser utilizado».<br>PARADA 2 | La frase es muy confusa de por sí, pero más aún si tenemos en cuenta que más adelante se habla de una pintura donde se usa el agua como aglutinante. | «El agua no es un aglutinante natural, pero pudo usarse como aglutinante por sus cualidades como disolvente» . | Se ha mantenido el término <i>aglutinante</i> , ya que se había explicado antes, y se ha aclarado la estructura para que sea comprensible y tenga coherencia con el resto de la información del texto. También se ha omitido la información redundante. |

**Tabla 1. Problemas y estrategias específicos**

#### 4.4. Adaptación y simplificación morfosintáctica

García Muñoz (2012) en su Guía práctica para la inclusión educativa trabaja con la lectura fácil y ofrece una reflexión sobre sus potenciales destinatarios (discapacidad auditiva, intelectual, etc.). Por su parte Rodríguez González (1992) ofrece una propuesta de parámetros para elaboración de textos de lectura fácil y analiza las principales características de la LSE, que se basan principalmente en los siguientes aspectos: ordenación cronológica de la estructura sintáctica, expresión de la relación de causalidad de acuerdo con la estructura causa-consecuencia y la expresión infrecuente de la relación de dependencia entre las subordinadas o proposiciones adjetivas con respecto a la oración principal:

Por su parte, Tercedor *et al* (2007: 48) nos dan las siguientes recomendaciones:

- Seguir un orden cronológico en la secuencia proposicional.
- Reforzar con adverbios el tiempo verbal («yo vine ayer»), ya que en LSE se marca el aspecto, pero no la flexión verbal.
- Abusar de la palabra «ejemplo»; tratar de ejemplificar siempre que se pueda.
- Intentar que cada caja de subtítulos tenga un sentido completo.
- Sustituir la preposición «de» por estructuras que queden más claras.
- «ambos» y «cuyo» son infrecuentes en LSE. Sustituir por «mismo», que también sirve de determinante, ya que en LSE no se utilizan artículos.

Es importante resaltar que las conjunciones se utilizan poco en LSE, ya que normalmente se marcan con la expresión facial. Al igual que con las preposiciones, sólo las más comunes tienen signo. «Y», «también», «además» sí tienen signo en LSE. Para las adversativas, mejor utilizar «pero», que es la forma más común. En cuanto a las subordinadas adverbiales, es mejor parafrasear para introducir términos con equivalente en LSE («motivo» para las causales, «resultado» para las consecutivas, «objetivo» para las de finalidad). Entre otros casos, se recomienda utilizar la preposición más sencilla («aunque» para concesivas, «si» para condicionales, «para» en las de finalidad, etc.).

#### 4.5. Adaptación y simplificación morfosintáctica

En cuanto al estilo se nos recomienda (García Muñoz, 2012) utilizar un estilo de redacción sencillo y

directo, próximo al estilo conversacional sin incurrir en coloquialismos o simplismos.

En lo que se refiera a la densidad informativa debemos crear textos con un número limitado de ideas jerarquizadas, ordenadas y desarrolladas para su comprensión lógica. Y ofrecer la información relevante y evitar detalles superfluos, estilísticos o redundantes. Para la redacción de oraciones debemos elaborar oraciones breves y estructura «Sujeto + verbo + complementos» para favorecer la claridad expresiva. El tono se corresponderá con el uso de un lenguaje coherente con la edad del lector, en el que se evite la generalización y la abstracción y se haga énfasis en los aspectos más interesantes para el lector. Además nos dirigiremos al público de forma directa mediante el uso del «tú» o del «usted».

En lo que respecta a la Gramática, se nos aconseja reducir la complejidad de las construcciones oracionales, pero respetando las reglas gramaticales del español, y utilizar preposiciones y conjunciones de uso frecuente para acelerar la velocidad de lectura. Las palabras no se deben dividir entre dos líneas.

#### 4.6. Estrategias de adaptación y simplificación

Según Martínez y Martínez (2015) y que se han utilizado para este encargo son principalmente las siguientes estrategias:

1. **Reducción** > Parcial: suprimir palabras irrelevantes; total: reformular para ganar concisión.
2. **Condensación** > Reformular el contenido (reemplazar el estilo indirecto por el directo, modificar sujetos, cambiar oraciones compuestas por simples, usar pronombres posesivos o demostrativos y omitir oraciones pasivas).
3. **Simplificación** > Simplificar léxico y sintaxis.
4. **Omisión** > Descartar información prescindible para facilitar la comprensión.
5. **Expansión** > Añadir elementos aclaratorios para facilitar la comprensión.

A continuación recogemos algunas de ellas en los fotogramas del Subtitulado para sordos realizado para los vídeos de la “Cueva de las Ventanas”.



Imagen 3. Técnica de *reducción*



Imagen 4. Técnica de *condensación*

#### 4.7. Parámetros morfosintácticos

A continuación resumiremos algunos de los parámetros morfosintácticos que hemos seguido:

- Escribir frases con una idea o acción.
- Intentar que en subtitulado cada caja tenga un sentido completo.
- Optar por las afirmativas, exceptuando los casos en que el uso del adverbio «no» sea imprescindible y más sencillo que la expresión afirmativa.
- Reemplazar las preposiciones «de» y «a», si es posible, por otras estructuras.
- Sustituir «ambos» y «cuyo» por «mismo».
- Emplear las conjunciones «y», «también» y «además».
- Colocar a principio de oración los complementos temporales.
- Usar adverbios temporales para reforzar el tiempo verbal («yo vine ayer»).
- Emplear «por eso» si se quiere recoger la causa expresada en un enunciado anterior y presentar su consecuencia.
- En las oraciones subordinadas adverbiales, usar, aunque de forma moderada, conjunciones de uso común y que cuenten con un signo en LSE en los casos que correspondan a estructuras lógicas y claras.

- Emplear «que» como conector en las oraciones subordinadas sustantivas, si las hay.
- Usar los signos de interrogación y admiración conforme a la norma.
- Emplear la voz verbal activa.
- Reiterar el sujeto (S) de forma explícita, y NO eliminarlo o sustituirlo por un pronombre.
- Aplicar el redondeo: casi 1.000, más de 5.000...
- Usar los tiempos verbales simples y preferiblemente el modo indicativo.
- Formar frases cortas y sencillas.
- Ordenar cronológicamente la estructura sintáctica.
- Expresar la causa antes que la consecuencia.
- Eliminar la información superflua y redundante.

## 5. Aspectos técnicos del SpS

### 5.1. Destinatario del SpS

Entre las principales diferencias entre subtítulado para normo-oyentes y personas con DFA destacaremos:

- Número de líneas
- Posición de los subtítulos
- Tiempo de permanencia en pantalla de los subtítulos
- Sincronía
- Tamaño de fuente
- Color de los subtítulos
- Número de caracteres

Estas diferencias se deben a muchos factores, entre los cuales destacan: la habilidad de lectoescritura, que representa un factor fundamental a la hora de elaborar subtítulos para personas con DFA, ya que permite establecer una velocidad de lectura adecuada para poder identificar los personajes, procesar las imágenes y la información verbal, o deducir la información implícita.

### 5.2. Norma UNE 153010 (2012)

Para esta Signoguía hemos tenido en cuenta que la Norma UNE 153010 de 2012 recomienda lo siguiente:

- a) En cuanto al número de líneas de texto, los subtítulos deben ocupar un máximo de dos o a lo sumo tres líneas.
- b) Respecto del número de caracteres por línea, el límite máximo de caracteres por línea debería ser 37. Los caracteres de los subtítulos deben tener un tamaño mínimo de forma que sean legibles por personas con visión normal, desde una distancia de 2,5 metros, cuando los subtítulos se muestran en una pantalla de formato 4:3 y 38 cm (15 pulgadas) de diagonal. Y el

tamaño máximo de los caracteres debe permitir presentar en pantalla un subtítulo de 37 caracteres.

c) La tipografía debería posibilitar la máxima legibilidad. Las directrices de lectura fácil recomiendan el uso de letras sin serifa, como Arial.

d) Las entradas y salidas de los subtítulos deben coincidir, siempre que sea posible, con el mensaje transmitido en lengua de signos y con la locución del vídeo.

e) La división del texto en subtítulos y los subtítulos en líneas habría de hacerse de acuerdo con los siguientes criterios: aprovechar las pausas interpretativas y los silencios; aprovechar las pausas gramaticales o los signos de puntuación; escribir en la línea inferior las conjunciones y los nexos y no separar en líneas los sintagmas nominales, verbales y preposicionales.

f) No se deben dividir las palabras en dos líneas.

### 5.3. Parámetros técnicos adicionales

Según Martínez Martínez (2015) los parámetros técnicos adicionales en lo referido a la identificación de los personajes, permiten elegir entre el uso de colores, etiquetas o guiones, otros autores aconsejan asignar un color diferente a cada personaje. Concretamente, los colores amarillo, verde, cian y magenta para los protagonistas, en este orden; el blanco se aplicaría a personajes secundarios.

Se debe subtítular los efectos sonoros si no es evidente que se ha producido; en este caso, el subtítulo se situaría en la parte alta de la pantalla a la derecha, y estaría en rojo o en azul dentro de una caja blanca.

En el caso de que no sea posible describir los efectos sonoros con un sustantivo, se aconseja utilizar «suenas» o «sonido de».

Más adelante ofreceremos un ejemplo del producto final: la parada 2 de la Signoguía de la «Cueva de las Ventanas». Se trata de una de las paradas más completas y elaboradas de dicha Signoguía. En la que se condensan todas las estrategias y recomendaciones que hemos ido señalando.

## 6. Revisión de textos y validación de la adaptación a través de cuestionarios

El proceso de revisión de los textos es común para ambas diversidades, al igual que la documentación y el establecimiento de parámetros.

En esta última fase del proceso traductor se llevó a cabo la revisión de la adaptación para personas con discapacidad auditiva a través de unos pictogramas iniciales que tras someterlos a evaluación de usuarios, fueron revisados y se elaboraron los que siguen a continuación. Esta selección se hizo a partir de la validación mediante un cuestionario a diferentes usuarios con discapacidad auditiva, que indicaron sus

necesidades y mejoraron nuestros primeros pictogramas:



Imagen 5. Ejemplos de pictogramas finales

## 7. Conclusiones

Este trabajo ha supuesto un acercamiento al mundo de la accesibilidad museística, en concreto al Patrimonio accesible para personas con discapacidad auditiva, desde el perfil de sus usuarios hasta sus contenidos, así como una toma de conciencia de las dificultades en el proceso de elaboración de los mismos. Además se ha conseguido obtener una visión general sobre el panorama de la accesibilidad en España, lo que nos ha hecho reflexionar sobre todo lo que queda por hacer en este campo.

Hemos dejado claro que para la elaboración de una signografía hay que tener en cuenta muchas variables, no solo desde el punto de vista de la traducción accesible sino también desde el punto de vista del patrimonio cultural. Esto ha supuesto también una reflexión sobre las cualidades que ha de tener un buen intérprete de Lengua de Signos y un buen subtitulador, que no se limitan a los conocimientos artísticos, sino que van desde el conocimiento del tipo de receptor al que nos enfrentamos en cada caso y su heterogeneidad, hasta las habilidades traductológicas que le permitan tomar aquello que va a describir como un texto origen (en modo imagen) y la subtitulación como un texto meta (en modo verbal).

Los objetivos principales de este trabajo eran ofrecer un producto de calidad que permitiera un acercamiento al patrimonio cultural, en este caso una cueva prehistórica situada en el Municipio de Píñar en Granada, no solo por parte de las personas con discapacidad auditiva sino también por cualquier usuario interesado en nuestro patrimonio.

Por último, en este trabajo se ha pretendido resaltar cómo una signografía puede aportar calidad a la experiencia en el museo, en una cueva, en un monumento, etc. En este caso, las preguntas e intervenciones del usuario han dado lugar a una

retroalimentación de la información, pues nos han hecho ser conscientes de dificultades de comprensión que no habíamos tenido en cuenta en un principio y han permitido a la persona sorda intervenir para resolver sus dudas o informarse con más profundidad de aquello en lo que estaba más interesado.

## 8. Agradecimientos

Esta investigación se ha llevado a cabo dentro del Proyecto de Investigación OPERA [Acceso al ocio y a la cultura. Plataforma de difusión y evaluación de recursos audiovisuales accesibles (FFI2015-65934-R)], financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

## 9. Referencias

- [1] AENOR, *Norma UNE 153010 sobre Subtitulado para personas sordas y personas con discapacidad auditiva*, Madrid, 2012.
- [2] Álvarez de Morales, C. y C. Jiménez Hurtado, *Patrimonio cultural para todos. Investigación aplicada en Traducción accesible*, Tragacanto, Granada, 2016.
- [3] Asensi Borrás, M.C., *Comprensión lectora de personas sordas adultas: construcción y validación de un programa de instrucción*, Tesis doctoral, Universidad de Valencia, 2003.
- [4] Fundación CNSE, "Apuntes de Lingüística de la Lengua de Signos Española", Madrid, 2000. Disponible en: <http://www.fundacioncnse.org/pdf/apuntes-linguistica.pdf>
- [5] García Muñoz, Ó., *Lectura Fácil: Métodos de redacción y evaluación*, 2012. Disponible en: <http://www.plenainclusion.org/sites/default/files/lectura-facil-metodos.pdf>
- [6] Lara Burgos, Pilar. Retos de la interpretación de la lengua de signos. El español, lengua de traducción para la cooperación y el diálogo. Actas del IV Congreso «El español, lengua de traducción», 2010, pp. 137-145.
- [7] Martínez Martínez, S., *El Subtitulado para sordos: Estudio de corpus sobre tipología de estrategias de traducción*, Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 2015.
- [8] Matamala, Ana, Pilar Orero (eds). *Listening to subtitles. Subtitles for the Deaf and Hard of Hearing*. Wien: Peter Lang, 2010, pp. 235.
- [9] Rodríguez González, M. A., *Lenguaje de Signos*, Edición digital basada en la edición de Barcelona, Confederación Nacional de Sordos de España, Fundación ONCE, 1992.
- [10] Tercedor Sánchez, M. I., Burgos, L., Molina, D., H., Linares, I. M. y L. M. Alhambra, "Parámetros de análisis en la subtitulación accesible", *Traducción y accesibilidad: subtitulación para sordos y audiodescripción para ciegos*:

*nuevas modalidades de Traducción Audiovisual*, C. Jiménez Hurtado (Ed.), Peter Lang, Fráncfort del Meno, 2007, pp. 41-51.

# Accesibilidad en museos de Destinos Turísticos Inteligentes

Alba Viana Lora  
Universidad de Málaga  
avl@uma.es

Antonio Guevara Plaza  
Universidad de Málaga  
guevara@uma.es

Antonio Fernández Morales  
Universidad de Málaga  
afdz@uma.es

## Resumen

*Este documento recoge las medidas que deben adoptar los museos para convertirse en accesibles. Para ello, se habla de la importancia que ha tenido el turismo accesible a lo largo de la historia y de cómo han evolucionado los destinos turísticos hacia destinos turísticos inteligentes, en los que la accesibilidad universal conforma un eje estratégico. Por último, se ha realizado una selección de cinco museos accesibles de ciudades que forman parte de la Red de Destinos Turísticos Inteligentes.*

## Abstract

*This document includes the measures that museums must adopt to become accessible. To do this, we talk about the importance of accessible tourism throughout history and how tourist destinations have evolved towards smart tourist destinations, in which universal accessibility forms a strategic axis. Finally, a selection of five accessible museums of cities that are part of the Network of Intelligent Tourist Destinations has been made.*

## 1. Introducción

La preocupación por desarrollar un turismo accesible tiene su origen en la Conferencia Mundial de la Organización Mundial del Turismo (OMT) celebrada en Manila (Filipinas) en 1980, en ella se refleja la importancia de mejorar la gestión de la oferta turística para permitir el acceso al turismo a toda la

población. Pero, no es hasta la Asamblea General de 1991 en Buenos Aires (Argentina) cuando se desarrolla un documento específico denominado “Para un turismo accesible a los minusválidos en los años 90”. Este documento recoge una serie de recomendaciones para facilitar la accesibilidad a la información, la preparación del personal y los requisitos generales que las instalaciones y los sitios de interés turístico deben tener en cuenta para las personas con discapacidad física. En 2005, la Asamblea General en Dakar (Senegal) presentó un documento nuevo en el que se hace referencia a todas las discapacidades, denominado “Hacia un turismo accesible para todos”. En este caso, las recomendaciones tienen en cuenta a cualquier persona con necesidades especiales. Este documento fue ampliado con unas recomendaciones presentadas por la OMT en la reunión de 2013 en Cataratas Victoria (Zambia/Zimbabwe) debido al auge de este tipo de turismo. La evolución de la sociedad de la información en el siglo XXI requiere especial atención en materia de accesibilidad, ya que hay ciertas discapacidades como la cognitiva o auditiva que requieren de una adaptación específica de la información, por ello este tema fue abordado en la Asamblea General de 2015 en Medellín (Colombia). [1]

La evolución hacia un turismo accesible pasa por volver accesible cada uno de los recursos turísticos que posee un destino. Debido a la amplitud de oferta turística que existe, este documento se ha centrado solo en el segmento de los museos. España cuenta con un rico patrimonio cultural gracias a su evolución

histórica y hace del museo el elemento clave para divulgar ese conocimiento a la sociedad. [2]

La preocupación por la accesibilidad debe ser un objetivo del gestor del destino turístico, que planificará el turismo atendiendo a las necesidades de las personas discapacitadas. Este es el motivo por el que para este documento se han elegido los destinos turísticos inteligentes, porque ya integran en su gestión esta casuística.

## **2. Destinos turísticos inteligentes**

La irrupción de las Tecnologías de la información y la comunicación, y más concretamente el desarrollo del Internet de las Cosas, ha permitido una evolución de los destinos turísticos para mejorar su eficiencia por medio de la implementación de tecnología inteligente.

Esta nueva concepción de destino, denominada Destino Turístico Inteligente (DTI), es definida por la Sociedad Mercantil Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas (SEGITTUR) como “un espacio turístico innovador, accesible para todos, consolidado sobre una infraestructura tecnológica de vanguardia que garantiza el desarrollo sostenible del territorio, facilita la interacción y la integración del visitante con el entorno y aumenta la calidad de su experiencia en el destino y la calidad de vida de los residentes”. [3]

Los cinco ejes estratégicos que recoge AENOR en su normativa sobre DTI son: Gobernanza, Innovación, Tecnología, Accesibilidad Universal y Sostenibilidad. Estos ejes influyen unos en otros y están interrelacionados entre sí. Para ser considerado un destino como inteligente debe ser accesible para todos y cumplir diferentes pautas. Los gestores del destino deben adquirir un compromiso con la mejora de la accesibilidad universal, velar por su cumplimiento y contar con medios dedicados a la gestión de esta accesibilidad. Se evaluarán todos los aspectos que intervienen en la cadena de valor del turismo y se diseñarán actuaciones para mejorar su accesibilidad. El destino tiene que informar y promocionar su oferta accesible, realizando un seguimiento de la misma y una mejora continua. [4]

El DTI se convierte en una herramienta clave para hacer que se siga y cumpla con unos criterios de accesibilidad universal obligatorios en todos los destinos catalogados como inteligentes.

## **3. Buenas prácticas de accesibilidad para museos**

Buscando la accesibilidad museística para acercar la cultura y el patrimonio a toda la población, este apartado recoge las recomendaciones que deben adoptar estos museos basadas en el decálogo de

accesibilidad turística creado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. [5]

### **3.1 Itinerarios peatonales**

La entrada al museo debe ser ancha, sin mobiliario obstaculizando el paso, y con pavimentos uniformes, compactos y antideslizantes, se recomiendan pavimentos táctiles, de color y/o sonoros para facilitar la orientación, información y seguridad de personas con algún tipo de discapacidad.

### **3.2 Plazas de parking reservadas**

Será conveniente reservar lo más cerca posible a la entrada del museo plazas de parking para personas discapacitadas, debidamente señalizadas y con el ancho necesario para maniobrar una persona en silla de ruedas.

### **3.3 Señalización**

La señalización debe ser accesible para todos sin excluir ningún tipo de discapacidad. Para su análisis, esta señalización se divide en tres: visual, acústica y táctil.

**8.1.1. Señalización e información visual.** Los objetos expuestos, recorridos, servicios e instalaciones deben estar correctamente señalizados para personas con discapacidad. Para ello, se utilizarán símbolos internacionales normalizados, con contraste de colores entre el fondo y las letras y/o símbolos y con una tipografía legible, evitando los textos solo en mayúsculas. El tamaño dependerá de la distancia de observación. No se debe olvidar que un exceso de señalización puede provocar confusión.

**8.1.2. Señalización e información táctil.** Toda la información que se ofrezca en el museo, así como puntos de interés, servicios, mostradores, picaportes, tiradores, etc., debe estar en formato braille, los carteles o paneles preferiblemente un poco inclinados. Dentro del museo se pueden realizar modelos a escala, maquetas o representaciones con otros materiales como la resina que permitan a las personas con discapacidad visual tocar los recursos.

**8.1.3. Señalización e información acústica.** Los elementos de voz deben estar señalizados, los fijos deben estar a una altura adecuada. Los aparatos de audioguías deben tener botones grandes de inicio y parada bien diferenciados. La instalación de un bucle magnético en el museo permitirá el acceso a la información a personas con discapacidad auditiva eliminando el ruido del ambiente.

### 3.4 Puertas

El hueco de las puertas debe permitir el tránsito de visitantes, sin que produzca dificultad alguna y sin que haya ningún obstáculo. En el caso de que las puertas sean de cristal deben estar debidamente señalizadas con bandas opacas, y si su apertura no es automática debe contar con picaportes a la altura adecuada, de tipo no enganchables. Se debe evitar puertas giratorias que no tengan la botonera de apertura a la altura adecuada.

Los felpudos estarán encastrados en el suelo. En el caso de existir desnivel se colocará una rampa o cuña debidamente señalizada.

### 3.5 Elementos de control

Los elementos de control deben estar preparados para el paso a personas con sillas de ruedas y estará señalizado. La barrera debe tener mecanismo automático o batiente y se dotará de aviso acústico en el caso de que no exista control visual directo del acceso.

### 3.6 Mostradores

Deben tener una altura que permita el acceso a personas usuarias de sillas de ruedas y contar con la parte inferior hueca. La información que se disponga en estos mostradores debe ser también accesible. En el caso de que exista guardarropas o taquilla debe poder manipularse fácilmente y estar también a una altura adecuada.

### 3.7 Rampas

Las rampas tendrán pasamanos a ambos lados, un pavimento antideslizante sin resaltos y en el caso de ser muy largas, descansillos. La pendiente no puede ser pronunciada y se contará con franja de texturas al inicio y al final. La iluminación se reforzará para mejorar la visualización de la rampa.

### 3.8 Ascensores

El espacio debe permitir el giro a un usuario en silla de ruedas y ser suficientemente amplio para que quepa la persona en silla de ruedas y un acompañante. Las puertas automáticas son la mejor opción. La botonera externa e interna estará en braille, a la altura adecuada y con información sonora y visual en los botones de parada y alarma.

### 3.9 Plataformas elevadoras

Al igual que los ascensores el tamaño debe permitir la entrada a una persona en silla de ruedas, además de poder realizar maniobra de giro, y a un acompañante. Los botones con interrupción de avance, retroceso y parada estarán en el inicio y final del recorrido. En el caso de que exista desnivel para acceder a la plataforma se colocará una rampa abatible.

### 3.10 Pavimentos

Los pavimentos deben ser antideslizantes, compactos, nivelados y sin salientes, evitando los felpudos que no estén anclados. En el caso de pavimento superpuesto no debe haber más de 2 cm entre los huecos de las rejillas tramex y más de 1 cm entre las piezas de tarimas y tableados. Los colores debe ser también un punto a tener en cuenta.

### 3.11 Desnivel

Cuando no es muy grande el desnivel se puede hacer uso de las cuñas fijas o móviles, perfectamente señalizadas y que permitan un recorrido seguro.

### 3.12 Salas polivalentes

El mobiliario debe ser accesible a cualquier persona, colocados dejando espacio para el paso y maniobra. En el caso de que existan gradas se debe reservar espacios debidamente acotados y señalizados. Si la sala dispone de un nivel superior como un estrado, este debe estar conectado con una rampa u otro elemento mecánico. Las mesas tendrán huecos en la parte inferior y la iluminación de las salas será no deslumbrante.

### 3.13 Salas de exposiciones

Todos los elementos de exposición deben dejar espacio suficiente para permitir el paso a cualquier persona. La altura de estos elementos debe ser adaptada a usuarios con silla de ruedas. La iluminación al igual que en las demás salas evitará los reflejos.

### 3.9 Aseos

Los aparatos sanitarios y sus accesorios deben estar a una altura adecuada. El tamaño del aseo debe permitir el acceso y giro a una persona en silla de ruedas. El inodoro tendrá una barra fija y abatible como apoyo. El grifo del lavabo será monomando, pulsador por presión suave o automático. La iluminación será la adecuada.

## 4. Museos accesibles

Una vez analizadas las buenas prácticas del apartado 3 se ha realizado una selección de cinco museos, que pertenecen a la Red de Destinos Turísticos Inteligentes, destacables por sus prácticas accesibles. Para estos destinos inteligentes la accesibilidad es muy importante, buscan que todas las personas, residentes o visitantes, tengan la misma experiencia cuando están en el destino, más allá de que sean personas con o sin discapacidad.

### 4.1 Vilamuseu de Villajoyosa

Este museo fue presentado como completamente accesible en el II Encuentro de gestores de la Red de Destinos Turísticos Inteligentes que tuvo lugar en Madrid los días 8 y 9 de abril de 2019. [6]

Este museo está compuesto de espacios amplios, con mostradores con parte inferior hueca y una altura adecuada. Los aseos disponen de lavabo integrado en todos los pisos. Durante el recorrido hay rampas con un 8% de desnivel y descansillos, los ascensores son de gran capacidad y disponen de puerta automática en su entrada. Estas medidas posibilitan la visita a cualquier persona con discapacidad física.

Los discapacitados visuales cuentan con planos de orientación, en el mostrador y en cada piso, táctiles con audiodescripción, textos en braille y macrotipos que contienen un directorio de todo el edificio y un plano de servicios y espacios del piso en el que se encuentran, como el de la imagen 2. Los perros guía y de asistencia están permitidos en el edificio. Los colores de las puertas y paredes recogen un alto contraste, además de llevar vinilos en blanco para que sea más fácil su identificación. Las salas están perfectamente iluminadas y contrastan con suelos y paredes y la señalética de salida está indicada en todos los espacios. Se encuentran réplicas de objetos como el ánfora que aparece en la imagen 1 que permite acercarse mediante el tacto las obras del museo. Esta disposición del edificio también permite reducir sensaciones de claustrofobia para las personas con discapacidad intelectual.

En cuanto a la accesibilidad auditiva, el museo dispone de bucle magnético para usuarios de audífono o implante coclear en el mostrador de información y en la sala A. También se encuentran códigos QR en los paneles explicativos con enlaces a vídeos con Lengua de Signos Española y todos los recursos se complementan con subtítulos, texto escrito y/o video.



**Imagen 1.** Réplica de un ánfora para tocar. Fuente: <http://www.vilamuseu.es/>



**Imagen 2.** Plano de situación. Fuente: <http://www.vilamuseu.es/>

### 4.2 Museo Guggenheim de Bilbao

El Museo Guggenheim de Bilbao tiene como objetivo prioritario hacer accesible a todo el público los servicios y actividades que ofrecen. Cuenta con la certificación de la norma UNE 170001-2 sobre accesibilidad universal.

El edificio, como se aprecia en la maqueta de la imagen 3, está completamente adaptado, dispone de rampas, ascensores amplios y un mostrador adaptado para facilitar la visita a personas en silla de ruedas. Disponen de audioguías y auriculares ajustables que permiten escuchar información sobre la arquitectura del edificio y las exposiciones, también disponible en versión infantil. Cuentan con bucle magnético para reducir el ruido de fondo. El museo tiene a disposición de sus visitantes video-guías en lengua de signos española o con subtítulos en castellano, euskera, inglés, francés, alemán e italiano para personas con discapacidad auditiva y en formato audio descrito para personas con discapacidad visual. Existen réplicas a pequeña escala, como se ve en la imagen 4, del edificio, de Puppy, el cachorro de terrier gigante situado en la entrada obra de Jeff Koons, o de Mamá, la gran escultura con forma de araña creada por la artista Louise Bourgeois, que hacen posible a través del tacto acercarse al museo a personas con discapacidad visual. En el guardarropa se podrá solicitar sillas portátiles, sillas de ruedas, sillas de niños y portabebés a disposición de cualquier visitante que lo necesite. El auditorio tiene plazas reservadas para usuarios con sillas de ruedas y los aseos del edificio también están preparados para estas personas. Por último, cuenta con

otros servicios adaptados como son la tienda-librería, la biblioteca, dos restaurantes y un bar.



**Imagen 3.** Edificio por fuera. Fuente: <https://pixabay.com>



**Imagen 4.** Maquetas de Puppy y Mamá. Fuente: <https://www.guggenheim-bilbao.eus>

#### 4.3 Museo del Hombre y la Naturaleza del Cabildo de Tenerife

En 2012, el Museo de la Naturaleza y el Hombre (MNH) de Tenerife fue el primer museo público en conseguir la certificación Aenor de la norma UNE 170001-2:2007 sobre accesibilidad universal. Desde entonces, el museo ha trabajado en iniciativas sobre accesibilidad como el proyecto Appside, que pretende fomentar la creación de visitas audioguiadas a museos y enclaves culturales a través de una aplicación móvil, en el que presentó en 2018 su aplicación de visita guiada y autónoma por el recinto.

La apuesta por la accesibilidad les ha llevado a mejorar los accesos de entrada y la señalética general de orientación y situación. Disponen de planos de situación y carteles en braille y macrotipos como

aparece en la imagen 5 y 6, además cuentan con audioguías y signoguías para facilitar la visita a personas con discapacidad visual y auditiva. Se puede incluso tocar algunas especies vegetales.



**Imagen 5.** Plano del museo. Fuente: <http://www.diariodetenerife.info>



**Imagen 6.** Plano del museo. Fuente: <http://www.diariodetenerife.info>

#### 4.4 Museo Arqueológico de Alicante

El museo Arqueológico de Alicante (MARQ) tiene como uno de sus propósitos impulsar los procesos de normalización e integración de las personas con alguna discapacidad para garantizar su acceso al Patrimonio Arqueológico.

A disposición de las personas con discapacidad visual encontramos una sala de “Ciencia y Arqueología” con reproducciones de materiales arqueológicos, donde podemos encontrar un barco mercante romano a escala natural, paredes imitando la textura de una cueva o reproducciones de cuencos, vasos y animales como los de las imágenes 7 y 8. A lo largo de la exposición encontramos maquetas que permiten a través del tacto un acercamiento a la cultura romana. Junto a estas reproducciones, y en toda la exposición del museo, se pueden encontrar las explicaciones en braille, además de un plano táctil para facilitar la orientación y localización de los recursos accesibles.

Las audioguías recogen la información de todas las salas del museo permitiendo realizar un recorrido adaptado. Para las personas con discapacidad auditiva encontramos signoguías con subtítulos y lenguaje de signos, al igual que los audiovisuales de las salas de exposición. Se puede solicitar la visita con un guía en lengua de signos y hay puntos específicos bien iluminados para que la lengua de signos sea visible para todo el grupo. También se dispone de bucle magnético.

A pesar de la complejidad de adaptar los yacimientos arqueológicos a usuarios de sillas de ruedas, existe un yacimiento llamado LUCENTUM completamente accesible para personas con movilidad reducida. Además, este museo dispone de un recorrido adaptado a través de su exposición con rampas con pasamanos, ascensores y salas amplias. Este museo recoge actividades y talleres con personal cualificado, que permite integrar a personas con alguna discapacidad intelectual.

Cuenta con una página Web adaptada con contenido audio descrito, donde se recoge todos los servicios disponibles para personas con algún tipo de discapacidad.



**Imagen 7.** Reproducción de un vaso y un animal. Fuente: <https://twitter.com/marqalicante>



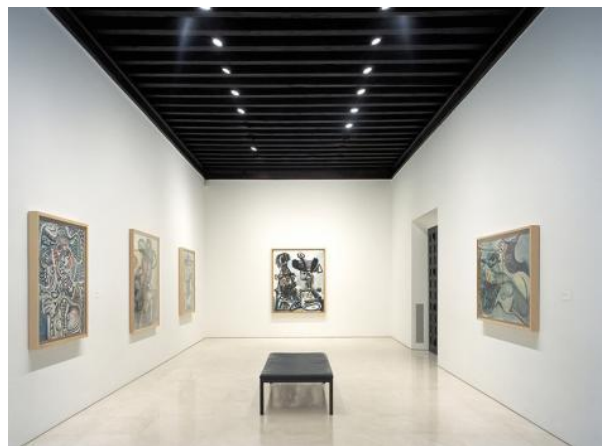
**Imagen 8.** Reproducción de un cuenco. Fuente: <https://twitter.com/marqalicante>

#### 4.5 Museo Picasso de Málaga

El museo Picasso de Málaga celebra habitualmente talleres de producción artística, actividades interactivas y visitas participativas, con el objetivo de hacer más accesible el arte a personas con algún tipo de discapacidad.

Lleva diez años celebrando el Día Internacional de las Personas con discapacidad intensificando su programa con una semana completa de actividades en las que hacen del arte y la creatividad herramientas clave para la inclusión.

El museo dispone de rampas y ascensor para subir a la segunda planta y para bajar al sótano dónde se encuentra la zona arqueológica. Dispone del servicio de audio guías, con guía audio descrita para personas con discapacidad visual y con signo guías para personas con discapacidad auditiva. Además, cuenta con bucle magnético para personas con audífono o implante coclear. Los dos aseos disponibles se encuentran adaptados. En cuanto al espacio expositivo, presenta itinerarios diáfanos, bien iluminados, con salas de exposiciones amplias como aparece en la imagen 9.



**Imagen 9.** Sala de exposición. Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/turismoydeporte/destinosturisticosaccesibles/es/malaga/museo-picasso-malaga>



**Imagen 10.** Aseo del Museo Picasso. Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/turismoydeporte/destinosturisticosaccesibles/es/malaga/museo-picasso-malaga>

## 5. Conclusiones

La accesibilidad universal es una obligación que se recoge en el ordenamiento jurídico español y sobre todo en la Convención Internacional de los Derechos de las Personas con Discapacidad, aprobada por Naciones Unidas en 2006 y que es de obligado cumplimiento para los países que la han ratificado, como es el caso de España. Analizando la accesibilidad museística de nuestro país en este documento encontramos ejemplos de buenas prácticas que se llevan a cabo en museos de destinos turísticos inteligentes, en estos destinos la accesibilidad juega un papel fundamental. Por lo que la apuesta por un destino turístico inteligente podría ser un instrumento clave debido a que ya se establecen una serie de requisitos y criterios de accesibilidad obligatorios.

## 6. Referencias

- [1] Organización Mundial del Turismo (OMT), “Compilación de recomendaciones de la OMT 1975–2015”, Madrid, 2016.  
<https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284417780>
- [2] Jiménez Hurtado, C., Seibel, C., & Soler Gallego, S, “Museos para todos: La traducción e interpretación para entornos multimodales como herramienta de accesibilidad universal”, *MonTI*, 2012.
- [3] Lopez de Avila, A, “Smart Destinations: XXI Century Tourism”. Presented at *the ENTER2015 Conference on Information and Communication Technologies in Tourism*, Lugano, Switzerland, February 4-6, 2015.
- [4] AENOR, “UNE 178501:2018. Sistema de gestión de los destinos turísticos inteligentes. Requisitos”, 2018.
- [5] MINCOTUR, “Decálogo de Buenas Prácticas en Accesibilidad Turística. Destinos y Recursos Culturales y Naturales”,  
[http://planaccesibilidadturistica.es/UserFiles/publicaciones/ficheros/Decalogo\\_de\\_Buenas\\_Practica\\_2.pdf](http://planaccesibilidadturistica.es/UserFiles/publicaciones/ficheros/Decalogo_de_Buenas_Practica_2.pdf)
- [6] SEGITTUR, “Los destinos presentan sus casos de buenas prácticas como destinos turísticos inteligentes”, Madrid, 2019.  
<https://www.segittur.es/es/sala-de-prensa/detalle-documento/Los-destinos-presentan-sus-casos-de-buenas-prcticas-como-destinos-turisticos-inteligentes-/#.XP4MBIgzbt>

# Audioguías interactivas accesibles para cada visitante

Marta García-Muñoz, Jaime Solano Ramírez,  
GVAM GUÍAS INTERACTIVAS S.L  
[mgarcia@gvam.es](mailto:mgarcia@gvam.es), [jsolano@gvam.es](mailto:jsolano@gvam.es),

## Resumen

Desde 2014 hasta 2018, al menos 52 instituciones culturales españolas han incorporado audioguías interactivas a su oferta de servicios turísticos. Esta solución tecnológica abre el camino hacia la personalización, superando el concepto de accesibilidad como solución a las barreras existentes y planteándolo en su lugar como una oportunidad para atender las demandas específicas de cada visitante. Desde entonces más de 2.200.000 usuarios, tanto nacionales como internacionales, han utilizado estos sistemas. Una de sus grandes diferencias respecto a otras opciones es que incorporan la “accesibilidad” (incluido el propio término) en la descripción de los recorridos para el público general, convirtiendo los recursos accesibles en una opción disponible para todos y configurable según las propias necesidades. Las guías GVAM (Guías Virtuales Accesibles para Museos /Monumentos) se convierten por tanto en una herramienta de sensibilización de uso masivo, que atiende y, a la par, visibiliza las necesidades de las personas con diversidad funcional.

## Abstract

From 2014 until 2018, at least 52 Spanish cultural institutions have incorporated interactive audio guides to their supply for tourists. This technological solution is based on the concept of personalization, which overcome the traditional concept which considered accessibility just a way of solving barrier instead of an opportunity to attend specific demands. More than 2.200.000 users - both national and international tourists - have used these systems. One of their great differences regarding other options is that interactive audio guides incorporate "accessibility" (including the term itself) in the description of the routes for the general public, turning accessible resources into an option available to all the users and configurable according to their individual needs. The GVAM guides

(which in Spanish mean “Accessible Virtual Guides for Museums or Monuments”) thus become an awareness tool, which attends and, at the same time, makes more visible the needs of people with functional diversity.

## 1. Introducción

Es necesario remontarse al año 2011 para entender la situación actual de la accesibilidad a la información en las instituciones culturales españolas. Ese año, bajo los paradigmas del diseño universal, se definieron las primeras guías GVAM (Guías Virtuales Accesibles para Museos). En el marco del proyecto de investigación del mismo nombre, liderado por el Real Patronato sobre Discapacidad, la Universidad Carlos III, el CESYA (Centro Español de Subtitulado y Audiodescripción) y la empresa Dos de Mayo, se desarrolló el primer prototipo de audioguía interactiva accesible en España [1]. Este prototipo, probado en el Museo del Traje y más adelante en el Museo Arqueológico Nacional, se convirtió a partir de 2014 en un producto comercial que hoy en día compite con otros sistemas tradicionales de guiado de audio, tanto nacionales como internacionales.

Otras opciones accesibles en museos ofrecen audioguías para el público general, signoguías para las personas sordas signantes y audioguías con audiodescripción para personas ciegas, tres productos distintos no conectados. En el caso de las guías GVAM, todas las opciones están disponibles en una única herramienta.

## 2. Funcionamiento y producción de estas audioguías accesibles

En la actualidad la compañía GVAM desarrolla audioguías interactivas con audio, texto e imágenes a través de las que el turista puede descubrir los contenidos de un determinado destino cultural, compartirlos con otras personas o incluso llevarse un

recuerdo a casa. En paralelo, la institución puede conocer al detalle cada interacción de sus usuarios a través de una herramienta analítica conectada.

Al comienzo de la visita, durante la selección del recorrido, el sistema sugiere al usuario varios recursos de accesibilidad, para que sea él quien decida si activarlos o no. Estos recursos son fundamentalmente: subtítulo (en el mismo idioma del audio), lengua de signos (en el idioma que corresponda en cada caso) y audiodescripción (en la propia herramienta se indica que se trata de audios adaptados para las personas con discapacidad visual). Las fotografías de todos los espacios o piezas pueden considerarse también un recurso de accesibilidad, pues permiten visibilizar aquellas zonas no accesibles para personas con movilidad reducida o cerradas al público por motivos de conservación. En algunos casos, estas imágenes consisten en panorámicas 360° o en recreaciones 3D.

Además de estar disponibles para su alquiler en el lugar de la visita, varias de estas audioguías interactivas están disponibles para su descarga en los markets de aplicaciones móviles (apps) de iOS y Android.

En cuanto al proceso de producción, cabe destacar la participación instituciones como ONCE, Fundación ONCE, Fundación CNSE y CESYA en la definición y/o evaluación de varias de estas audioguías. Asimismo, debe subrayarse la colaboración de empresas como Aptent, que ofrece servicios de subtítulo y audiodescripción, o Specialisterne, que ofrece servicios de consultoría de personas con TEA (Trastorno del Espectro Autista). Varias personas con asperger han participado en la carga de contenidos y revisión de estas herramientas.

## **2. Instituciones con audioguías interactivas accesibles en España y número de usuarios**

En los últimos 6 años, al menos 52 instituciones han implantado el sistema de GVAM, ya sea incorporando la totalidad de recursos accesibles posibles (imágenes, subtítulo, audiodescripción para personas con discapacidad visual y lengua de signos) o parte de estas opciones (como mínimo, audio subtítulo e imágenes). Entre todas estas instituciones, 20 son museos, 3 catedrales, 17 ciudades y 12 monumentos o espacios patrimoniales [1]. Por volumen de visitantes, destacan el conjunto monumental de la Alhambra y el Generalife, el museo del estadio Camp Nou, el museo del estadio Santiago Bernabéu, el Palacio Real de Madrid y la Catedral de Barcelona.

El proyecto más reciente y más completo en cuanto a opciones de accesibilidad se refiere ha sido el del Palacio de Gaudí, en Astorga. Este proyecto puede

utilizarse como demostrador de la tecnología descrita en el apartado anterior.

En total, en el periodo analizado (abril 2013-diciembre 2018) la cifra de usuarios de guías interactivas GVAM se sitúa entre las 2.200.000 y 2.400.000 personas (según el informe interno de usuarios de GVAM Guías Interactivas). Todas ellas habrán podido leer la palabra “accesibilidad” en sus terminales. Según se puede extraer de la herramienta analítica, en términos generales, entre un 25-30% de los usuarios activa el subtítulo independientemente de su capacidad funcional (según informes extraídos a través de la herramienta GStats de GVAM), lo que demuestra que estos recursos son una ventaja no solo para las personas con sordera.

## **3. Elementos innovadores en los proyectos en marcha**

En julio de 2019, la tecnología GVAM va a permitir a los visitantes de la Catedral de Barcelona conocer la ciudad desde sus terrazas. A partir de una panorámica 360° realizada con dron, el sistema identificará los puntos de mayor interés de la ciudad y ampliará la información de cada uno de ellos con fotografías y una descripción textual. En próximas fases esta información será accesible también para personas con dificultades de visión mediante lector de pantalla. La propuesta estará integrada en la misma audioguía interactiva para visita general, que ya cuenta con subtítulo en 6 idiomas.

Actualmente, el equipo de desarrollo de producto GVAM investiga nuevas líneas de evolución para convertir la audioguía interactiva, tradicionalmente un dispositivo de consumo individual, en un producto accesible de uso compartido que permita además a personas con y sin discapacidad vivir una experiencia conjunta.

## **4. Frenos a la incorporación de recursos accesibles en las audioguías interactivas**

En la actualidad no existen prácticamente frenos a la incorporación de subtítulos y de imágenes con texto alternativo en las guías interactivas. A través del sistema GVAM, la generación de estos subtítulos es semiautomática al inicio, facilitando su creación y por lo tanto reduciendo el coste de integración. Sin embargo, en el caso de los vídeos en lengua de signos y las audiodescripciones para personas con discapacidad visual, el factor determinante sigue siendo el coste de producción. En un gran número de ocasiones las instituciones no solicitan estos recursos como parte integrante del producto desde el momento inicial.

Por otro lado, una línea natural de evolución sería la incorporación de recorridos en lectura fácil para personas con discapacidad intelectual. Hasta la fecha no ha sido implantada en ninguna institución, probablemente por falta de apoyo de las instituciones y/o empresas.

## 5. Conclusiones

Las audioguías interactivas GVAM son un caso de uso de tecnología accesible útil para el gran público. Desde abril de 2016 y hasta diciembre de 2019, entre 2.200.000 Y 2.400.000 turistas, tanto nacionales como extranjeros, han utilizado este sistema. Considerar diversidad funcional desde las primeras fases del desarrollo supone una ventaja diferencial tanto para las instituciones turístico-culturales como para las empresas que las prestan servicios. Con estas soluciones, pueden atender las necesidades de un público más heterogéneo.

Aunque se han reducido de manera considerable los frenos a la accesibilidad en este ámbito, el coste de este tipo de iniciativas sigue siendo, sin embargo, uno de los impedimentos principales para las instituciones y/o empresas que han trabajado con GVAM. La incorporación de recursos accesibles en los nuevos desarrollos tecnológicos para el turismo sigue

realizándose en fases tardías o posteriores al lanzamiento inicial de un nuevo producto. En el sector de la movilidad, los avances tan rápidos de la tecnología son un freno aún más determinante.

Tan importante como la incorporación de estos recursos es la continua sensibilización acerca de este derecho de todos y, sobre todo, es necesario normalizar la realidad de las personas con diversidad funcional. Los productos que ofrecen personalización o segmentación pueden ser un impulso importante para la accesibilidad. Asimismo, este tipo de oferta tecnológica y de contenidos incorpora a personas o colectivos de personas con diversidad funcional en los procesos de producción.

## 6. Referencias

- [1] Web GVAM: <https://www.gvam.es/proyectos/>
- [2] *Primera guía multimedia de museos accesible para personas con discapacidad*. Revista de arte ([www.revistadearte.com](http://www.revistadearte.com)). 17 de noviembre 2011. Documento online consultado a 30 de junio de 2019: <https://www.revistadearte.com/2011/11/17/primera-guia-multimedia-de-museos-accesible-para-personas-con-discapacidad/>

# ACCESIBILIDAD EN EL TURISMO INTERNACIONAL



# Azores O Meeting – Trail Orienteering: Sustainable and Accessible Sport Tourism Activity

Tiago Valente  
Access Azores President  
[geral@accessazores.org](mailto:geral@accessazores.org)

## Abstract

*Over the last few years, the theme of accessible, inclusive and universal tourism as well as universal accessibility have been affirmed, both in the theoretical field and in the practical field, as a result of various contributions from a wide range of authors and researchers. However, when we talk about accessible sport tourism activities there are only a few studies about that theme.*

*The purpose of this article is to demonstrate the Trail Orienteering as an accessible and sport tourism activity to promote local sustainable development and how it fits in the strategies and policies promoted by the Azores Regional Government.*

*En los últimos años, se ha afirmado el tema del turismo accesible, inclusivo y universal, así como la accesibilidad universal, tanto en el campo teórico como en el práctico, como resultado de diversas contribuciones de una amplia gama de autores e investigadores. Sin embargo, cuando hablamos de actividades de turismo deportivo accesibles, solo hay algunos estudios sobre ese tema.*

*El propósito de este artículo es demostrar la Orientación del Sendero como una actividad turística accesible y deportiva para promover el desarrollo local sostenible y cómo encaja en las estrategias y políticas promovidas por el Gobierno Regional de Azores.*

## 1. Introduction

It is widely studied that accessible sports tourism contributes for local development of territories and their communities, and that should be considered when defining policies and subsequent decisions,

since sports tourism, in its most diverse forms, has a preponderant role in the exploration of natural and cultural resources. In rural and island territories, such as the Azores, micro, small and medium-sized events are the most representative, as we have seen in Silva's study [1] and the larger events are carried out in the main cities.

Considering that rural and island territories are more susceptible to the impacts generated by tourism activity and sporting events, it is extremely important that the organizers of these activities are fully aware of the importance of local sustainable development in these places [2]. Incidentally, to speak of local development we must talk about local agents, and the latter are, in the first instance, the local community itself [3].

Accessible sporting events in rural and island territories, such as the Azores, should be in accordance with the guidelines adopted by public bodies, especially the regional Government, in affirming the region as a sustainable tourist destination. The Azores archipelago, which is in the process of being certified by international entities to obtain this recognition, namely by the Global Sustainable Tourism Council, is a constant case of awards and recognitions on the themes of sustainability and development. Considering the importance of preserving and defending the natural, social and cultural heritage while at the same time creating equitable and lasting wealth; from the international imperatives of climate governance towards a low carbon global economy; and increasing population pressure on the planet and the region, it is essential to “reinforce the Azores a tourism strategy with a clear orientation towards sustainable tourism, adapted to the local reality and resilient to the global challenges” [4, p. 12]. In this sense, it is necessary that events organized in rural and island territories, where the impacts generated by

them must be carefully thought out, have a preponderant role in defining strategies, actions and measures with the objective of reducing or mitigating these impacts. This article presents the Trail Orienteering (TO) as an accessible and sustainable sport tourism activity and their impacts in Azores.

## 2. Universal Accessibility in Tourism

The concept of accessible tourism (the most widely known and here understood as tourism for all, inclusive tourism, universal tourism among other terms) is inseparable from the premise of universal accessibility. This concept, although closely associated with universal design, is based on the creation of solutions that allow universal access to places by anyone [5], [6]. That is, when designing for everyone we include those who even temporarily have reduced or conditioned mobility (Rosario, 2013) or any other special or specific need.

Thus, in the context of this article, the term universal accessibility is understood as the creation, construction and/or adaptation of structures, infrastructures and superstructures, as well as services, products and goods that enable the greatest possible number of users to be used, considering the universality and human diversity. Considering, therefore, that accessible tourism is part of the basic concept of universal accessibility, it makes perfect sense to speak not only of accessible, inclusive and universal tourism, but of universal accessibility in tourism.

That said the recipients and users of accessible and universal products and services are wider and wider than only people with some kind of disability or special need. This group contains other dimensions including citizens who do not have any type of conditionality, but different mobility capacities related to their human condition, such as children, seniors, obese, pregnant women, but also parents with pushchairs and children. [7]–[9].

Improving people's quality of life, especially those with reduced or conditioned mobility, is a priority in current national and international policies, because of the urgency of adopting inclusive measures and solutions that guarantee access to places for all people [10]. In terms of tourism development, this should be seen as the adaptation, transformation and/or construction of structures, infrastructures and superstructures in accordance with legal regulations in the area of accessibility and mobility and cases of good practices, facilitating and improving access to services, products and others of a similar nature both to tourists and visitors, but also, and in the first instance, to the local community. Any strategy and orientation for the development of tourism in a given territory should take into consideration that places

should be thought to people. In fact, this is a vital aspect of strategic planning: the humanization of places and human universality and diversity.

To Vieira [11] we cannot speak of the development of the tourism industry if people cannot participate autonomously and freely in activities, events and initiatives, such as the acquisition of products, goods and services. For this author, it is extremely important that planning consider human diversity, guaranteeing the principles of universality to all people. Figueira e Dias [12] refers that the whole process in the affirmation of a strategic and sustainable tourist destination must be thought for the people and not for the organizations. To Teles the planning and organization of the sector are both a plan and a process: "*plan because it houses actions, axes and measures and processes because they involve citizens and organizations*" [8, p. 39].

Over the last few years, the theme of accessible, inclusive and universal tourism as well as universal accessibility have been affirmed, both in the theoretical field and in the practical field, as a result of various contributions from a wide range of authors and researchers. However, the studies and publications analyzed above refer mainly to universal accessibility and accessible tourism in an "economistic" perspective in the sense that they are focused on the market [13], growth potential [14], opportunities and destination differentiation [15]. From the analyzed articles, it is possible to verify that few focus on the segment of accessible sports tourism although the impact that this has had on the territories is widely studied.

The increase in life expectancy, by provoking a growth of the elderly population, is per se a direct cause for the increase of deficiencies and incapacities associated with aging. According to Pimenta and Salgado, a simple example "*is the idea that ramps are built for people with motor disabilities in wheelchairs, when in fact they should be planned based on this new paradigm that disability and aging are two phenomena who walk side by side (...)*" [16, p. 162].

We verified with the new Agenda 2030 and the respective 17 Sustainable Development Objectives that the social component is present and safeguarded [17]. However, as in many other areas, people with disabilities have been an invisible part of sustainable development [18]. We can see from the Convention on the Rights of Persons with Disabilities that people with disabilities and their representative organizations need to be consulted on all policies affecting them.

The themes of sustainable development cannot be an exception. Caiado, Gonçalves, Telles and Macalli indicate that countries have insufficiently discussed the inclusion of people with disabilities in the achievement of sustainable development, even when

*"considering social inclusion as one of the pillars of sustainability, the documents did not mention or only listed people with disabilities but without any type of commitment"* [19, p. 256].

### **3. Social Sustainability and Universal Design for Development**

In this context, the term social sustainability, which comes from the theme of sustainable development, despite being considered as a basic element for sustainable development that is intended harmonious together with the economic and social pillars, was for many years outside the spotlight unlike environmental and economic issues [20]. It is verified that universal accessibility unequivocally integrates what one wants of a sustainable social development: the participation of all in the activities of citizenship and this pass, not only, but also, by the access (sensorial, physical and cognitive) to the places, services and infrastructures. So, if the question of universal accessibility is checked (sensory, physical and cognitive), we equally guarantee the participation of all citizens as much as possible.

According to McKensie [21, p. 12] social sustainability is *"a life-enhancing condition within communities, and a process within communities that can achieve that condition"*. In addition to this definition (non-consensual and criticized as any definition in the field of social sciences) the inclusion of a set of indicators, one of which is equitable access to basic services (including health, education, transport, leisure and activities).

Universal accessibility contributes to the sustainable social development of communities and societies. It is enough to think that universal accessibility is premised on the access by individuals to existing services, structures, infrastructures and superstructures. Many authors argue that the theme of sustainable social development has been neglected, unlike environmental and economic issues [22], [23].

Now to talk about accessibility, we cannot dissociate this expression from the universal design. The purpose is to create, design and implement objects, equipment and structures so that they can be used by as many people as possible, regardless of age, stature, capacity or mobility, making the products, structures, communication, information and urban environments that can be used and integrated into an inclusive society in a perspective of autonomy and social sustainability [24], [25]. The basic principles of universal design go through fair use, flexibility, simple and intuitive use, noticeable information, error tolerance, low physical effort and size and space for approximation and use [26]–[28], thus assuming itself as an instrument and a privileged

tool for the affirmation of accessibility, promotion of social inclusion and universality and human diversity.

According to Story, Mueller and Mace [29, p. 11] *"universal design can be defined as the design of products and environments to be usable to the greatest extent possible by people of all ages and abilities"*. This demonstrates that universal design (also known as drawing for all, inclusive design or barrier-free design) respects human diversity and promotes the inclusion of all people in all activities.

Thus, the goal of universal design is a process intended to be used by as many people as possible regardless of their biopsychosocial status [30]. Several authors point out that it is impossible to create a universality that can be used by all people [30]–[32]. Moreover, Burgstahler refers *"I'm not sure it's possible to create anything that's universally usable. It's not that there's a weakness in the term. We use that term because it's the most descriptive of what the goal is"* [33, p. 9].

Considering, therefore, that human beings possess distinct mobility capacities that are deteriorating over the years (natural process) as they can occur in situations of reduced mobility or temporarily conditioned (accidents) it will be unanimous to say that universal accessibility facilitates the general participation (here understood as services, structures, infrastructures, superstructures, buildings and places).

It is argued in this article that universal accessibility should not only be a way to create ramps and downspouts for a fringe of the population, but rather to create, construct, design and adapt places for all people regardless of their human condition. The removal of barriers and obstacles in order to enable the civic participation of all citizens should be a mandatory premise in order to achieve social equity [34].

### **4. Accessible Sport Tourism as a Tool for Sustainable Local Development**

Tourism is an increasingly important economic sector in the development of regions, territories and communities. If this is an acquired fact, it is still the most in rural and island territories where the local agents are often considered the only way for development [1], [35]. It is indeed tourism, as a motor of rejuvenation of the social and economic fabric, which makes many of the rural areas today known and recognized nationally and internationally [36]. In recent years we have been witnessing a clear commitment to the implementation of national and community policies for local development with greater incidence in rural areas. These policies have the main objective to minimize the effects of a *desruralization* of the territory, seeking to promote

the development that is intended to be sustainable and accessible for all.

It is widely studied that tourism and sport as sectors of activity contribute positively to the development of territories, places and communities [37]. Sports tourism, as a structured segment under the most diverse forms, is a means of promoting and disseminating existing endogenous resources, assuming a preponderant role in the promotion and dissemination of territories and communities, with greater incidence in rural and island areas.

In this last ones that are environmentally sensitive and socially exposed to the impacts caused by the arrival of visitors, and regardless of their motivation, it requires the organization of events, initiatives and activities to have a sustainable, equitable and accessible development in these events so that their assessed and predicted [38].

The importance of the sector to sustainable local development has led UNESCO to declare 2017 as the International Year of Sustainable Tourism for Development. This commitment clearly demonstrates the importance of the sector and all its tourist products and respective segments for the local development that is intended to be sustainable. In this sense, the World Tourism Organization (UNWTO) itself has launched an official website [39] on this and other related issues on the theme of sustainable tourism and development. More, in 2016 the same organization declares the World Tourism Day under the theme *Tourism for All – Promoting Universal Accessibility*. In addition to these public commitments to the tourism sector, we also find in Agenda 2030 that it is present in 3 of the 17 objectives outlined: Goal 8: promote sustainable and inclusive economic growth, full and productive employment and decent work for all; Goal 12: Ensure sustainable production and consumption patterns; and Goal 14: conservation and sustainable use of the oceans, seas and marine resources.

Although the theme of sustainable development is mainly related to environmental issues [40], [41], it is assumed by tourism agents as related to the economic issues of an industry that moves people, products, goods and services and respective currencies. Indeed, in spite of the different positions adopted by the most diverse authors and researchers of the theme, tourism as the engine for sustainable local development is no more than tailoring the activities of the sector to the latest principles and objectives of human, environmental, economic, natural, social, political, institutional and cultural issues [42], [43].

The theme of sustainable tourism and development is not new: as early as 1993, UNWTO had announced a set of measures and principles that the sector should consider of its sustainability and its contribution to development. Affirming sustainable tourism means applying new expressions and

concepts of development, adopting new technologies and working methods in various domains and introducing new activities and tourism products, promoting the contact of man with nature and valuing the history and culture of places [35]. Local and regional organizations and institutions will be responsible for the planning and management of the territory as well as the definition of development actions, objectives and strategies, keeping in mind the specificities and constraints of its territory. The sustainable development of tourism is therefore based on its own deontological principles, which are broadly based on the main objectives of economic and social development, spatial planning, nature conservation, protection of the environment and natural resources. improvement of education and the standard of living of the population [44].

Considering all the aforementioned assumptions, it is then strictly necessary that tourist-sporting events (or of other nature), even more so when they are carried out in low-density (rural and island) territories, quite sensitive to the impacts caused by them, have a perspective and a tripolar vision of sustainability, accessibility and development when planning and organizing the event itself.

The sustainable development of the accessible sport tourism sector is simply achievable through the definition of a clear and objective legislative scope, with concrete planning guidelines, actions and measures, as well as effective and feasible mechanisms for monitoring and managing activities in close connection ambitious and financially robust strategies and programs.

## **5. Azores: Sustainable Tourism Destination**

The Azores are located in the middle of the Atlantic Ocean and are made up of 9 islands of volcanic origin, being one of the two autonomous regions belonging to Portugal. In the immensity of deep Blue Ocean, the Region, known for its landscapes and natural beauty, for the culture and hospitality of the residents, are also recognized for their importance in terms of sustainability and development policies. Just a few examples of these recognitions are the National Geographic, the Quality Coast Platinum Award, and most recently in ITB Berlin (tourism fair) where it was awarded, for the fifth consecutive time, by Green Destinations as one of the 100 most sustainable tourism destinations in the world, and with Jeju in South Korea, one of the two regions in the world to hold all the distinctions awarded by UNESCO.

The existing links between environment and sport are clear and unequivocal, the pleasure and

satisfaction offered by the practice of sport is enhanced through the sporting activity in the natural environment.

The sporting activity in nature is a way to environmental awareness, since the characteristics of the natural environment acquire a special highlight during the period in which the sports practice is performed. The growth of cities and the stress caused by daily life provoke a social need for access to nature that sport shares and intensifies, with a strong relationship between environment and sport. The Azores has exceptional conditions and natural resources for the practice of nature sports.

If the Azores are recognized by international organizations with respect to both sustainability and development, it will then be expected that the events held in the Region will all consider the premise of sustainable development. For these national and international awards and recognitions of a sustainable tourist destination, there are policies, strategies, actions and measures of a cross-sectoral nature promoted both by public and private organizations. In this sense, was adopted the Strategic Marketing Plan for Tourism of the Azores (PEMTA), where nature tourism is defined as the strategic product of the Azores destination where we find, besides many others, the organization and capture of sporting events in nature direct contact.

Considering that one of the transversal problems of the tourism sector is seasonality, it was defined in the PEMTA that the sporting events should be realized mostly during the season with lower rates of visitation, commonly dubbed low season. For this to be possible, the regional Government supports, logistically and financially, the events with the highest level of notoriety and media exposure and of the impacts for local development, in addition to increasing those that fit the perspective of sustainability.

The destination of the Azores is undoubtedly a world reference in terms of sustainable development as a result of the participation of both tourist agents working directly and indirectly in the sector and the policies adopted by public organizations. In this way, the tourism development of the Azores will have to pass, according to what is stipulated in the booklet for sustainability, *"for an unequal environmental supply, allied to energy sustainability, in a concerted strategy to safeguard natural resources, which will enhance the tourist activity of the archipelago of the Azores as a destination of nature"* [45, p. 11].

Tourism has been playing an increasingly important role in the regional economy, not only at the level of the product generated, but also in terms of the employment and entrepreneurship opportunities it has provided. The decision by the regional Government to assume tourism as a sector of sustainable local development, along with other

economic and sectoral activities, is a clear commitment and a unique opportunity to project the Azores to the international panorama of sustainability, at the same time as reinforces the region's internal recognition of its potential as a sustainable tourism destination [44].

As mentioned previously, if there are policies in the area of sustainable development adopted by the active agents of the sector, on the other hand, the events organized in the Region must take this clear commitment to the sustainable development of the destination. In fact, if nature is undoubtedly the Azores reference to sustainable tourism development and an integral part of existing policies, it would not make any sense that the events created and organized in the archipelago did not take this care to create the necessary conditions for the objective to affirm, more and more the Azores a world-class tourist destination in the area of sustainability. In this sense, both PEMTA and the new Tourism Planning Program of the Autonomous Region of the Azores (POTRAA) state that: *"the lush nature and uniqueness of the landscape, combined with the authenticity of the history and traditions of its people, allow the Autonomous Region of the Azores to assert itself, in the national and international context, as a European tourist destination in the middle of the Atlantic, nine volcanic islands, recognized as environmentally preserved"* [4, p. 32].

In addition to these singularities, in recent years, the Azores has strengthened its identity matrix, as a tourist region strongly based on the active nature and has been able to position itself favorably to satisfy the segments of demand on natural, cultural and experiential resources. This identity, embodied in both documents mentioned, as a strategic bet for the tourism sector, became evident both in the scope of the various tourism products offered or to be offered, or in the context of the promotional actions carried out and to be developed by the entities, institutions and organizations.

All this development and resource framework of the Region determined that the tourism sector in the Azores should be one of the driving forces of the economic development of the Region and that the political orientation for its growth strategy, assumed by the Regional Government of the Azores, be based on the concept of sustainability, combining, in a profitable way, the environmental, economic, social and even cultural dimensions [3], [46].

## **6. Trail Orienteering – an Accessible Sport Tourism Activity**

Imagine a sporting activity where contact with nature is constant and where anyone can participate regardless of their physical condition; imagine a

sporting activity where there is no need for permanent infrastructure and the equipment costs are quite affordable; imagine a sporting activity where it takes you to breathtaking scenery and inhospitable places. Welcome to Trail Orienteering (TO).

TO is an orienteering discipline recognized by the International Orienteering Federation (IOF). It evolved after several years of experimenting with different formats and strategies so that people with and without disabilities could have a meaningful orienteering competition as it can be seen in **Figure 1**.

Since those days it has been accepted as a version that can be enjoyed by everyone. It is particularly valuable in introducing the sport as it concentrates on the map interpretation and the relationship of that to the terrain, without a time element. Instead, TO makes the map-interpretation element much harder.

Depending on the level of difficulty, up to five control markers are hung at each site and only one will correspond exactly with the control description and control circle position. In an amateur level the position is easier than an elite level. Sites are chosen so that they can be seen from a wheelchair-navigable path or area, but they may be quite a distance into the forest or non-navigable terrain. An escort can give the competitor physical help - pushing a chair, holding and orienting map and compass, even marking the control card with the decision according to the competitor's instructions. However, it is an important rule that escorts must not help in the decision-making process; they can give as much physical help as may be necessary but must not offer advice or opinions to the competitor.



Figure 1. TO participant.  
Source. IOF (2019).

IOF states that TO is an orienteering discipline centered around map reading in natural terrain, as it can be seen in **Figure 2**. Manual or electric wheel chairs, walking sticks, and assistance with movement, are permitted as speed of movement is not part of the competition.

TO have been developed to offer everyone including people with limited mobility, a chance to

participate in a meaningful orienteering competition. Because control points are identified from a distance, and competitors are not allowed to leave the trails, participants with and without physical disabilities compete on the same level, promoting a truly accessible and inclusiveness activity.



Figure 2. Example of a precise map.  
Source. IOF (2019).

There are different formats of TO: PreO, TempO and Relay. The first one (Precision Orienteering) is the traditional form of trail orienteering. Competitors are given a map at the start. The locations of the controls, the start and the finish are marked on the map, as in traditional orienteering. At each site, there are a number of control flags (which is called by a Latin letter A, B, C, D, E or F, determined at the decision point from left to right but not shown physically), but only one or none correctly represent the control marked on the map. The competitors have to stay on trails as shown on the map and look at the control at a specified location on the trail, which is called the decision point (DP). Decision points are marked on the ground, but not on the map. The sole purpose of the decision point is to determine which flags are A, B, C, D or E, which is needed to make the answer. Competitors are allowed to move along the trail to observe, but need to choose the answer at the decision point. Each correct answer scores one point, and wrong answer scores zero point.

## 7. Azores O Meeting (AOM)

In Azores, where the sustainability is a mark, the Azores O Meeting – Trail Orienteering is a perfect example how to combine sport tourism with accessible tourism to sustainable local development. The first edition will be held (previously) at April 2020 promoted by Access Azores, a non-profit organization, that promotes the universal accessibility in tourism.

However, to promote an accessible sport tourism activity, the organization will make some transformation and adaptation mainly in the map:

[illegible]

Is objective of Access Azores promoting the universal accessibility and, therefore, they are thinking create two TO maps for the Azores O Meeting: amateur and elite levels. The main goal of AOM is to create a new sport tourism activity in territory with sustainable and accessible guidelines, promoting the TO activity, friendship and an international meeting for orienteers.

If there is no doubt that sport and accessible tourism contribute for a local and sustainable development, the Trail Orienteering activity is a perfect example how to combine that two market segments.

Social sustainability, accessibility and development are some ingredients of TO sport tourism activity.

[1] A. F. C. Silva, “Desporto e Turismo: Caracterização dos Serviços Desportivos e Perceção da procura Turística em Unidades de

- [2] A. R. A. Ferreira, “Impacto dos eventos desportivos internacionais no turismo regional: Um estudo de caso,” Universidade dos Açores, 2017.
- [3] T. I. Valente, “Turismo desportivo e de natureza: os agentes de animação turística como actores da oferta - o caso das ilhas do triângulo dos Açores,” Universidade de Coimbra, 2012.
- [4] GRA/IPDT, “Plano Estratégico e de Marketing do Turismo dos Açores,” 2016.
- [5] S. Darcy and D. Buhalis, “Conceptualising Disability,” in *Accessible Tourism; Concepts and Issues*, 2011, pp. 21–45.
- [6] P. Teles, “Turismo Acessível: da inclusão à competitividade,” *TEM*, Porto, pp. 8–15, 2014.
- [7] L. Sen and S. Mayfield, “Accessible Tourism: Transportation to and Accessibility of Historic Buildings and Other Recreational Areas in the City of Galveston, Texas,” *Public Work. Manag. Policy*, vol. 8, no. 4, pp. 223–234, 2004.
- [8] P. Teles, *A Cidade das (i)Mobilidades - Manual Técnico de Acessibilidade e Mobilidade para Todos*. Vida Económica, 2014.
- [9] P. Welch and S. Jones, “The Power of Imagination,” in *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Environmental Design Research Association*, 1999.
- [10] E. Alén, T. Domínguez, and N. Losada, “New Opportunities for the Tourism Market: Senior Tourism and Accessible Tourism,” *Visions Glob. Tour. Ind. Sustain. Compet. Strateg.*, pp. 140–166, 2002.
- [11] J. M. Vieira, *Planeamento e Ordenamento Territorial do Turismo: uma perspectiva estratégica*. Lisboa: Editorial Verbo, 2006.
- [12] V. Figueira and R. Dias, *A responsabilidade social no turismo*. Lisboa: Escolar Editora, 2011.
- [13] S. Darcy, B. Cameron, and S. Pegg, “Accessible tourism and sustainability: a discussion and case study: Sistema de descoberta para FCCN,” *Journal of Sustainable Tourism*, 2010. [Online]. Available: <https://vpn.uab.pt/+CSCO+0h75676763663A2F2F626368662E79766F2E6867662E7271682E6E68+++bitstream/10453/12593/1/2009004829.pdf>. [Accessed: 07-Apr-2017].
- [14] D. Buhalis, V. Eichhorn, E. Michopoulou, and G. Miller, “Accessibility market and stakeholder analysis,” Surrey, 2005.
- [15] J. Small and S. Darcy, “Tourism, Disability and Mobility,” *Tour. Inequal. Probl. Prospect.*, no. 2010, pp. 25–72, 2011.
- [16] A. Pimenta and A. Salvado, “Deficiência e Desigualdades Sociais,” *Soc. e Trab.*, no. 41, pp. 155–166, 2011.
- [17] ONU, “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.” p. 35, 2015.
- [18] J. L. Casanova, “Pessoas com Deficiências e Incapacidades - Um Inquérito Nacional,” in *VI Congresso Português de Sociologia - Mundos Sociais: Saberes e Práticas.*, 2008.
- [19] K. R. M. Caiado, T. G. G. L. Goncalves, R. T. G.

- Telles, and A. C. Macalli, "Deficiência e Desigualdade Social: O Recente Caminho para a Escola," *Cad. Cedes*, vol. 34, no. 93, pp. 241–260, 2014.
- [20] S. Vallance, H. C. Perkins, and J. E. Dixon, "What is social sustainability? A clarification of concepts," *Geoforum*, no. 42, pp. 342–348, 2011.
- [21] S. McKenzie, "Social sustainability: Towards some definitions," *Hawke Res. Inst. Work. Pap. Ser.*, no. 27, pp. 1–31, 2004.
- [22] S. A. Kadir and M. Jamaludin, "Universal Design as a Significant Component for Sustainable Life and Social Development," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 85, pp. 179–190, 2013.
- [23] S. Woodcraft, N. Bacon, and L. Caistor-Arendar, "Design for social sustainability: A framework for creating thriving new communities," *Soc. Life*, p. 54, 2012.
- [24] INR, "Desenho Universal," 2014. [Online]. Available: <http://www.inr.pt/content/1/5/desenho-universal>. [Accessed: 02-Feb-2017].
- [25] J. Malheiros, R. Carvalho, and L. Mendes, "Etnicização residencial e nobilitação urbana marginal: processo de ajustamento ou prática emancipatória num bairro do centro histórico de Lisboa?," *Rev. da Fac. Let. da Univ. do Porto*, pp. 97–128, 2012.
- [26] K. Carr, P. L. Weir, D. Azar, and N. R. Azar, "Universal design: A step toward successful aging," *J. Aging Res.*, vol. 2013, pp. 1–8, 2013.
- [27] W. Lidwell, K. Holden, and J. Butler, "Universal Principles of Design," *Univers. Princ. Des. 125 ways to Enhanc. usability, Infl. perception, increase appeal, make beter Des. Decis. teach through Des.*, pp. 1–271, 2010.
- [28] W. F. E. Preiser and K. H. Smith, *Universal Design Handbook*, 2nd ed. New York: McGraw-Hill Companies, Inc., 2011.
- [29] M. Story, J. L. Mueller, and R. L. Mace, "The Universal Design File: Designing for People of All Ages and Abilities," *Des. Res. Methods J.*, vol. 1, no. 5, p. 165, 1998.
- [30] S. J. Thompson, C. J. Johnstone, and M. L. Thurlow, "Universal Design Applied to Large Scale Assessments," no. 6, 2002.
- [31] S. Burgstahler, "Universal design in education: principles and applications," *Name DO-IT*, 2009.
- [32] A. R. Lombardi and C. Murray, "Measuring university faculty attitudes toward disability: Willingness to accommodate and adopt Universal Design principles," *J. Vocat. Rehabil.*, no. 34, pp. 43–56, 2011.
- [33] S. Burgstahler, "Universal Design: Process, Principles, and Applications How to apply universal design to any product or environment," *DO-IT Disabil. Oppor. Internetworking, Technol.*, p. 4, 2015.
- [34] H. Hussein and N. M. Yaacob, "Development of Accessible Design in Malaysia," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 68, pp. 121–133, 2012.
- [35] J. M. Mourão, "Desenvolvimento Sustentável do Turismo-princípios, fundamentos e prática," *GEOiNOVA*, no. 2, pp. 87–117, 2000.
- [36] T. I. Valente, "A formação e o ensino do turismo acessível: O caso das escolas profissionais do Faial, Pico e de São Jorge," *Cad. Geogr.*, no. 39, pp. 67–74, 2019.
- [37] L. Chalip, B. Ritchie, and D. Adair, "Beyond impact: A general model for sport event leverage," in *Sport tourism: Interrelationships, impacts and issues*, 2004, pp. 226–252.
- [38] D. M. Turco, "An analysis of sport event tourism research: trends, issues and future directions," *J. Tour. Challenges Trends*, 2008.
- [39] UNWTO, "Sustainable Tourism Goals," 2017. [Online]. Available: <http://tourism4sdgs.org/>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [40] European Commission, *The European Tourism Indicator System ETIS toolkit for sustainable destination management*, no. March. 2016.
- [41] M. do R. P. da S. Borges, "Governança para o desenvolvimento sustentável dos destinos turísticos: o caso da região Alentejo," Universidade de Aveiro, 2016.
- [42] A. L. Garcia, "O Turismo Sustentável como instrumento de desenvolvimento económico: o caso das ilhas do triângulo açorianas," Universidade Técnica de Lisboa, 2011.
- [43] E. Oliveira and J. R. P. Manso, "Turismo sustentável: utopia ou realidade?," *Rev. Estud. Politécnicos Polytech. Stud. Rev.*, vol. 14, pp. 235–253, 2010.
- [44] SREAT/DRT, "Programa de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores (POTRAA)," 2019.
- [45] SREAT, "Sustainable Azores," *Cartilha de Sustentabilidade dos Açores*, 2017. [Online]. Available: <http://sustainable.azores.gov.pt/pt/#cartilha>. [Accessed: 21-Mar-2019].
- [46] A. I. D. de S. A. Moniz, "A sustentabilidade do turismo em ilhas de pequena dimensão: o caso dos Açores," Universidade dos Açores, 2006.

# **Cost Effective Internet Based Assistive Technologies for Barrier Free Destinations: A Case Study of Thrissur, Kerala**

Mahadevan P  
Consultant & Ex. Secretary, District  
Tourism Promotion Council, Thrissur  
E-mail: machtourism@gmail.com

Binosh Kunjappan  
Secretary, District Tourism Promotion  
Council, Malappuram E  
– mail: binnmail@gmail.com

## **Abstract**

Internet based technologies, notably Internet of things and mobile applications are changing the scenario of Barrier free Tourism. A lot of assistive technologies have evolved recently which has been of great benefit to persons with disabilities and special needs. Though Kerala in India is a popular destination known worldwide for its pioneering efforts in the development of tourism, it hadn't emphasized the need for creating inclusive destinations. Last year, the state launched its ambitious Barrier free tourism project to make its major destinations universally accessible. The model accessible tourism project in the state was materialized in Thrissur, hailed as the 'Cultural Capital of Kerala' where both necessary infrastructures was developed and unique cost effective internet based assistive technologies were successfully tested. This paper summarizes the major features of assistive technologies used in this project which can be regarded as the first initiative towards implementing this novel concept in the state.

## **Resumen**

Las tecnologías basadas en Internet, en particular Internet de las cosas y las aplicaciones móviles están cambiando el escenario del turismo sin barreras. Muchas tecnologías de asistencia han evolucionado recientemente, lo que ha sido de gran beneficio para las personas con discapacidades y necesidades especiales. Aunque Kerala en la India es un destino popular conocido mundialmente por sus esfuerzos pioneros en el desarrollo del turismo, no había enfatizado la necesidad de crear destinos inclusivos. El año pasado, el estado lanzó su ambicioso proyecto de turismo sin barreras para que sus principales destinos sean universalmente accesibles. El modelo de proyecto de turismo accesible en el estado se materializó en Thrissur, aclamado como la "Capital

Cultural de Kerala", donde se desarrollaron las infraestructuras necesarias y se probaron con éxito tecnologías de asistencia basadas en internet únicas y económicas. Este documento resume las principales características de las tecnologías de asistencia utilizadas en este proyecto, que pueden considerarse como la primera iniciativa para implementar este concepto novedoso en el estado.

## **1. Present scenario of Barrier Free Tourism**

It is necessary to take into consideration the broader aspects of accessibility in tourist destinations to ameliorate the visitor experience for all categories of tourists. Barrier Free Tourism aims to achieve equality for all persons with disabilities in tourist destinations. Also called accessible tourism, barrier free tourism broadly includes providing all necessary amenities: adequate transport, differential services, and targeted marketing for the disabled. With an estimated, expected figure of 1.2 billion now, there will be an overwhelming preponderance of differently abled in the world by 2020 which makes a lucrative tourism market segment. Studies have shown that travelling has improved the quality of life for people with disabilities in terms of enhancing self-esteem and increasing social adjustment (Daniels et al, 2005). Further studies have stressed that tourism as a leisure activity must be enjoyed by all which includes persons with special needs (Darcy & Daruwalla, 1999; Yar et al., 2004).

## **2. Context of Barrier Free Tourism in India**

The market segment of reduced mobility groups in India is roughly estimated to be 186.3 million. According to the study of IITTM (2010)<sup>1</sup> even 46.58

million or one-fourth of this is economically significant for tourism. India has also adapted to the 'Biwako Millenium Framework for Action: Towards an inclusive Barrier Free and Rights Based Society for Persons with Disabilities in Asia and Pacific' to implement its seven priority areas. Moreover, India launched 'Sugamya Bharat Abhiyaan' under Ministry of Social Justice for making the environment barrier free and accessible for persons with disabilities. But still barrier free tourism is in its incipient stage in India.

### **3. Barrier Free Kerala Tourism Project**

Though Kerala has become a major global quality tourism destination, it has pretermitted the creation of equitable facilities required by differently abled tourists in its destinations. This has raised several concerns as the state is yet to become disable friendly (Robinet et al, 2016)<sup>2</sup>. The Department of Tourism finally instigated the ambitious 'Barrier Free Kerala Tourism' project with administrative sanction (AS) for an amount of Rs. 9,00,00,000/- (Rupees Nine Crore only) in 2017 – 18 for making nearly hundred destinations across the state access friendly. The amount has been apportioned to fourteen districts in the state to be effectuated through District Tourism Promotion Councils (DTPCs).

### **4. Model project in Thrissur district**

Thrissur district extolled as the "Cultural capital of Kerala" is located almost in the central part of God's Own Country. This district with its rich cultural heritage and archaeological wealth played a pronounced role in the political history of South India. Thrissur, to be unraveled as a global destination is a microcosm of the state as it offers all tourism products of Kerala including secluded beaches, serene backwaters, mesmerizing cascades, pristine highlands; enchanting forests, half a dozen dams and reservoirs and exotic rural life. It is a masterpiece of tangible and intangible heritage with its world renowned 'Thrissur Pooram' (festival of elephants, ensemble of percussion instruments and fireworks), colorful festivals, art forms, cultural edifices and crafts.

Thrissur is the first district in Kerala where this novel concept of barrier free tourism was successfully executed. It also became a model in creating inclusive destinations by satisfying the needs of persons with physical, intellectual and sensory disabilities. The Department of Tourism, Government of Kerala allotted Rs. 73, 51, 500/- (Rupees Seventy three lakhs fifty one thousand and five hundred only) out of its total sanctioned amount of Rupees nine crore towards

execution of 'Barrier Free Kerala Tourism' project in Thrissur District in ten places. This amount was appropriated and the work was limited to eight major stand alone destinations in the district which included beaches, dam sites, hilltop picnic spots and parks. The list of the destinations has been given in Table 1. Since, the amount sanctioned was paltry for a massive infrastructure development the project looked ways for melding finance and was successful in pooling funds from the 'Green Carpet' scheme (2016 – 17) and major destination development funding in a few destinations.

The segmentation corresponding to the degree of accessibility proposed in each destination has been grouped into three broad categories: Visual (low), Participative (medium) and Experience (high). The approach developed for accessible branding (by Omkumar and Anita 2014)<sup>3</sup> was modified for practically implementing this project. The project has focused fully on creating built environment, accessible information including print and visual media, use of assistive technologies and sensitization training for staff for handling the niche segment of tourists with special needs. The work components of the project comprised infrastructure development and digital work including audio / video guides and public information system. Both the works were executed through government agencies: Kerala State Nirmithi Kendra (KESNIK) and Kerala State Electronics Development Corporation (KELTRON). The civil work was carried out strictly based on the guidelines developed by The Central Public Works Department (CPWD) and the Ministry of Urban Development (MOUD). The detailed work done as per the three segment categories have been listed below in Table 1.

The tourism authorities also organized three campaigns in three destinations for the espousal of the facilities developed in association with Thrissur Municipal Corporation, Thrissur Association of persons with disabilities and ESAF. The first event was held on World differently abled day on December 3<sup>rd</sup> 2017 at Vazhani followed by another event at Poomala on January where nearly hundred persons with special needs attended. On May 22<sup>nd</sup> 2018 'Beach for All' was conducted at the newly inaugurated Nattika beach.

### **5. Assistive technologies: background and research**

Assistive technology is defined as those devices and systems used by persons with disabilities or elderly people to overcome barriers to independence and full participation (Hersh and Johnson 2008). It can include a variety of hardware as well as supporting software or internet based platforms. These may be general devices

that can ‘assist’ persons with special needs or ‘adaptive’ devices that have been designed for the sole

include a smart speech guidance for visually impaired using Cortex M3, vibrators, ultrasonic sensors,

**Table 1. Barrier free work done in tourist destinations**

| Destinations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Visual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Participative                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Experiential                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Azhikkode Munakkal Beach</li> <li>Snehatheeram Beach</li> <li>Chavakkad Beach (later phase)</li> <li>Vilangankunnu (Hilltop)</li> <li>Poomala Dam and Boating centre</li> <li>Vazhani Dam</li> <li>Peechi Dam</li> <li>Thumboormoozhi River Garden</li> <li>Athirappilly and Vazhachal Falls (later phase)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Accessible parking</li> <li>Ramps &amp; accessible pathways</li> <li>Drinking water fountains</li> <li>Accessible toilets</li> <li>Lactation room</li> <li>First aid &amp; stretchers</li> <li>Accessible rain shelters</li> <li>Accessible benches</li> <li>Accessible amphitheatre (Vazhani)</li> <li>Signage</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Motorized and non motorized wheelchairs</li> <li>Walking sticks</li> <li>Touch screen kiosks</li> <li>Braille pamphlets</li> <li>Tactile maps</li> <li>Tactile pathways (Azhikkode, Snehatheeram &amp; Vazhani)</li> <li>Sensors in walks</li> <li>Audio guides</li> <li>AR &amp; VR</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Accessible sunset view point &amp; food court (Vilangankunnu)</li> <li>Dam top access (Peechi &amp; Vazhani)</li> <li>Accessible boating (Poomala)</li> <li>Accessible hanging bridge, view points and children’s park (ongoing at Thumboormoozhi)</li> <li>Boardwalk to beach and accessible Chinese fishing net (proposed in Munakkal)</li> </ul> |

purpose of use by persons with disabilities.

Assistive technologies for visually challenged and hearing impaired can be broadly segmented into four areas: restorative, assistance, enhancement and related technologies. Popular devices from each segment have been outlined here (Patent landscape report WIPO, 2015)<sup>4</sup>:

- Restorative technology: Vision implants, cochlear implants, external and internal hearing aids
- Assistance technology: Sound control, sensor technology, tactile, Braille, language recognition, speech processing, voice conversion to text/video
- Enhancement technology: Display related, image/sound encoding/translation, acoustic transducers, electrical/electronic simulation, induction loops
- Related technology: Additional innovation – Hardware or software IT/IOT related technologies – Audio guides, AR/VR, I – beacons, QR codes, RFID, kiosks, apps

One of the pioneer innovations of using technology for guiding visually challenged was developed by Central Michigan University (2009) using smart cane with RFID technology. This was followed by development of a GPS based smart white cane or Blind spot (S. Chew, 2012); use of haptic sensors (da Silva et al, 2012); smart stick with IR sensors (S. Gangwar, 2013); use of ultrasonic sensors (Wahab & Talibetal, 2013) and stick with laser sensors (Benjamin et al, 2014); NAVI, NAVBELT etc. Recent academic research in IOT based assistive technology India has also yielded several new systems. These

microcontrollers and cane stick (Chethan et al, 2017, India)<sup>5</sup>; sensor based electronic traveling aid (ETA) fixed to the shoe of visually challenged (Madhumitha et al, 2018)<sup>6</sup>; route assistance for visually challenged using ultrasonic sensors (R Vidya Prakash et al, 2018, India)<sup>7</sup> and a smart guidance system for the visually challenged using raspberry pi, ultrasonic sensors and 360 degree camera technology (M Shanthalakshmi et al, 2018, India)<sup>8</sup>. A mobile app based approach for guidance of night blind tourists has been proposed by Khan et al (2014, Pakistan)<sup>9</sup>.

## 7. Cost effective internet based assistive technologies used in this project

Most of the funds received for the project were utilized for civil work which resulted in creating necessary infrastructure needed for persons with physical disabilities. As mentioned, the project has given non – motorized, motorized and beach wheel chairs, sensor controlled walking sticks, Braille brochures and tactile maps to the destinations which will be joined by more expensive battery cars in the next phase through further funding.

For addressing the needs of visually challenged, hearing impaired and persons with intellectual disabilities, related and adaptive assistive technologies were used. Since, there was limitation of fund; the project researched a number of cost effective solutions leveraging on internet of things, augmented and virtual realities with third party mobile applications. This

paper summarizes the major features of utilization of cost effective internet based assistive technologies which can be regarded as the first initiative towards implementing this novel concept in the state. Some of these have already been put to use in the destinations in the district while others are in the design and development phase.

technologies tested and developed has been given below and a comparative analysis in Table 2:

### 7.1 Touch screen kiosks

These are used for providing destination related information and are static usually located near the

| Table 2. Comparison of technologies                                   |                         |                                                                      |                                                        |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Technology / Target                                                   | Range / Accuracy        | Device hardware                                                      | Guest hardware                                         | Where suited                                                          |
| Touch screen kiosks: Physical/Visual/Hearing                          | ....                    | Touch screen kiosk with audio output                                 | Nil                                                    | Information and visitor centres                                       |
| Quick response code (QR): Hearing                                     | ....                    | A good display of QR code in the site                                | Smart phone with headset                               | Destination information; details of a site                            |
| Infra Red (IR): Hearing                                               | 300GHz – 400GHz         | Sensor control                                                       | Smart phone                                            | Message transfer over short distances                                 |
| Near field communications (NFC): Hearing                              | Less than 10 cm         | Many components to read                                              | Smart phone                                            | Message transfer over short distances                                 |
| Radio frequency identification (RFID): Visual                         | 10 cm – 100 m           | Reader, tags, reader control, specific hardware like sticks, headset | Nil                                                    | Parks, public areas, dam sites with less mobile coverage              |
| I – beacons: Visual/Hearing                                           | 1 – 70 m                | I – beacon transmitter with battery                                  | Smart phone with beacon scanner installed              | Museums, airports, shopping malls, supermarkets                       |
| Geographic positioning system (GPS) Audio guides: Visual              | 3.5 m – unlimited range | Nil                                                                  | Smart phone with headset; specific app or tertiary app | Walking tours, Heritage sites etc.                                    |
| Augmented Reality (AR) & Virtual Reality (VR):Physical/Visual/Hearing | ....                    | Nil                                                                  | Smart phone with headset; specific app or tertiary app | Walking tours, Heritage sites etc.; also possibility for gamification |

The assistive technologies have been selected based on the nature of the destination. For example, touch screen kiosks were installed in information centres and at ticket counters where the guest will have the initial contact with the destination authorities. In destinations with high speed internet coverage, GPS based audio was found to yield better results whereas where the coverage is exiguous, use of RFID technology was tested. I – beacons will be preferred for internal use along with augmented reality for use in interior environs including museums which will be launched in the second phase. A very important feature of the use of these technologies is that though designed to address a specific disability, it can be used by any tourist visiting the destination, thereby enhancing the visitor experience. A brief description of each of the

entrance, counters or visitor centres. The hardware has preloaded information and functions on android platform with wi fi and Bluetooth facility and has been designed in such a way that even a wheelchair bound person can easily operate the system. The kiosk has inbuilt screen reader for reading out the data for visually challenged and installed screen magnifier for helping partially challenged. The device can give audio output in multiple languages. Another feature is that an indigenously developed sign language app has also been installed in the device. Presently seven kiosks have been supplied by KELTRON and have been installed at seven different destinations in the district. The contents to the device are added using cloud server and any new information can be added to the server which can be instantly updated using wi fi to the kiosks located in various locations. It is extremely

useful for disseminating warning messages during natural hazards and disasters, adding new attractions, events, packages etc. and so on (See Figure 1).

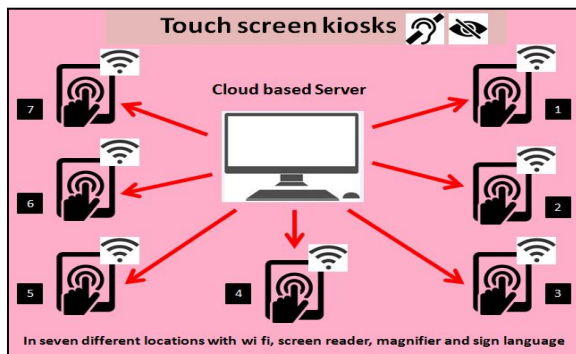


Figure 1. Touch screen kiosks

## 7.2 QR codes

The QR code system allows material buried deep within a website to be accessed via a smart phone. They give a personal experience (Kerry & Bedall 2012:4) as the user can access the information. Information regarding amenities and services related to barrier free tourism has been provided at all destinations through QR code self service interpretation linking to the District Tourism page in PANTOU website (See Figure 2).

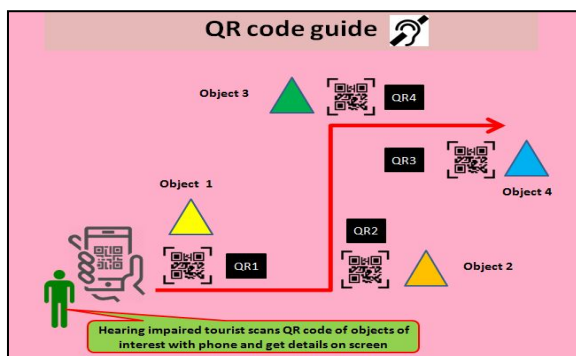


Figure 2. QR codes

## 7.3 I – beacons

An emerging technology, I – beacons have found great use in information dissemination and promotion in airports, shopping malls, super markets etc. I – Beacon functions as an indoor positioning system that constantly send out a UUID (Universally Unique Identifier) using Bluetooth 4.0 Low Energy (BLE). It is a small box like transmitter powered by a small battery or even by solar. A popular hardware used is by Eddystone. I – beacons give push message services and also audio output through beacon scanners in phone which can be played using specific headsets or

using smart phone head jacks if integrated to a mobile application . It is useful in indoor built environs like interpretation centres and museums. A detailed proposal is being drafted for implementing this feature in the major museums of the district (See Figure 3).

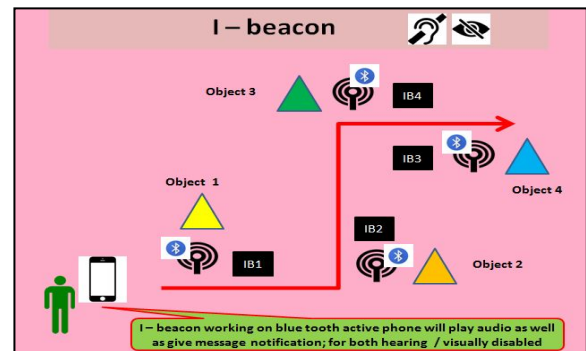


Figure 3. I –beacons

## 7.4 RFID technology

This stands for radio frequency identification technology. Unique RFID tags will be installed in the destination at points where the audio output is to be generated. The device used will be Raspberry Pi. RFID reader will read the tag and plays the pre recorded voice description of the location through headphones and sensors connected to walking sticks in sites with tactile pathways. It will be better used in parks, public areas, dam sites where there is less mobile coverage (See Figure 4).

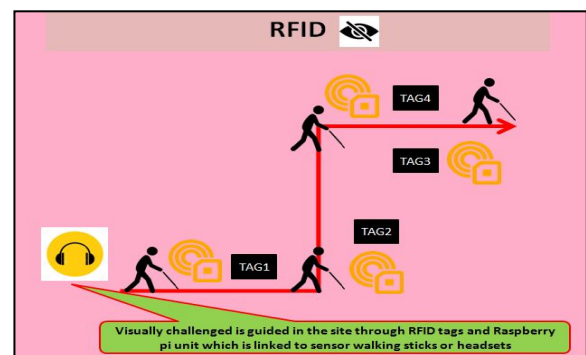


Figure 4. RFID technology

## 7.5 GPS based audio guide

This uses location of the mobile phone (GPS) and senses data. As the visitor moves on from point to point in the destination, the pre recorded audio output plays the details of each point and will be a first hand helping tool for visually challenged. Audio can be pre recorded and played in multiple languages both in

online and offline mode (storage space needed in phone) and it can be selected manually also. This makes it act as a virtual tour guide in heritage sites which need interpretation, and is widely patronized by normal tourists also. Working examples from India include android based audio guides of Captiva Tour, Pinakin, Story trails (both on heritage sites of South India especially for the state of Tamil Nadu) and the audio guide of Thenmala Ecotourism in Kerala. Because of limitation of funds for developing a specific app for this project, the contents developed in this project have been created and will be loaded on popular third party audio guides. There are many audio guide apps available including Guidigo, Voice map, Sound walkers, Pocket guide, Podcatcher, Uniguide etc. World's most popular GPS based audio guide apps were tested and the content will be linked to four apps: izi.travel, Echoes, Detour and Geo tourist all of which are available in both android and ios platforms (See Figure 5).

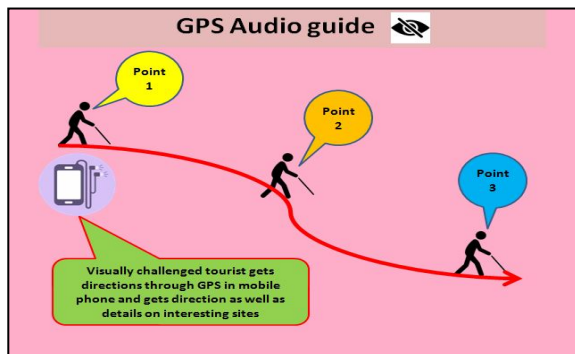


Figure 5. GPS Audio guide

## 7.6 Use of augmented and virtual reality

Augmented and Virtual realities are making new inroads by enhancing visitor experience in tourism destinations. VR induces targeted behavior in a person by using artificial sensory stimulation, with little or no awareness of the interference. AR allows the user 'to see the real world, with virtual objects superimposed upon or composited with the real world' (Attila and Edit 2012:1) providing an immersive and participatory experience. The list of tourism sites that can be accessed virtually is constantly expanding with digitized 3D virtual models which can be experienced even by persons with physical disability. AR acts as a virtual tourist guide consisting of interactive maps, related videos or images of the place. Due to high cost, this project has proposed a simple AR output targeted at hearing impaired persons. At points where an interpretation is required, a representative image or a code is pasted which when scanned using the AR interface will display the description on the mobile

screen which can be learnt by the tourist. Till a dedicated mobile application is developed, the project is testing it on popular AR platform tertiary apps which can be easily downloaded including Argon, Augment, Layar and Wikitude (See Figure 6).

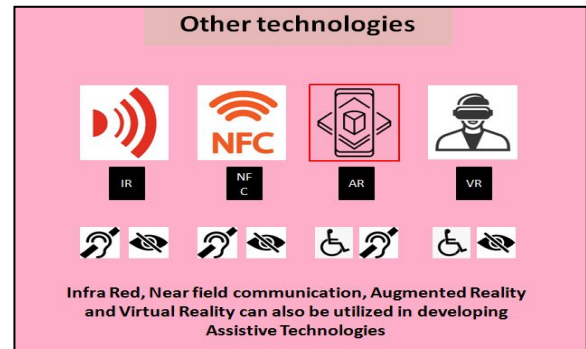


Figure 6. Other technologies

## 7.7 Use of other app based technologies

A number of mobile applications are available for use by persons with hearing and visual disabilities. Some of the popular apps include Google Assistant, Ava, KNFB Reader, Text to speech apps etc. Two mobile applications that have been used for this project have been detailed below (See Figure 7):

### 7.7.1 Sanket – Indian sign language interpretation.

The project used a very cost effective android based mobile app 'Sanket' developed in India for the purpose. It converts English words / sentences to Indian Sign Language and plays them using web based AR avatar. This is the outcome of research being carried out at Thapar Institute of Engineering and Technology, Patiala. The app has been installed in the touch screen kiosks located in the destinations.

**7.7.2 Pathguide.** Developed by Microsoft Corporation, this app is a plug and play indoor navigation service which guides without positioning. It uses the ubiquitous geomagnetism and natural walking patterns to guide users, notably visually challenged along a path already traced by another visitor in the destination.

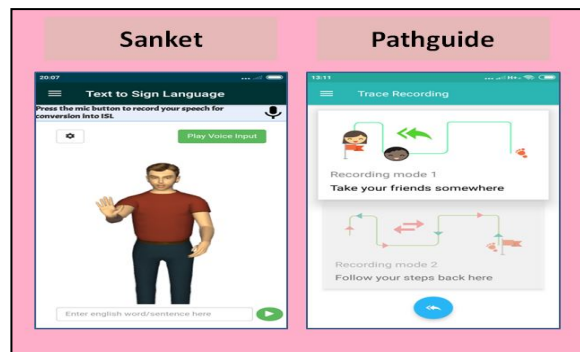


Figure 7. Sanket and Path guide

## 8. Listing and promotion through net channels and Mobile apps

In recognition of the project, District tourism – Thrissur has become accredited listed service provider of PANTOU (Promoting Accessible Tourism around the World), an initiative of ENAT (European Network for Accessible Tourism). It is the first Government level body in India to have been listed in the above site. Apart from this, the destinations in the district have featured in popular mobile applications used by persons with disabilities including Wheel map, Wheel mate, Access now, Route 4 u and It's Accessible (ios). Details on levels of accessibility and amenities including parking and toilets have all been clearly detailed in the app (See Figure 8).

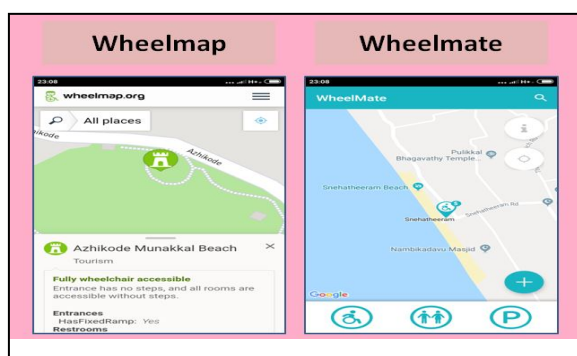


Figure 8. Destinations featured in Wheelmap and Wheelmate apps

## 9. Conclusion

The works implemented in Thrissur has been the first organized implementation of Barrier Free Tourism in the state of Kerala. The project through its innovative use of technologies has succeeded to create inclusive destinations in the district. Barrier free destinations in Thrissur have become a role model for other sites to emulate in Kerala. This has been achieved through a series of research that has been undertaken. Further analysis and studies can help to take this concept to further global levels.

## 10. References

- [1] Manjula Chaudhary, *A report on Problems and Prospects of Accessible Tourism in India*; Indian Institute of Tourism and Travel Management, October 2010, pp 165
- [2] Robinet Jacob, Abey Kuruvilla and P. Mahadevan, "Barrier Free Tourism in Tourism destinations of Kerala, India: An Access Audit", *California Business Review*, International Academy of Business and Economics, 2016, Vol 4, No.1, pp 47 – 51
- [3] Omkumar Krishnan and T. A. Anita; "Marketing Barrier free Tourism in India: Destination branding for the disabled", *Proceedings*, Fifth International Conference on Destination Branding and Marketing (DBM V), Macau, 3<sup>rd</sup> to 5<sup>th</sup> June 2014
- [4] Nick Solomon and Pradeep Bhandari, *Patent landscape report on Assistive devices and technologies for visually and hearing impaired persons*, Thomson Reuters IP Analytics for World Intellectual Property Organization, Geneva, Switzerland, 2015, pp 171
- [5] Chethan, B. Darshan, S. K. Dhanajai and M. Harshith Kumar, "IOT based smart speech guidance for visually impaired using Cortex – M3", *IJARIE*, 2017, Vol 2, Issue 5, pp 117 – 121
- [6] Madhumitha Ramamurthy, V. Naveen, K. Mithun and R. Nivas, "IOT based assistive technologies for visually impaired persons", *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 2018, Vol 119, No. 12, pp 647 – 650
- [7] P. Bhavishya, E. Pavithra, V. Nivetha and R. Vidya Prakash, "IOT based route assistance for visually challenged", *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, March 2018, Vol 5, Issue 3, pp 1991 – 1994
- [8] M. Shanthalakshmi, N. Raghav, Akanshya Dash, V. Vijaydeep and A. Divya Gayathri, "A smart guidance system for the visually challenged using IOT", *Journal of Network Communications and Emerging Technologies (JNCET)*, EverScience Publications, May 2018, Volume 8, Issue 5, pp 38 – 42
- [9] O. Khan, K. Ahsan and A. Salam, "Assistive technology for night blind tourists: a mobile application approach", *International Journal of E-Services and Mobile Applications*, IGI Global, October-December 2014, 6(4), pp 43 – 65
- Barrier free tourism for people with disabilities in the Asian and Pacific region*, UNESCAP, New York, 2003, pp 113
- Handbook on barrier free and accessibility*, Central Public Works Department, New Delhi, January 2014, pp 82
- Harmonized guidelines and space standards for barrier free built environment for persons with disability and elderly persons*, Ministry of Urban Development, Government of India, New Delhi, February 2016, pp 135
- Manual on accessible tourism for all*, UNWTO, Madrid, 2016, pp 77
- Maria Nyman and Agnès Chamayou, *Freedom guide paving the way towards free movement for persons with disabilities*, European Disability Forum, Belgium, December 2011, pp 80

15. Nabil Eid, *Disability and bridging the digital divide: ICT accessibility and assistive technology for people of all abilities*, ICT Accessibility Consulting Services and Solutions, Telecentre Foundation, 2016, pp 87
16. *Recommendations on accessible tourism*, UNWTO, Madrid, 2013, pp 20
17. Simon Darcy, “Accessible tourism and sustainability: a discussion and case study”, *Journal of Sustainable Tourism*, 18(4), 515 – 537; University of Technology, Sydney
18. Simon Darcy, “Inherent complexity: Disability, accessible tourism and accommodation information preferences”, *Tourism Management*, 31(6), 816-826; 2010.

\*\*\*\*\*

# Analysis of Factors in Establishing Accessible Tourism Center in Japan

Yuko Ishizuka  
Osaka University  
y-ishizuka@hus.osaka-u.ac.jp

## Abstract

*The purpose of this study is to clarify the important factors in establishing accessible tourism centers in Japan and identify issues that need to be addressed. This study compared the processes by which accessible tourism centers were established in Kobe City, Hyogo Prefecture, and Iwaki City, Fukushima Prefecture.*

*Therefore, the conditions that enabled the establishment of the accessible tourism centers include strategic opportunity, user needs, utilization of local resources, and addressing local issues, in addition to social significance.*

*It is reasonable to assume that the Kobe ATC benefited greatly from strategic opportunity, due to its positioning as a national project before the center was established. Since the Iwaki ATC is a relatively new endeavor, it is difficult to perform a final evaluation of it; however, it is clear that the support of organizations such as the local government is necessary. In the future, to expand the number of accessible tourism centers in Japan, it will be important to increase strategic opportunity and develop sustainable revenue models.*

*El objeto de este estudio es determinar los factores importantes para la creación de centros de turismo accesible en Japón e identificar los problemas que se deben abordar. Este estudio comparó los procesos de creación de los centros de turismo accesible de la ciudad de Kobe, prefectura de Hyogo, y de la ciudad de Iwaki, prefectura de Fukushima.*

*Así pues, las situaciones que permitieron la creación de centros de turismo accesible incluyen: oportunidad estratégica, necesidades de los usuarios, utilización de los recursos locales, y el abordaje de los problemas locales, además de la relevancia social.*

*Resulta razonable asumir que el Kobe ATC se ha beneficiado enormemente de la oportunidad estratégica gracias a su posicionamiento como proyecto nacional antes de que el centro fuera creado. En el caso de Iwaki ATC, ya que es una iniciativa relativamente nueva, es difícil realizar una evaluación final de este; sin*

*embargo, está claro que es necesario el apoyo de organizaciones, tales como el gobierno local. En el futuro, la expansión de centros turísticos accesibles en Japón, será importante para aumentar la oportunidad estratégica y desarrollar modelos de ingresos sostenibles.*

## 1. BACKGROUND/PURPOSE

In Japan, the number of accessible tourism centers has been increasing since around 2000. Accessible tourism centers are one-stop providers of information related to transportation, accommodation, meals, and sightseeing, and some offer services such as the provision of guide helpers. As of 2018, there are about 20 accessible tourism centers in Japan, many of which are nonprofit corporations.

Accessible tourism centers cannot be established without collaboration among various sectors, such as sightseeing, welfare, medical care, transportation, and volunteer work. Accordingly, through a review of previous research, Ishizuka (2016) confirmed that the creation of an accessible tourism center also entails the construction of a new social network in the local area.<sup>1</sup> Then, what kind of conditions are necessary to establish an accessible tourism center? And how can sustainability be achieved? These questions remain unanswered.

Therefore, the purpose of this study is to clarify the important factors in establishing accessible tourism centers in Japan and identify issues that need to be addressed.

## 2. METHODS

This study compared the processes by which accessible tourism centers were established in Kobe City, Hyogo Prefecture, and Iwaki City, Fukushima Prefecture.

The Kobe Accessible tourism center (Kobe ATC) is an early example of an accessible tourism center in

Japan, and about 15 years have passed since its establishment.

Factors that supported the establishment of Kobe ATC were identified by analyzing relevant literature and activity records concerning the establishment process and conducting interviews with representatives and coordinators in the organizations involved.

In Iwaki City, the author worked with the local nonprofit organization and attempted to establish an accessible tourism center by the action research. Between April 2016 and March 2017, seven planning meetings and three pilot tours were conducted. Then, that process was analyzed in comparison with the factors identified for Kobe ATC.

### 3. RESULTS

#### 3.1. Establishment Process of Kobe ATC

The process of establishing Kobe ATC from 2006 to June 2009 was analyzed, along with the history of coordination activities during the six-year period from 2010 to 2015 after the center was established, with a focus on collaborators. Table 1 shows the numbers of people who were involved in the various projects from 2006. The figures represent the number of people and organizations that participated in the meetings.

##### 3.1.1. Before Establishing Kobe ATC

The effort to establish Kobe ATC began in 2005 with the creation of the Kobe Universal Tourism Guide, a citizens' project in Kobe City. At that time, collaboration was underway between WITH-US, the nonprofit organization from which Kobe ATC was born, and local welfare professionals, and with tourism operators in the city.

In 2006, as the organization undertook a project commissioned by the Ministry of Economy, Trade and Industry, awareness of universal tourism increased as a result of forums and other events, and expertise was obtained for developing the project from a citizens' movement into a service industry with the support of consultants. Moreover, in the FY 2007 project, collaborations were established with Asahikawa City in Hokkaido and Okinawa Prefecture through mediation

by the national government. In a series of reciprocal trial tours, participants visited a large number of sightseeing spots and piloted a variety of activities, including viewing night scenery and attending jazz concerts. Based on these experiences, the Manual for Accepting of People with Disabilities and Senior Citizens was prepared. In FY 2008 and 2009, three subcommittees were formed as part of a Cabinet Office project, namely (1) Human Resource Development, (2) Construction of regional Social Networks, and (3) Project Promotion. Through this process, the expertise needed to establish the center was obtained, and the foundations for the intra- and extra-local networks were laid. The Subcommittee for the Construction of regional Social Networks set up liaison committees for accommodation and transportation services, and many of those who participated and cooperated in these were members of various enterprises who decided to take part after taking an interest in the forums, trial tours, and workshops held in FY 2006 and 2007. In FY 2007, Project of using wheelchair anyplace in Kobe—one of the outcomes of the project—were established in four locations, and in FY 2008, the number of locations was increased to ten, and the project was transformed into a multi-sector collaboration involving tourist information offices, airport passenger terminals, and hotels.

In addition, from FY 2007, exchange projects were undertaken with organizations conducting activities in various areas of Japan, including Hokkaido, Okinawa, Matsue, Kumamoto, and Tokyo. This provided a base for cross-regional collaboration, and in May 2011, the Japan Universal Tourism Network was established as a collaborative organization for tour centers across Japan. As of March 2016, 11 organizations are participating in the network.

It is clear that the national model project contributed to the project framework for Kobe ATC and the formation of regional networks. The connections established between local tourism operators (accommodation facilities, associations, etc.) and organizations in other areas seem to have had a significant effect as project-based actions taken by the national and local governments.

**Table1 Numbers of People and Organizations Involved between FY 2006 and 2009**

|         |                                                       | researcher | mobility for disability | transportation | Welfare Service | hotels | Government | Tourism Association | sightseeing facilities | mass medium | other organization                                | travel agencies | students | consultant |
|---------|-------------------------------------------------------|------------|-------------------------|----------------|-----------------|--------|------------|---------------------|------------------------|-------------|---------------------------------------------------|-----------------|----------|------------|
| FY 2006 | Tourism Guide Book PR tool                            |            | 1                       |                | 1               | 1      | 1          |                     |                        |             |                                                   |                 |          | 2          |
| FY 2007 | Support Manual Social Network                         | 4          | 4                       |                |                 | 1      | 8          | 1                   | 1                      | 2           | 2<br>(Hokkaido・Okinawa)                           |                 |          | 1          |
| FY 2008 | Starting Project of using wheelchair anyplace in Kobe | 4          | 6                       | 1              | 7               | 11     | 3          | 1                   | 2                      | 2           | 2<br>(Matsue・Kumamoto)                            | 3               |          | 2          |
| FY 2009 | The Japan Universal Tourism Network                   | 4          | 3                       | 1              | 3               | 4      | 3          | 2                   | 1                      | 1           | 6<br>(Okinawa, Kumamoto, Matsue, Tokyo, Hokkaido) | 2               | 3        | 1          |

### 3.1.2. After Establishing Kobe ATC

Based on the records of coordination activities made between May 2010 and December 2015, the situation concerning the formation of the regional network within the local area was clarified.

Coordination activities necessitate collaboration among a variety of actors in tourism facilities, transportation services, hotels, and assistance providers. Regarding tourism facilities, the scope of collaboration expanded from typical tourism facilities that respond to the needs of users to encompass a variety of facilities and services, including shopping streets, downtown areas, jazz concerts, and night scenery viewing. Relationships of trust have also been established with individual establishments. For example, understanding has been obtained for bringing in kitchen scissors and mill mixers, and for using electric outlets for suction machines, so that users can enjoy cake buffets.

Before the establishment of Kobe ATC, there were seven hotels involved in the project; however, during this six-year period, this number increased rapidly to 26. Moreover, 12 transportation service providers are now on board, and because there were cases where taxi companies called on other companies to help because there were not enough taxis with lift access to carry large numbers of passengers, the various needs of users can be seen to have prompted an expansion of the Kobe ATC social network. In terms of the provision of assistance, unlike other sectors, there are only nine operators involved, and there is a limited number of frequently used operators. This can be attributed to the fact that only a limited number of service providers can respond to sudden requests for highly specialized services, such as bathing assistance.

### 3.2. Factors in Establishing Accessible Tourism Centers

Before the establishment of Kobe ATC, as shown in Figure 1, it was possible to form a social network between Kobe ATC and a large number of operators due to the strategic involvement of the national and local government, the media, and various experts (strategic opportunity). On the other hand, after the establishment of Kobe ATC, a new network with and among operators developed in response to the various demands of users (user needs). Moreover, local resources held by the area that accommodate users drew out users' needs and served as a factor in the creation of new networks (local resources). In addition, the findings suggest that universal

tourism initiatives can serve as a tool for resolving local issues (local issues).

Therefore, the conditions that enabled the establishment of the accessible tourism centers include strategic opportunity, user needs, utilization of local resources, and addressing local issues, in addition to social significance (Figure 3).

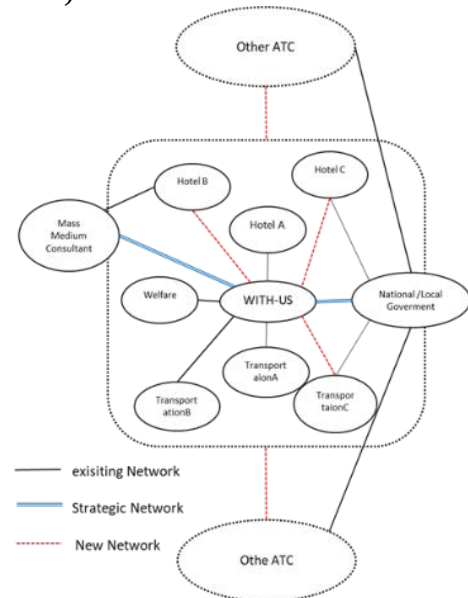


Figure 1 Social Network before the Establishment of Kobe ATC

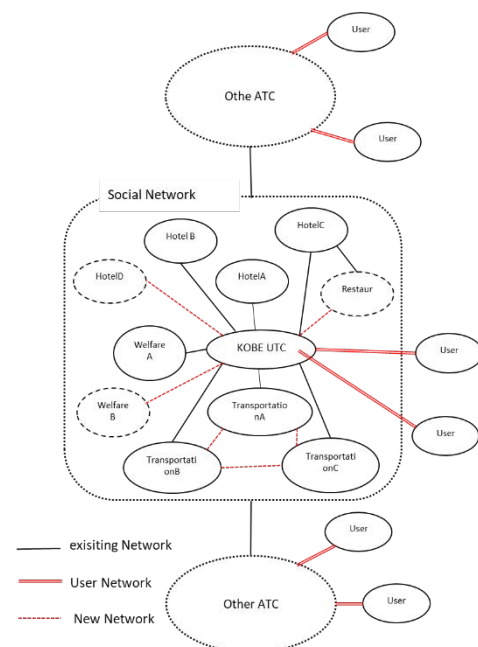
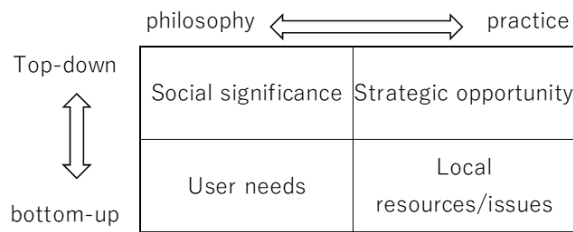


Figure 2: Social Network after the Establishment of Kobe ATC



**Figure 3: Factors in Establishing the ATCs**

### 3.3. The Iwaki City Project

#### 3.3.1. Background to the Initiative

This project was conducted in Iwaki City, Fukushima Prefecture, which suffered damage in the Great East Japan Earthquake of March 11, 2011. The area was also affected by the nuclear accident, and local society had become fragmented in many ways. Under such circumstances, the author worked with a nonprofit organization called the Iwaki Independent Living Center to establish an accessible tourism center, which would enable the construction of a new social network in the local area.

The objectives of the initiative were two-fold:

- To create opportunities for rediscovering local resources and reaffirming their value from the point of view of weak thought
- To develop a platform for the accessible tourism center (that would connect the various stakeholders)

#### 3.3.2. Membership

When establishing the center, collaborators were recruited, and a Review Committee was formed in May 2016, with the aim of conducting pilot tours. The members were Iwaki City Tourism Association, tourist guide organizations, hotel operators, travel agencies, disability support groups, and branch offices of the national government.

The collaborators were people who participated or were involved in the forums that were held before the establishment of the Review Committee. The local government of Iwaki City was also invited to participate; however, the offer was not accepted.

#### 3.3.3 The Pilot Tours

As a result of deliberations by Review Committee, three pilot tours were conducted. The theme of the tours was experience the past, present, and future of Iwaki City.

The first tour was held on November 20, 2016. To experience Iwaki City's past, participants toured the remains of a coal mine that had supported the postwar period of rapid economic growth. Various steps were taken to help the participants. For example, the tourist guides built a hand-made model to assist people with

visual impairments in understanding the spatial layout (Photograph 1).

The second tour was held on February 2, 2017. With the cooperation of long-established Japanese inns in the local area, people with disabilities, people with visual impairments, and able-bodied participants enjoyed bathing together in communal baths. They also bathed with other customers who were not participating in the tour (Photograph 2).

The third tour was held on March 18, 2017. This was a study tour, in which participants learned about the state of the disaster recovery (Photograph3). The participants visited two tsunami-affected areas on a bus that was equipped with lift access.



Photograph 1



Photograph 2



Photograph 3

### 3.3.4. Verification of the Iwaki Project

After one year of activities in Iwaki City, awareness concerning social significance, one of the factors in establishing the accessible tourist center, seems to have deepened, primarily among those collaborating in the project. Moreover, the three pilot tours created opportunities to reaffirm the value of local resources from the perspectives of people with visual impairments and people with physical disabilities. This has also provided an opportunity to consider the question of what makes local resources attractive to visitors. In terms of user needs, there were certain differences between people with visual impairments and wheelchair users, which confirmed the difficulty of developing programs based on the concept of universal design, and this was identified as a challenge for the future. In terms of strategic opportunity, although the pilot tours constituted an opportunity, this was insufficient for spreading the initiative more widely.

## 4. CONCLUSION

Table 2 shows a comparison of the important factors in establishing the Kobe and Iwaki ATCs. It is reasonable to assume that the Kobe ATC benefited greatly from “strategic opportunity,” due to its positioning as a national project before the center was established. Also, Kobe ATC's efforts as a public project for four years were effective in understanding the needs of users and considering the use of regional resources.

Since the Iwaki ATC is a relatively new endeavor, it is difficult to perform a final evaluation of it; however, it is clear that the support of organizations such as the local government is necessary. In addition, Iwaki ATC is required to have more experience to understand user needs and utilize local resources. On the other hand, Iwaki ATC challenges an important project called a study tour of a nuclear disaster. This study tour provides an opportunity to reconsider disasters from the perspective of the disabled and is expected to be developed in the future.

In the future, to expand the number of accessible tourism centers in Japan, it will be important to increase strategic opportunity and develop sustainable revenue models.

**TABLE 2 Comparison of Factors in Establishing the Kobe and Iwaki ATCs**

|                        | Kobe ATC | Iwaki ATC |
|------------------------|----------|-----------|
| Social significance    | □        | □         |
| Strategic opportunity  | ◎        | △         |
| User needs             | □        | □         |
| Local resources/issues | □        | □         |

## REFERENCES

1. Yuko Ishizuka (2016), Possibilities for New Social Networks through Universal Design, Proceedings of the 19th National Convention of the Japanese Association for an Inclusive Society (CD-ROM).
2. Eleni Michopoulou, Simon Darcy, Ivor Ambrose, Dimitros Buhalis, (2015) "Accessible tourism futures: the world we dream to live in and the opportunities we hope to have", Journal of Tourism Futures, Vol. 1 Issue: 3, pp.179-188, <https://doi.org/10.1108/JTF-08-2015-0043>
3. Tetsuo Akiyama et al. (2013), Universal Tourism for the Limited Mobility Group, The International Journal of Tourism Science, Tokyo Metropolitan University (6), pp. 111–125, March 2013.

# ESTUDIOS SOBRE ACCESIBILIDAD A LA TECNOLOGIA Y AL TURISMO



# Análisis de accesibilidad de interfaces de electrodomésticos. Comparativa entre placas de cocción y lavadoras

Amaia Beitia  
Mondragon Unibertsitatea  
abeitia@mondragon.edu

Daniel Justel  
Mondragon Unibertsitatea  
djustel@mondragon.edu

Arantxa Glez de Heredia  
Mondragon Unibertsitatea  
agonalzeh@mondragon.edu

## Resumen

*Las actividades básicas de la vida diaria (ABVD) y las actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD) son la principal herramienta para medir el nivel de dependencia de las personas. Existen productos que apoyan directamente estas actividades como son los electrodomésticos. Por ello, cuanto más accesibles sean estos productos, más fácil será promover la autonomía de las personas. Así, los objetivos específicos del trabajo son: (i) identificar y priorizar los electrodomésticos que apoyan a las ABVD y a las AIVD y (ii) realizar un estudio de accesibilidad de sus interfaces para identificar las principales diferencias desde el punto de vista de la accesibilidad. Con esto se consigue definir las bases para la línea de investigación de Diseño Inclusivo del Diseño Berrikuntza Zentrua de Mondragon Unibertsitatea (DBZ-MU) en cuanto al diseño de interfaces accesibles se refiere.*

## Abstract

*The basic activities of daily life (BADL) and the instrumental activities of daily life (IADL) are the main tools to assess the level of dependence of people. Some products, such as electrical appliances, support directly these kind of activities. Therefore, the more accessible these products are, the greater the autonomy of the people. Thus, the goals of this project are: (i) identify and prioritize the electrical appliances that support the BADL and IADL and (ii) carry out an accessibility study of their interfaces to identify the main differences. In this way, it has been possible to define the bases for the accessible interfaces research line of the Diseinu Berrikuntza Zentrua of Mondragon Unibertsitatea (DBZ-MU).*

## 1. Introducción

El centro de innovación en diseño o Diseinu Berrikuntza Zentroa de Mondragon Unibertsitatea (DBZ-MU)[1] tiene una amplia trayectoria en la investigación en diferentes ámbitos del diseño industrial. Sus líneas de investigación abarcan desde el Diseño de Servicios hasta el Diseño del Ciclo de Vida pasando por el Diseño de Interacción y el Diseño Inclusivo. Así, trabajos como el presente están dirigidos a reforzar la línea del Diseño Inclusivo.

La población mundial tiende al envejecimiento, así lo señala la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su Informe Mundial Sobre el Envejecimiento. Según este informe [2], para el año 2050, países como Alemania, Francia, China o Chile llegarán a tener una población de mayores de 60 años en una proporción superior al 30%. En el caso de España, las proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE) [3] señalan que más del 37% de la población será mayor de 60 años en el año 2050 en comparación al 25% del año 2018.

Por otro lado, también está ligado al envejecimiento de la población al aumento del número de personas con discapacidad, siendo a partir de los 45 años cuando se da un aumento exponencial del número de personas con discapacidad. Así, en España, un 8,55% de personas tiene algún tipo de discapacidad y un 6,7% de la población tiene alguna discapacidad que le afecta a la hora de realizar las actividades básicas de la vida diaria (ABVD). Las ayudas técnicas y personales ayudan a solventar este tipo de problemas [4].

Las ABVD, definidas por Barthel [5], junto a las actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD), definidas por Lawton y Brody [6], son las principales herramientas usadas para medir el nivel de dependencia de una persona [7][8]. Comer, lavarse o vestirse son algunas de las ABVD, siendo actividades como preparar la comida o lavar la ropa ejemplo de las

AIVD. Así, existen productos cotidianos que son necesarios para el desarrollo de estas actividades. Por ello, resulta de vital importancia pensar en el diseño de productos y servicios desde una perspectiva inclusiva y facilitar el desarrollo de las ABVD y AIVD.

Entre estos productos se encuentran los electrodomésticos que se caracterizan por ser eléctricos y susceptibles al desarrollo tecnológico. Así lo demuestra la evolución que han sufrido tanto los productos eléctricos en su globalidad como sus interfaces en concreto [9].

Se identifican las interfaces de los electrodomésticos como elementos de interés para el estudio por ser el punto principal de contacto entre las personas usuarias y el producto eléctrico. Estas pueden ser una de las barreras principales para el posible uso de estos productos por parte de las personas usuarias.

## 2. Objetivos

Con este proyecto se quieren definir las bases para la línea de trabajo en cuanto al diseño de interfaces accesibles se refiere dentro de la línea de investigación en Diseño Inclusivo del DBZ-MU.

Para ello, son dos los objetivos específicos que se han marcado. Por un lado, identificar los electrodomésticos involucrados en el desarrollo de las ABVD y AIVD. Por otro lado, realizar, como muestra, una comparativa del grado de accesibilidad de las interfaces de los electrodomésticos elegidos.

## 3. ABVD y AIVD vs Electrodomésticos

Primeramente, se han identificado los productos eléctricos que están relacionados en el desarrollo de las ABVD y AIVD. Para ello, se han listado, por un lado, las actividades y, por otro lado, los productos eléctricos junto a su nivel de penetración en los hogares españoles. A continuación, se han cruzado ambas listas con el objetivo de identificar qué productos apoyan qué actividad y seleccionar los electrodomésticos que serán objeto de estudio de cara a valorar la accesibilidad de sus interfaces.

En cuanto a las actividades se refiere se ha cogido la clasificación propuesta en el Índice de Barthel [5] para las ABVD y la clasificación propuesta por Lawton y Brody [6] para las AIVD. Se consideran las más usadas y sobre las cuales se construyen propuestas posteriores. En cuanto al listado de productos eléctricos se refiere, sin embargo, se ha rescatado el listado de productos usado para la Encuesta de Hogares y Medio Ambiente realizada por el Instituto Nacional de Estadística en el 2008 [10].

Así, en la Tabla 1 se muestra la relación entre las ABVD y las AIVD y los grandes electrodomésticos. Y en la Tabla 2 la relación entre dichas actividades y los

pequeños electrodomésticos. En ambos casos se indica el nivel de presencia de los electrodomésticos en los hogares españoles [10]. No obstante, hay electrodomésticos que no están relacionados con las actividades listadas, como pueden ser el ventilador portátil o la manta eléctrica, por lo que no están incluidos en dichas tablas.

**Tabla 1.** Actividades Básicas de la Vida Diaria vs. Gran Electrodoméstico

| ACTIVIDADES BÁSICAS de la VIDA DIARIA (ABVD)        | Gran Electrodoméstico | Presencia en los hogares españoles |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Comer                                               |                       |                                    |
| Vestirse                                            |                       |                                    |
| Arreglarse                                          |                       |                                    |
| Deposición                                          |                       |                                    |
| Micción                                             |                       |                                    |
| Ir al retrete                                       |                       |                                    |
| Traslado sillón-cama                                |                       |                                    |
| Deambulaci3n                                        |                       |                                    |
| Subir y bajar escaleras                             |                       |                                    |
| ACTIVIDADES INSTRUMENTALES de la VIDA DIARIA (AIVD) | Gran Electrodoméstico | Presencia en los hogares españoles |
| Capacidad para usar el teléfono                     |                       |                                    |
| Hacer compras                                       | Frigorífico           | 99,9%                              |
|                                                     | Congelador ind.       | 25,4%                              |
| Preparaci3n de la comida                            | Placa de cocci3n      | 99,9%                              |
|                                                     | Horno                 | 88,3%                              |
|                                                     | Campana               | 81,9%                              |
|                                                     | Frigorífico           | 99,9%                              |
|                                                     | Congelador ind.       | 25,4%                              |
| Cuidado de la casa                                  | Lavavajillas          | 43,50%                             |
| Lavado de la ropa                                   | Lavadora              | 99,1%                              |
|                                                     | Secadora ind.         | 21,6%                              |
| Uso de medios de transporte                         |                       |                                    |
| Responsabilidad respecto a medicaci3n               |                       |                                    |
| Manejo de sus asuntos econ3micos                    |                       |                                    |

Todos los grandes electrodomésticos (Tabla 1) se centran en cuatro de las AIVD que son: hacer compras, preparaci3n de la comida, cuidado de la casa y lavado de la ropa. En general, cada aparato apoya una de las actividades, sin embargo, existen casos como el frigorífico que pueden dar respuesta, directamente o indirectamente, a más de una de ellas, como pueden ser hacer la compra y preparaci3n de la comida. El mismo frigorífico, la placa de cocci3n y la lavadora son los grandes electrodomésticos con mayor presencia en los hogares españoles con un nivel de penetraci3n superior al 99%. Es decir, están presente en casi todos los hogares españoles. Con tasas que superan el 80%, el horno y la campana también tienen alto nivel de presencia en los hogares. Al contrario, el congelador independiente, el lavavajillas o la secadora independiente son los que menos presentes están. Como sucede con los grandes electrodomésticos también los pequeños (Tabla 2) dan respuesta principalmente a las AIVD. Sin embargo, existen dos de ellos que ayudan a la hora de arreglarse, actividad que se considera ABVD. Estos dos aparatos son la

maquinilla de afeitar y el secador de pelo. En general, la presencia de cada uno de los pequeños electrodomésticos en los hogares españoles es menor. Son, así, la plancha, el microondas, la batidora y el secador de pelo los pequeños electrodomésticos con mayor presencia con un nivel de penetración superior al 80%.

**Tabla 2. Actividades Instrumentales de la Vida Diaria vs. Pequeño Electrodoméstico**

| ACTIVIDADES BÁSICAS de la VIDA DIARIA (ABVD)        | Pequeño Electrodoméstico | Presencia en los hogares españoles |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Comer                                               |                          |                                    |
| Vestirse                                            |                          |                                    |
| Arreglarse                                          | Maquinilla de afeitar    | 31,4%                              |
| Deposición                                          | Secador de pelo          | 81,2%                              |
| Micción                                             |                          |                                    |
| Ir al retrete                                       |                          |                                    |
| Traslado sillón-cama                                |                          |                                    |
| Deambulación                                        |                          |                                    |
| Subir y bajar escaleras                             |                          |                                    |
| ACTIVIDADES INSTRUMENTALES de la VIDA DIARIA (AIVD) | Pequeño Electrodoméstico | Presencia en los hogares españoles |
| Capacidad para usar el teléfono                     |                          |                                    |
| Hacer compras                                       |                          |                                    |
| Preparación de la comida                            | Microondas               | 85,5%                              |
|                                                     | Robot de cocina          | 11,3%                              |
|                                                     | Batidora                 | 82,4%                              |
|                                                     | Exprimidor eléctrico     | 53,0%                              |
|                                                     | Tostador/sandwichera     | 64,2%                              |
|                                                     | Cafetera eléctrica       | 42,2%                              |
|                                                     | Grill/plancha de cocinar | 32,5%                              |
| Cuidado de la casa                                  | Limpiador a vapor        | 11,4%                              |
|                                                     | Aspirador                | 62,6%                              |
| Lavado de la ropa                                   | Plancha                  | 97%                                |
| Uso de medios de transporte                         |                          |                                    |
| Responsabilidad respecto a medicación               |                          |                                    |
| Manejo de sus asuntos económicos                    |                          |                                    |

Con todo ello, por su nivel de presencia en los hogares y la complejidad de sus interfaces, se han seleccionado la placa de cocción y la lavadora para realizar la comparativa de la de accesibilidad de sus interfaces.

## 4. Accesibilidad en interfaces de electrodomésticos

Para la realización del estudio y determinar el grado de accesibilidad que presentan las interfaces de los electrodomésticos, se ha optado por calcular el número de personas que quedan excluidas en el uso de las interfaces debido a la demanda de capacidades. Así, cuantas más personas excluya menos accesible será la interfaz. La herramienta que se usará para tal objeto será el *Exclusion Calculator*.

El *Exclusion Calculator* [11] se basa en los datos de una encuesta realizada entre los años 1997 y 1998 en el Reino Unido [12] y proporciona el porcentaje de exclusión dado por las capacidades demandadas a la

hora de realizar una tarea. Indica tanto el número de personas excluidas en general como por tipología de capacidad. De esta forma, visualiza cuál es la capacidad más excluyente y, en consecuencia, el punto más débil desde un punto de vista inclusivo a la hora de realizar una tarea.

La clasificación de capacidades usada por el *Exclusion Calculator* se divide en cinco tipos diferentes que a su vez se descomponen en diferentes ítems. Son los siguientes: la visión (V1) y la audición (A1), que hacen referencia a las capacidades de ver y oír; la cognición, con cinco ítems que son la concentración (C1), la memoria a largo plazo (C2), la alfabetización (C3), la comprensión oral (C4) y el habla (C5); la destreza, tanto en la mano-dominante como en la mano-no dominante, con cuatro ítems, la fuerza para levantar las cosas (D-MD1, D-MND1), la destreza (D-MD2, D-MND2), el alcance frontal y superior (D-MD3, D-MND3) y el alcance inferior (D-MD4, D-MND4); y por último, la movilidad en tres ítems, caminar (M1), subir escaleras (M2) y estar de pie y en equilibrio (M3).

Así, para el uso del *Exclusion Calculator* es necesario determinar la capacidad y nivel demandado por cada ítem para la realización de una tarea.

De cara al cálculo del número de personas excluidas por las interfaces de las placas de cocción y las lavadoras se han seguido los siguientes pasos: Primerao, se ha elegido la muestra de productos para su estudio. En segundo lugar, se ha definido una tarea a realizar para después identificar las capacidades demandadas en la interacción con las interfaces de los productos de la muestra. En tercer lugar, se ha concretado el nivel de cada capacidad demandado por las interfaces. Por último, se ha calculado el número de personas excluidas por las interfaces para el uso de los productos seleccionados. Tras realizar estos pasos tanto para las placas de cocción como para las lavadoras se hace una comparación entre los resultados de ambos electrodomésticos.

### 4.1. Placas de cocción

Se ha seleccionado una muestra de 4 placas de cocción (Tabla 3) con la que se quiere abarcar las diferentes tipologías de interfaces existentes hoy en día en los hogares y en el mercado. Interfaces constituidas por las clásicas ruletas que sobresalen a la superficie en algunos casos y por las modernas táctiles lisas en otros. Así, entre las cuatro interfaces elegidas abarcan la variedad de elementos existentes en las interfaces como pueden ser los diferentes símbolos y elementos gráficos, indicadores o tipologías de interacción.

Tras la selección de la muestra se ha definido la tarea “cocer un plato de pasta durante 10 minutos” como la tarea a realizar para la valoración de la accesibilidad de las interfaces.

**Tabla 3.** Características de las interfaces de las placas de cocción de la muestra

|                               | PLACA 1<br>INTERFAZ 1                                                                                                                                                                                            | PLACA 2<br>INTERFAZ 2                                                             |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Foto                          |                                                                                                                                 |  |
| Tipo                          | Númerico                                                                                                                                                                                                         | Númerico                                                                          |
| Símbolos y elementos gráficos | °C; Posición fogón; Números                                                                                                                                                                                      | Encendido; +/- para temperatura; Fuego grande; Posición fogón                     |
| Tipo indicador                |                                                                                                                                                                                                                  | Luminoso; sonoro                                                                  |
| Características               | Ruleta sobresale sobre superficie; Relieve en indicador luminoso; No tiene tope de giro; Rango de temperaturas alrededor de toda la ruleta; Posibilidad de ir del tope al cero directamente; Ruletas con muescas | Superficie lisa; Controles alineados; Dispone de niveles intermedios              |

|                               | PLACA 3<br>INTERFAZ 3                                                                                                  | PLACA 4<br>INTERFAZ 4                                                             |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Foto                          |                                       |  |
| Tipo                          | Graduable                                                                                                              | Númerico                                                                          |
| Símbolos y elementos gráficos | Tamaño llama; Posición fogón; Indicador posición ruleta                                                                | b; Temporizador; Encendido; Bloqueo; Escala de calor; Posición fogón              |
| Tipo indicador                |                                                                                                                        | Luminoso; sonoro                                                                  |
| Características               | Ruleta sobresale sobre superficie; Tope en la temperatura mínima; Rango de temperaturas dispuesto en un cuarto de giro | Superficie lisa; Controles alineados                                              |

De esta forma se ha pedido a una persona usuaria por cada placa que realice dicha tarea y así identificar las capacidades demandas por las distintas interfaces en su uso. A la vez que se definían las capacidades demandadas se ha indicado el nivel de demanda de las mismas cogiendo como referencia la escala usada por el *Exclusion Calculator*.

En la Tabla 4 se puede ver la relación existente entre cada placa analizada y las capacidades demandadas para el uso de su interfaz. De la clasificación usada, la destreza de la mano no dominante no ha sido demandada por ninguna de las placas en ninguno de sus ítems. Del mismo modo, hay ítems dentro de las capacidades de cognición, destreza de la mano dominante o la movilidad que tampoco han sido demandadas por ninguna de las placas. Por ejemplo, el habla, la fuerza para levantar las cosas o el subir las escaleras. Por el contrario, hay ítems que han sido demandados por todas las interfaces, aunque haya sido a diferentes niveles. Estos son: la visión; la concentración, la memoria a largo plazo y la alfabetización en cuanto a la capacidad cognitiva se refiere; la destreza y el alcance frontal y superior de la mano dominante; y, por último, en cuanto a movilidad, estar de pie y en equilibrio. Las principales diferencias identificadas entre las placas en cuanto a la demanda de capacidades se refiere han sido dadas por la existencia o no de feedbacks sonoros y la posición de los mandos.

Finalmente, se han introducido estos datos en el *Exclusion Calculator* y se ha calculado el número de personas que excluyen las interfaces seleccionadas para desarrollar la tarea definida.

**Tabla 4.** Capacidades demandadas por las interfaces de las placas de cocción

|                            |      | Placa 1 | Placa 2 | Placa 3 | Placa 4 |
|----------------------------|------|---------|---------|---------|---------|
| Visión                     | V1   | 12      | 8       | 12      | 12      |
|                            | A1   |         | 6       | 7       | 6       |
| Audición                   | C1   | 8       | 8       | 8       | 8       |
|                            | C2   | 4       | 8       | 4       | 10      |
|                            | C3   | 4       | 4       | 4       | 4       |
|                            | C4   |         | 2       | 2       | 2       |
|                            | C5   |         |         |         |         |
| Cognición                  | MD1  |         |         |         |         |
|                            | MD2  | 4       | 8       | 4       | 8       |
|                            | MD3  | 4       | 4       | 4       | 4       |
|                            | MD4  | 4       |         |         |         |
| Destreza-Mano dominante    | MND1 |         |         |         |         |
|                            | MND2 |         |         |         |         |
|                            | MND3 |         |         |         |         |
|                            | MND4 |         |         |         |         |
| Destreza-Mano no dominante | M1   |         |         |         |         |
|                            | M2   |         |         |         |         |
|                            | M3   | 6       | 6       | 6       | 8       |

**Tabla 5.** Porcentaje de personas excluidas debido a las capacidades demandadas por las interfaces de las placas de cocción para su uso

|                            | Placa 1 | Placa 2 | Placa 3 | Placa 4 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Visión                     | 3,5%    | 0,9%    | 3,5%    | 3,5%    |
| Audición                   | 0,0%    | 1,4%    | 1,7%    | 1,4%    |
| Cognición                  | 2,6%    | 2,8%    | 2,7%    | 2,9%    |
| Destreza mano dominante    | 5,6%    | 3,7%    | 2,1%    | 3,7%    |
| Destreza mano no dominante | 0,0%    | 0,0%    | 0,0%    | 0,0%    |
| Movilidad                  | 4,1%    | 4,1%    | 4,1%    | 4,1%    |
| TOTAL                      | 9,3%    | 8,7%    | 9,3%    | 10,2%   |

Tal y como se muestra en la Tabla 5, se identifica la interfaz de la placa 2 como la más accesible. Excluye a un 8,6% de la población del Reino Unido, un punto y medio menos que la placa 4 que es la menos accesibles. Las dos interfaces resultan ser táctiles, sin embargo, la limitación en las prestaciones y que cada fogón tenga su propio control minimiza el número de palabras, símbolos y elementos gráficos, haciendo que la interfaz 2 resulte más sencilla y exija una menor carga visual y cognitiva.

## 4.2. Lavadoras

El mismo proceso realizado para las placas de cocción se ha dado para el análisis de las interfaces de las lavadoras. De esta forma, primeramente, se han elegido las lavadoras que constituirán la muestra a estudiar (Tabla 6). Para ello, se ha hecho un análisis del mercado y se ha elegido una muestra representativa donde se combina la base de la interfaz, que es la ruleta, tanto con botones como con pantallas táctiles. A su vez, se representan las diferentes posiciones en las que pueden estar situados los mandos. Así se incluyen en la muestra tanto interfaces posicionadas en la parte frontal de la lavadora como en la parte superior trasera.

**Tabla 6.** Características de las interfaces de las lavadoras de la muestra

| LAVADORA 1<br>INTERFAZ 1                                                            |                                                                                                             | LAVADORA 2<br>INTERFAZ 2                                                                                                                                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |                                                                                                             |                                                                                 |  |
| Foto                                                                                |                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |  |
| Tipo de control                                                                     | Ruleta + Botones                                                                                            | Ruleta + Botones                                                                                                                                                   |  |
| Símbolos y elementos gráficos                                                       | Texto + Números                                                                                             | Texto + Números + Símbolo (Play/Pause)                                                                                                                             |  |
| Tipo indicador                                                                      | Luminoso                                                                                                    | Luminoso; Sonoro                                                                                                                                                   |  |
| Características                                                                     | Sensación de tope en cada programa; Ruleta y botones en relieve; Ruleta con muesca para ver giro            | Sensación de tope en cada programa; Ruido al pulsar teclas; Ruleta en relieve; Teclas a ras de la superficie; Ruleta con muesca para ver giro; Ruleta con relieves |  |
| LAVADORA 3<br>INTERFAZ 3                                                            |                                                                                                             | LAVADORA 4<br>INTERFAZ 4                                                                                                                                           |  |
|  |                                                                                                             |                                                                                 |  |
| Foto                                                                                |                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |  |
| Tipo de control                                                                     | Ruleta + Botones                                                                                            | Ruleta + Botones + Táctil                                                                                                                                          |  |
| Símbolos y elementos gráficos                                                       | Texto + Números + Símbolo (Cronómetro; Termómetro; Centrifugado)                                            | Texto + Números                                                                                                                                                    |  |
| Tipo indicador                                                                      | Luminoso; Sonoro                                                                                            | Luminoso; Sonoro                                                                                                                                                   |  |
| Características                                                                     | Sensación de tope en cada programa; Pitido al pulsar teclas; Ruleta y botones en relieve; Ruleta con muesca | Sensación de tope en cada programa; "Click" en cada programa; Pitido al pulsar opciones; Único botón el de "on/off"; Resto de botones táctiles; Ruleta lisa        |  |

Con la muestra seleccionada se procede a la definición de la tarea a realizar para, a continuación, identificar las capacidades demandadas en el uso de las interfaces de las lavadoras (Tabla 7). En este caso, a las personas usuarias se les ha pedido “poner una lavadora de algodón a 30° con la opción de inicio diferido (si tiene esta opción)”.

En el caso de las lavadoras la diferencia existente en cuanto a capacidades demandadas es dada por la posición de la interface. Esta diferencia se refiere a la

destreza de la mano dominante, para la cual, en la lavadora 2, con la interface posicionada en la parte superior trasera, se demanda un alcance frontal y ligeramente superior y en el resto de las lavadoras, con la interface posicionada en la parte frontal, el alcance demandado es inferior. En cuanto al resto de capacidades las cuatro interfaces coinciden en no necesitar el uso de la mano no dominante, así como el hablar, la fuerza para levantar las cosas de la mano dominante, el caminar y subir las escaleras. Por el contrario, todas exigen el uso de la visión, la audición, la mayoría de las habilidades cognitivas y la destreza de la mano dominante.

En cuanto al nivel de capacidades demandado se diferencia la lavadora 1 siendo requerido un nivel parecido para el resto de las lavadoras.

**Tabla 7.** Capacidades demandadas por las interfaces de las lavadoras

|                            |      | Lavadora 1 | Lavadora 2 | Lavadora 3 | Lavadora 4 |
|----------------------------|------|------------|------------|------------|------------|
| Visión                     | V1   | 10         | 8          | 8          | 8          |
|                            | A1   | 4          | 7          | 7          | 7          |
| Cognición                  | C1   | 8          | 10         | 10         | 10         |
|                            | C2   | 4          | 8          | 8          | 8          |
|                            | C3   | 4          | 4          | 4          | 4          |
|                            | C4   | 2          | 2          | 2          | 2          |
|                            | C5   |            |            |            |            |
| Destreza-Mano dominante    | MD1  |            |            |            |            |
|                            | MD2  | 8          | 8          | 8          | 8          |
|                            | MD3  |            | 4          |            |            |
|                            | MD4  | 4          |            | 4          | 4          |
| Destreza-Mano no dominante | MND1 |            |            |            |            |
|                            | MND2 |            |            |            |            |
|                            | MN3  |            |            |            |            |
|                            | MN4  |            |            |            |            |
| Movilidad                  | M1   |            |            |            |            |
|                            | M2   |            |            |            |            |
|                            | M3   | 5          | 7          | 7          | 7          |

Para terminar con el análisis de las interfaces de las lavadoras se han introducido estos datos en el *Exclusion Calculator* y se ha obtenido la cifra de personas que quedan excluidas por las interfaces para el uso de las lavadoras (Tabla 8).

Viendo los datos de exclusión obtenidos para las lavadoras se observa que la diferencia en la posición de las interfaces, reflejada en los datos de exclusión de la destreza de la mano dominante, es el principal factor para que la interfaz de la lavadora 2 sea la más accesible. Esta excluye al 9,3% de las personas del Reino Unido 0,6 puntos menos que la de las lavadoras 3 y 4 que se posicionan como las menos accesibles.

**Tabla 8.** Porcentaje de personas excluidas debido a las capacidades demandadas por las interfaces de las lavadoras para su uso

|                            | Lavadora 1  | Lavadora 2  | Lavadora 3  | Lavadora 4  |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Visión                     | 2,2%        | 0,9%        | 0,9%        | 0,9%        |
| Audición                   | 0,9%        | 1,7%        | 1,7%        | 1,7%        |
| Cognición                  | 2,7%        | 3,4%        | 3,4%        | 3,4%        |
| Destreza mano dominante    | 6,5%        | 3,7%        | 6,5%        | 6,5%        |
| Destreza mano no dominante | 0,0%        | 0,0%        | 0,0%        | 0,0%        |
| Movilidad                  | 3,8%        | 4,4%        | 4,4%        | 4,4%        |
| <b>TOTAL</b>               | <b>9,5%</b> | <b>9,3%</b> | <b>9,9%</b> | <b>9,9%</b> |

### 4.3. Placas de cocción vs. Lavadoras

Realizando una comparativa entre los datos obtenidos para las placas de cocción y las lavadoras se identifica, en cuanto a número de personas excluidas por la interfaz se refiere, una mayor horquilla entre las diferentes placas de cocción con una diferencia de 1,5 puntos entre la más y la menos accesible. A su vez, son las interfaces de las placas de cocción las que marcan tanto el valor máximo como el mínimo situando los valores de las lavadoras entre estos. El nivel de accesibilidad de las lavadoras varía menos, un 0,6%. Así, la interfaz más accesible excluye al 8,7% de la población y la menos accesible al 10,2%, es decir, 649.648 personas más pueden usar la interfaz más accesible, placa 2, con respecto a la menos accesible, placa 4.

Por otro lado, en cuanto a las capacidades demandadas, son las mismas tanto para las placas de cocción como para las lavadoras habiendo poca variabilidad entre las interfaces. Destacan, a su vez, la movilidad y la destreza de la mano dominante como las capacidades más limitantes en el uso de las interfaces de los productos analizados. Del mismo modo, capacidades como la destreza de la mano no dominante, el habla o el subir y bajar las escaleras no son exigidas para la interacción.

Por último, cabe destacar la complementariedad existente entre la demanda visual y auditiva en el uso de las interfaces en ambos tipos de electrodomésticos. Es decir, es necesario tener una mínima capacidad visiva para usar estas interfaces de una forma segura y ágil, sin embargo, los sonidos van guiando parcialmente a lo largo de la interacción postulándose como alternativa a la demanda visual. No obstante, el *Exclusion Calculator* no llega a mostrar estos matices que se han identificado gracias al *Task Analysis*.

## 5. Conclusiones

Se ha dado respuesta a los dos objetivos específicos planteados en un inicio. Se han identificado y

priorizado, por un lado, los electrodomésticos implicados en el desarrollo de las ABVD y AIVD y se ha realizado una comparativa de accesibilidad de interfaces de placas de cocción y lavadoras, por otro lado.

Si bien el estudio realizado tiene sus limitaciones, con los datos obtenidos se han podido definir las siguientes líneas de trabajo en cuanto al diseño de interfaces accesibles se refiere para el Diseinu Berrikuntza Zentrua de Mondragon Unibertsitatea (DBZ-MU):

- Actuar primero en los electrodomésticos de mayor presencia en los hogares españoles y que den respuesta a las ABVD y a las AIVD.
- Definir una clasificación de capacidades propia para electrodomésticos quitando aquellas capacidades que no son necesarias y profundizando en las más demandadas.
- Trabajar la complementariedad de las capacidades para la interacción con las interfaces haciendo que exista una alternativa real a la visión.
- Buscar formas de minimizar la demanda de destreza de la mano dominante, así como de la movilidad necesaria para la interacción con las interfaces.

## 6. Referencias

- [1] Mondragon Unibertsitatea, "Diseinu Berrikuntza Zentroa." [Online]. Available: <https://www.mondragon.edu/es/investigacion/ingenieria-tecnologia/grupos-investigacion-transferencia/-/mu-inv-mapping/grupo/innovacion-en-diseno-industrial>. [Accessed: 26-Jun-2019].
- [2] OMS, "Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud," 2015.
- [3] "Instituto Nacional de Estadística." [Online]. Available: <http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=4749&capsel=4753>. [Accessed: 20-Jun-2019].
- [4] Instituto Nacional de Estadísticas, "Panorámica de la discapacidad en España. Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia. 2008," 2009.
- [5] F. I. Mahoney and D. Barthel, "Functional evaluation: The Barthel Index," *Md. State Med. J.*, vol. 14, pp. 56–61, 1965.
- [6] M. P. Lawton and E. M. Brody, "Assessment of Older People: Self-Maintaining and Instrumental Activities of Daily Living1," *Gerontologist*, vol. 9, no. 3\_Part\_1, pp. 179–186, 1969.

[7] A. González-de-Heredia, “Integración de aspectos de envejecimiento en la metodología de diseño centrado en las personas del DBZ.” Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea, p. 90, 2017.

[8] María Trigás-Ferrín and Lucía Ferreira-González, “Escala de valoración funcional en ancianos,” *Galicia Clin.*, vol. 72, no. 1, pp. 11–16, 2011.

[9] J. Dong, R. Li, Z. Ji, and C. He, “Research on Multi Human-Computer Interface Design of Household Electrical Appliances,” vol. 10917, pp. 255–270, 2018.

[10] Instituto Nacional de Estadísticas, “Encuesta de Hogares y Medio Ambiente.” 2008.

[11] Cambridge Engineering Design Center, “Calculating exclusion for user journeys.” [Online]. Available: <http://calc.inclusivedesign toolkit.com/>. [Accessed: 19-Feb-2019].

[12] “Disability Follow-Up to the 1996/97 Family Resources Survey.” UK Data Service, 2000.

# Formando a Profesionales Competentes en Gestión Sostenible del Patrimonio Cultural en Contextos Turísticos Accesibles para Todos en España

Aurora Arjones Fernández  
Profesora Área de Didáctica de las Ciencias Sociales  
Facultad de CC.Educación Universidad de Málaga  
maarjones@uma.es

## Resumen

*Desde la especialidad de Hostelería y Turismo del Master en Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Formación Profesional de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga (España) se presenta el proyecto de innovación educativa Formando a profesionales competentes en gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos (enero 2019-enero 2022). En el foro de este congreso se propone el Decálogo de la formación profesional competente para la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos. Entre los resultados esperados: generar un entorno de debate que nos permita incorporar al proyecto un grupo de discusión integrado por profesionales activos en el turismo cultural accesible para todos. Los conceptos fundamentales que sintetizan esta investigación: formación profesional; turismo cultural accesible; patrimonio cultural; aprendizaje servicio; currículo educativo.*

### 1. Introducción

Las Recomendaciones de la OMT (Organización Mundial del Turismo) por un turismo accesible para todos (2014) afirman: el personal debería obtener la formación necesaria atender a los visitantes con discapacidad, para ello debería recibir una formación adecuada para preservar los derechos de los turistas con discapacidad (Organización Mundial del Turismo (UNWTO), 2014). El artículo 30 del Instrumento de Ratificación de la Convención sobre los Derechos de las personas con discapacidad, reconoce el derecho de las personas con discapacidad a participar, en igualdad de condiciones, en la vida cultural y en la medida de lo posible se adoptarán las medidas necesarias para que puedan acceder a monumentos y lugares de interés cultural (Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación de España, 2008). Por tanto, las

competencias personales, sociales y profesionales en las que educamos a los alumnos de formación profesional en Hostelería y Turismo deben abarcar el reto del turismo cultural accesible para todos. El proyecto de innovación educativa que presentamos incide en la necesidad de actualizar el currículo educativo de Formación Profesional en Hostelería y Turismo en materia de turismo cultural accesible para todos. La formación profesional en Hostelería y Turismo debe ser permeable con las iniciativas propuestas en la Cumbre Mundial del Turismo Sostenible ST+20 (Cumbre Mundial Turismo Sostenible, 2015); la Conferencia Internacional sobre Turismo Sostenible en el marco de la Nueva Agenda Urbana, celebrada en España en 2017 con motivo del Año Internacional del Turismo Sostenible para el Desarrollo (Declaración de Barcelona, 2017).

El proyecto de innovación educativa que presentamos en este III Congreso Internacional de Tecnología y Turismo para la Diversidad 23-25 octubre de 2019, se inscribe en el área de conocimientos de Didáctica de las Ciencias Sociales, participa de los presupuestos ontológicos del proyecto de Investigación Nacional EPITEC (EPITEC, 2018); se dirige al docente en prácticas y en activo de formación profesional en Hostelería y Turismo en centros de formación profesionales de Málaga (España). Así mismo, de acuerdo con las conclusiones que la Organización Mundial del Turismo sobre buenas prácticas sobre Turismo y los objetivos para el desarrollo sostenible (World Tourism Organization, 2018), en la primera fase del proyecto hemos redactado el Decálogo de la formación profesional competente para la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos que presentamos en este congreso. En suma, nuestro proyecto persigue mejorar la formación de los profesionales de la Hostelería y el Turismo en accesibilidad universal al patrimonio cultural en contextos turísticos; actualizar el currículo o

proyecto docente que la Didáctica de las Ciencias Sociales propone para la formación profesional de Hostelería y Turismo, priorizando acrecentar el pensamiento crítico, la accesibilidad universal como una forma de participación ciudadana e implementando la estrategia didáctica de aprendizaje servicio en la formación de los futuros profesores de formación profesional y en los contextos profesionales de prácticas de los alumnos de formación profesional de Hostelería y Turismo.

## **2. Propuesta para la renovación del currículo de Hostelería y Turismo: sostenibilidad, participación y accesibilidad universal al patrimonio cultural**

Desde el área de conocimiento de Didáctica de las Ciencias Sociales potenciamos las habilidades sociales y cívicas de los alumnos en tanto que ciudadanos; educamos para una ciudadanía cada vez más transnacional, con capacidad para ubicarse ante los problemas mundiales y poder participar en su resolución (Santesteban & Pagés, 2007). Los ciudadanos expuestos a procesos de turistificación sufren episodios de desigualdad en el ejercicio de sus derechos e invisibilidad en su relación con el patrimonio cultural. Una de las dinámicas socioeconómicas que afronta en este momento la ciudadanía del Mediterráneo es la turistificación del patrimonio cultural; la gestión del patrimonio cultural en los entornos turísticos del Mediterráneo no se viene haciendo conforme a los principios de sostenibilidad (Coma & Santacana, 2017); (González, 2018); (Hiernaux- Nicolás, 2014); (Hiernaux-Nicolás & González, 2015); (Sanmartin, 2019). La educación en actitudes sostenibles para el uso y disfrute del patrimonio cultural contribuye decididamente, contribuirá para solventar este problema en las generaciones futuras (Arjones, 2018). Desde la Didáctica de las Ciencias Sociales también hemos adquirido el compromiso de formar a los profesionales de la Hostelería y el Turismo, por tanto es nuestra responsabilidad actualizar los currículos o planes educativos de tal forma que las destrezas profesionales, sociales y profesionales que adquieran nuestros alumnos de los ciclos formativos, los futuros profesionales de la gestión del patrimonio cultural en entornos turísticos, contribuyan a la sostenibilidad.

Una de las líneas de investigación más activa entre los proyectos de excelencia del área es la Educación patrimonio cultural en la que se forman los futuros docentes (Estepa, J; Domínguez, C.; Cuenca, J.M. (1998); Ávila, R.M. (2001); Fontal, O. (2003); Cuenca, (2004); González, N.; Pagés, J. (2005); Texeira, S., (2006); González, N. (2007); Estepa, J.; Ávila, R.M. y Ruiz, R. (2007); Mattozzi, I. (2009); Rico, L. (2009); Calaf, R. (2010); Martín, M. (2012); Cambil, E.; Fernández, A.R. (2017); Fontal, O. (2017); Cuenca,

J.M; Molina, S. Martín, M. (2018); Ibáñez, Fontal, & Rivero, (2018). Nuestro proyecto se integra en esta línea de investigación implementando la formación de los profesores de formación profesional en Hostelería y Turismo las competencias profesionales para la gestión sostenible del patrimonio cultural en entornos turísticos accesibles; y renovando el currículo de los módulos profesionales de Recursos turísticos (cod.0384), Destinos turísticos (cod.0383) y Procesos de guía y asistencia turística (cod. 0386).

El objetivo prioritario del proyecto concibe la accesibilidad universal al patrimonio cultural como un derecho, una condición indispensable para la gestión sostenible del patrimonio cultural dando continuidad a las recomendaciones de la Organización Mundial del Turismo desde la Carta del Turismo Sostenible redactada en Lanzarote en 1995, cuando afirmaba que la formación de los profesionales del turismo es indispensable en todo proceso de turismo sostenible (Conferencia Mundial del Turismo Sostenible, 1995). La participación de la ciudadanía, la ciudadanía activa, se definió como indicador de sostenibilidad en la Cumbre Mundial del Turismo Sostenible ST+20 (Cumbre Mundial Turismo Sostenible, 2015); así como, en la Conferencia Internacional sobre Turismo Sostenible para el Desarrollo en el marco de la Nueva Agenda Urbana, celebrada en España en 2017 con motivo del Año Internacional del Turismo Sostenible para el Desarrollo. Del mismo modo, desarrollamos los principios de la Cumbre Mundial del Turismo Sostenible ST+20 cuando reconocía y proponía compromisos específicos para el turismo sostenible, concretaba algunas de las propuestas que al hilo del debate se habían planteado en el Forum Universal de las Culturas (ITR- Barcelona, 2004) bajo el lema: “El turismo es de TODOS: Declaración sobre Turismo, Diversidad Cultural y Desarrollo Sostenible. Atendían a las recomendaciones acordadas en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible ( Río+20)(2012), y la Declaración de Phom Pehn sobre Desarrollo Comunitario mediante el Turismo. Asociación de Turismo Asia- Pacífico (2014). Gobiernos, organizaciones internacionales, destinos, comunidades locales, industria turística, consumidores, investigadores, redes sociales y organizaciones no gubernamentales, estos son los actores del turismo sostenible. Todos están llamados a la participación en la gestión turística sostenible en la Cumbre Mundial del Turismo Sostenible ST+20. La cumbre comienza exponiendo su preocupación ante las desigualdades sociales y económicas que generan determinadas estrategias turísticas. Se propone como horizonte el turismo como motor mundial para reducir la desigualdad, promover la inclusión y proveer escenarios de aprendizaje permanente. La estrategia desarrollada por la cumbre es la participación plena de las

comunidades. Así pues, reconoce como agentes del turismo sostenible los gobiernos y organizaciones internacionales, destinos, comunidades locales, industria turística, consumidores turísticos, investigadores, formadores, redes sociales y ONG. La cumbre también reconoce responsabilidad sobre el turismo sostenible a la comunidad científica y los formadores, a ellos les compromete justamente en la educación en actitudes para el turismo sostenible. (Cumbre Mundial Turismo Sostenible, 2015)

Construyendo el Turismo Sostenible en el marco de la Nueva Agenda Urbana (Declaración de Barcelona, 2017) se enmarca en la celebración del Año Internacional del Turismo Sostenible para el desarrollo. En suma, la Declaración de Barcelona entiende el turismo sostenible como aquel que mejora la calidad de vida de la ciudadanía en la medida en que salvaguarda la diversidad cultural y medioambiental. Compromete propuestas para la sostenibilidad del turismo urbano y las ciudades turísticas, justamente contextos en los que se suceden incidentes que apuntan hacia la turistificación. La Declaración de Barcelona se propone fortalecer la gobernanza y la participación mediante la implicación de todos los actores a través del trabajo colaborativo y responsable. Promueven un turismo de todos y para todos, donde ciudadanos y turistas se integren y convivan en armonía. En suma, la Declaración de Barcelona se reafirma en el principio de que lo que es bueno para el ciudadano es bueno para el turista ya que el turista es un ciudadano temporal en nuestra ciudad, con responsabilidades y derechos al igual que la población residente (Declaración de Barcelona, 2017).

### **3. Proyecto de innovación educativa para la formación en gestión sostenible del patrimonio cultural en entornos turísticos accesibles para todos**

El *Avance Informe* sobre el Estudio Internacional de la Enseñanza y el Aprendizaje de la OCDE (TALIS) 2018/2019 indica que en España ha aumentado el número de alumnos que cursan formación profesional (OCDE, 2019). Los ciclos de formación profesional apuestan por la formación en competencias, priorizan saber cómo en vez de saber qué. Las competencias determinarán el nivel de desempeño con éxito de la entrada en el mundo laboral así como del desarrollo profesional (Sanz, 2013); al hilo de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa en España (LOMCE), Ignasi Brunet incorpora las competencias innovadoras, aquellas que dotaran a los alumnos de destrezas para una actividad profesional más colaborativa e interactiva

(Brunet, 2017). En cualquier caso, el marco estratégico Educación y Formación 2020 para la cooperación en la Unión Europea reitera entre sus principios que es necesaria una mayor colaboración entre Educación y Formación; y, la educación no debe limitarse a mejorar la capacidad de inserción laboral sino que debe fomentar al mismo tiempo el desarrollo personal y la ciudadanía activa. En este sentido el Consejo de Europa y la Comisión Europea entre los objetivos estratégicos en materia de educación y formación para 2020 se proponen: mejorar la calidad y la eficacia de la educación y la formación (Red Española de Información sobre Educación. Eurydice España, 2019)

En el contexto de la región de Andalucía – en el que focaliza nuestro proyecto de innovación educativa-, el *Plan General de Turismo Sostenible de Andalucía: Horizonte 2020* subrayaba en 2016 que el empleo de la industria turística presentaba características estructurales que lo diferencian a nivel regional y nacional de otros sectores e incluso de otras actividades que integran el sector terciario. Entre estas características destacaba la alta proporción de trabajadores con estudios secundarios en detrimento de quienes cuentan con formación universitaria (Consejería de Turismo y Deporte, 2016). Así mismo, el Plan de Calidad Turística de Andalucía 2014-2020 contempla entre sus objetivos mejorar la accesibilidad y profesionalizar la actividad turística, entre otros; y potenciar modalidades turísticas más accesibles. En el marco de la Agenda por el Empleo de la Estrategia 2020 de la Unión Europea, el plan se propone mejorar las cualificaciones y competencias de los trabajadores; y mejorar la formación profesional. El plan observa la necesidad de: *trabajar desde áreas y disciplinas basadas en turismo inclusivo y vinculado a segmentos más novedosos, como es el caso de la accesibilidad, en las necesidades formativas se hacen más evidentes* (Consejería de Turismo y Comercio de la Junta de Andalucía, 2014, pág. 58).

De acuerdo con los objetivos y prioridades expuestos en relación al turismo sostenible en el Horizonte 2020; valorando, principalmente, el alza en la matriculación en formación profesional, nuestras expectativas para innovar y elevar la eficiencia del currículo de los módulos profesionales de Hostelería y Turismo en gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos, justifican la oportunidad de nuestro proyecto de innovación educativa.

Nuestro proyecto va dirigido a los profesionales de Hostelería y Turismo, diferenciamos tres perfiles, estos son: futuros docentes de formación profesional matriculados en el Master de Formación del Profesorado de Educación Secundaria (MAES) de la Universidad de Málaga (España); profesores de módulos formativos que contemplan la gestión del

patrimonio cultural desde el currículo (Mata, 2016); y, alumnos de ciclos medios y superiores, futuros jefes, agentes, consultores, asistente, organizadores, promotores o empleados en la gestión turística del patrimonio cultural. De acuerdo con nuestra hipótesis de investigación el proyecto diferencia dos fases. Primera fase (enero 2019-enero 2021)

1.1. Análisis de las competencias personales, sociales y profesionales desde el currículo de los módulos profesionales de Recursos turísticos (cod.0384), Destinos turísticos (cod.0383) y Procesos de guía y asistencia turística (cod. 0386)

1.2. Diseño e implementación de un cuestionario de análisis cualitativo para conocer el nivel de competencias personales, sociales y profesionales para la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos que ostentan los docentes y alumnos de los 16 centros de formación profesional de Málaga (España) en los que se imparten los módulos profesionales de Recursos turísticos (cod.0384), Destinos turísticos (cod.0383); y, Procesos de guía y asistencia turística (cod. 0386).

1.3. Implementación de proyectos de Aprendizaje Servicio con los futuros docentes en el marco de la asignatura de Currículo de Hostelería y Turismo del Master de Formación del Profesorado de la Universidad de Málaga (España).

1.4. Redacción del *Decálogo de la formación profesional competente para la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos*.

1.5. Presentación y debate del *Decálogo de la formación profesional competente para la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos*: colectivos sociales (FUNDACIÓN ONCE), foros académicos y equipo docente de los módulos de formación profesional en Hostelería y Turismo en los centros adscritos al proyecto de innovación.

Segunda fase (enero 2020- enero 2022)

2.1. Presentación y desarrollo del *Decálogo* en las prácticas de la asignatura Currículo de Hostelería y Turismo del Master de Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Formación Profesional (MAES) de la Universidad de Málaga.

2.2. Diseño y desarrollo de experiencias de aula para formación profesional de Hostelería y Turismo conforme al *Decálogo*, para trabajar por equipos, de forma colaborativa y cooperativa en el aula-taller, las competencias personales, sociales y profesionales para la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles.

2.2. Análisis, publicación de conclusiones sobre las experiencias en el aula-taller para trabajar las competencias, sociales y profesionales para la gestión

sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles.

2.3. Depósito de buenas prácticas para la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles en repositorios de recursos educativos de libre acceso para la comunidad educativa.

2.4. Redacción de propuestas para la mejora de la enseñanza de las Ciencias Sociales en formación profesional Hostelería y Turismo esperando alcanzar eficiencia contemplada en materia de gestión sostenible del patrimonio cultural en entornos turísticos accesibles para todos en los estándares de aprendizaje de los módulos profesionales de Recursos turísticos (cod.0384), Destinos turísticos (cod.0383) y Procesos de guía y asistencia turística (cod. 0386)

2.5. Redacción y presentación ante la FUNDACIÓN ONCE, Consejería de Educación y Consejería de Turismo de la Junta de Andalucía, de propuestas para la renovación del currículo de los módulos formativos de Recursos turísticos (cod.0384), Destinos turísticos (cod.0383) y Procesos de guía y asistencia turística (cod. 0386), en materia de gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos.

## **5. Conclusión: Decálogo de la formación profesional competente para la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos.**

1. Priorizar el diseño de protocolos y productos turísticos que procuren el acceso y disfrute del patrimonio cultural sin barreras arquitectónicas o en el ámbito de la información, comunicación o atención de personas con necesidades especiales.

2. Implementar experiencias de aula y en contextos profesionales de prácticas a partir de metodologías didácticas colaborativas y cooperativas. Principalmente la metodología del Aprendizaje Servicio (ApS).

3. Explicar, documentar e implementar estrategias de pensamiento crítico en torno a documentos internacionales y nacionales vigentes en el territorio español en torno a turismo cultural y la accesibilidad universal.

4. Explicar, documentar e implementar estrategias de pensamiento crítico en torno a los principios de la teoría de los bienes culturales a través de los documentos internacionales ratificados por España, la ley de Patrimonio Histórico Español y la ley de patrimonio cultural promulgada en cada comunidad autónoma.

5. Fomentar la colaboración de colectivos sociales que trabajan para la accesibilidad universal de las personas con discapacidad a través de experiencias de aula y en contextos profesionales de prácticas.

6. Explicar, documentar e implementar estrategias de pensamiento crítico en torno a la gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos y procesos de turistificación.

7. Programar un volumen significativo de sesiones de los módulos profesionales de Recursos turísticos (cod.0384), Destinos turísticos (cod.0383) y Procesos de guía y asistencia turística (cod. 0386) en entornos culturales accesibles. Concebir los contextos culturales accesibles como entornos de innovación educativa para un aprendizaje activo, colaborativo y cooperativo.

8. Implementar la tiflotecnología en el diseño de productos de gestión sostenible del patrimonio cultural en contextos turísticos accesibles para todos a través de experiencias de aula y en entornos profesionales de prácticas.

9. Desarrollar destrezas para la gestión sostenible de información y documentación del patrimonio cultural a través bancos de activos digitales, repositorios y bancos de datos institucionales del patrimonio cultural y recursos turísticos en Andalucía, España y la Unión Europea.

10. Depositar y gestionar las experiencias de aula sobre turismo cultural accesible para todos en repositorios de recursos didácticos institucionales de consulta abierta.

## 6. Referencias

Arjones, A. (2018). ¿Estamos involucrando a nuestros alumnos con el patrimonio cultural? Sí, a través del currículo práctico, educación en competencias, Educación para la ciudadanía... *Boletín de la Sociedad de Amigos de la Cultura de Vélez Málaga*.(17), 9-12. Recuperado el 3 de enero de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6603775>

Coma, L., & Santacana, J. (2017). Turismo y patrimonio inmaterial: una alianza insostenible. En L. Coma, & J. Santacana, *Ciudad educadora y turismo responsable* (págs. 233-242). Gijón : Trea.

Conferencia Mundial del Turismo Sostenible. (1995). Carta del Turismo Sostenible. Conferencia Mundial del Turismo Sostenible. *Carta del Turismo Sostenible. Conferencia Mundial del Turismo Sostenible*. Lanzarote: Confencia Mundial del Turismo Sostenible. Recuperado el 15 de marzo de 2017, de <http://www.icomoscr.org/doc/teoria/VARIOS.1995.carta.lanzarote.turismo.sostenible.pdf>

Consejería de Turismo y Comercio de la Junta de Andalucía. (2014). *Plan de Calidad Turística de Andalucía*. Sevilla: Consejería de Turismo y Comercio. Junta de Andalucía. Recuperado el 10 de febrero de 2018, de [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/PCTA\\_141215.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/PCTA_141215.pdf)

Consejería de Turismo y Deporte. (2016). *Plan General de Turismo Sostenible de Andalucía: Horizonte 2020*. Junta de Andalucía . Sevilla: Boletín Oficial de la Junta de Andalucía. Recuperado el 5 de julio de 2019, de Boletín Oficial de la Junta de Andalucía.

Consejo de Europa. (27 de octubre de 2005). *Convenio Marco del Consejo de Europa sobre el valor del patrimonio cultural para la sociedad*. Obtenido de <https://rm.coe.int/16806a18d3>

Cumbre Mundial Turismo Sostenible . (2015). Carta Mundial de Turismo Sostenible. *Carta Mundial de Turismo Sostenible*. Vitoria-Gasteiz : Responsable Tourism Institute (RTI)-Basque Tour- Global Sustainable Tourism Council .

Declaración de Barcelona. (2017). Declaración de Barcelona. Construyendo el Turismo Sostenible en el Marco de la Nueva Agenda Urbana. *Conferencia Internacional sobre el Turismo Sostenible para el Desarrollo en el marco de la Nueva Agenda Urbana*. Barcelona: Instituto Turismo Responsable-Biosphere Barcelona- Ayuntamiento de Barcelona.

Educación, Consejería de. (28 de junio de 2017). *Consejería de Educación de la Junta de Andalucía*. Obtenido de Consejería de Educación de la Junta de Andalucía: <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/webportal/web/planes-y-programas/vivir-y-sentir-el-patrimonio>

EPITEC. (2018). *Proyecto EPITEC*. Huelva: Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

González, J. (2018). Turismo y patrimonio inmaterial, una alianza obscura. . *EREBEA. Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 89-111.

Hiernaux- Nicolás, D. &. (septiembre de 2014). Turismo y Gentrificación pistas teóricas sobre una articulación. *Revista de Geografía Norte Grande*(58), 55-70. Recuperado el 27 de mayo de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/300/30031739004.pdf>

Hiernaux-Nicolás, D., & González, C. (2015). Patrimonio y turismo en centros históricos de ciudades medias ¿ Imaginarios encontrados? *URBS: Revista de estudios urbanos y ciencias*

- sociales, 111-125. Recuperado el 13 de mayo de 2019, de [http://www2.ual.es/urbs/index.php/urbs/articloe/view/hiernaux\\_gonzalez](http://www2.ual.es/urbs/index.php/urbs/articloe/view/hiernaux_gonzalez)
- La Vanguardia. (12 de diciembre de 2018). *España firma hoy el Convenio sobre el valor social del patrimonio cultural*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/politica/20181212/453524422863/espana-firma-el-convenio-sobre-el-valor-social-del-patrimonio-cultural.html>
- Mata, A. (9 de marzo de 2016). La importancia de mejorar la práctica educativa en la Formación Profesional para la competitividad y el empleo. *Revista Andalucía Educativa*. Recuperado el 9 de mayo de 2019, de <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/webportal/web/revista-andalucia-educativa/entrada/-/noticia/detalle/13-la-importancia-de-mejorar-la-practica-educativa-en-la-formacion-profesional-para-la-2>
- Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación de España. (2008). Artículo 30. Participación en la vida cultural, las actividades recreativas, el esparcimiento y el deporte. *Instrumento de Ratificación de la Convención sobre los Derechos de las Personas con discapacidad hecho en New York el 13 de diciembre de 2006*. 96, pág. 20656. Madrid: Boletín Oficial del Estado (BOE). Recuperado el 3 de enero de 2019, de [www.convenciondiscapacidad.es/wp-content/uploads/2018/01/Texto-Convencion-BOE-abril-2008.pdf](http://www.convenciondiscapacidad.es/wp-content/uploads/2018/01/Texto-Convencion-BOE-abril-2008.pdf)
- OCDE. (2019). *Avance del Informe sobre el Estudio Internacional de la Enseñanza y el Aprendizaje*. OCDE. OCDE. Recuperado el 4 de julio de 2019, de <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/talis/talis-2018.html>
- Organización Mundial del Turismo (UNWTO). (2014). *Recomendaciones de la OMT (Organización Mundial del Turismo) por un turismo accesible para todos*. Madrid: Organización Mundial del Turismo (UNWTO).
- Red Española de Información sobre Educación. Eurydice España. . (2019). *Marco Estratégico Educación y Formación 2020 (ET2020)*. Eurydice.
- Sanmartin, J. (2019). Análisis del discurso, ideología y neologismos: turismofofia, turistización y turistificación en el punto de mira. *Círculo de lingüística aplicada a la Comunicación. Número monográfico: Hacia una visión holística del discurso turístico*, 63-90. Recuperado el 27 de junio de 2019, de <https://revistas.ucm.es/index.php/CLAC/articloe/view/64372/4564456551191>
- Subdirección General de Estadística y Estudios del Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2019). *Estadística de las Enseñanzas no universitarias. Alumnado matriculado. Curso 2018-2019. Datos Avance*. . Madrid: Estadística de las Enseñanzas no universitarias del Ministerio de Educación y Formación Profesional de España.
- Subdirección General del Instituto del Patrimonio Cultural de España. Ministerio de Educación Cultural y Deporte de España. (12 de diciembre de 2013). *Plan Nacional de Educación y Patrimonio Cultural*. Obtenido de Plan Nacional de Educación y Patrimonio Cultural: [www.mecd.gob.es/planes-nacionales/planes.htm](http://www.mecd.gob.es/planes-nacionales/planes.htm)
- World Tourism Organization. (2018). *Good Practices. Tourism for Development. II*. Madrid: UNWTO.



## **ACCESIBILIDAD OLVIDADA EN LA ESPAÑA VACIADA**

### **Dificultades de Accesibilidad en el entorno rural y su incidencia en el turismo**

Delfín Jiménez Martín  
Dr. Arquitecto (EQAR)  
[d.jimenez@eqar.es](mailto:d.jimenez@eqar.es)

#### **Resumen**

*Este documento parte de la realidad actual de la España vaciada y lo relaciona con el turismo rural, como un posible motor de revitalización. También analiza la accesibilidad del turismo accesible y sus deficiencias. Paralelamente, se analiza la accesibilidad del entorno rural (entorno físico, transporte, servicios ...). El análisis se completa con el estudio de nuevas propuestas de turismo rural accesible que suponen alguna innovación ante la situación actual y que se considera que puede aportar algo para implementarla. Las conclusiones del artículo sirven como resumen de los resultados de esta investigación.*

#### **Abstrac**

This paper starts from the current reality of Emptied Spain and puts it in relation with Rural Tourism, as a possible engine for revitalization. It also analyzes the accessibility of Accessible Tourism and its shortcomings. In parallel, the accessibility of the rural environment (physical environment, transport, services ...) is analyzed. The analysis is completed with the study of new proposals of accessible rural tourism that suppose some innovation before the current situation and that is considered can contribute something to implement it. The conclusions of the article serve as summary results of this investigation.

## 1. SUPERPOSICIÓN DE DIFICULTADES

Realizando un breve repaso a la situación actual de la accesibilidad en el turismo rural, podemos analizar diferentes aspectos que se traducen al final en una superposición de dificultades:

### 1.1. La España Vacuada

“La España vaciada” es un término de plena actualidad que identifica al movimiento de las zonas más despobladas del país para frenar la despoblación y revitalizar dichas zonas. (BERAZALUCE, 2019)

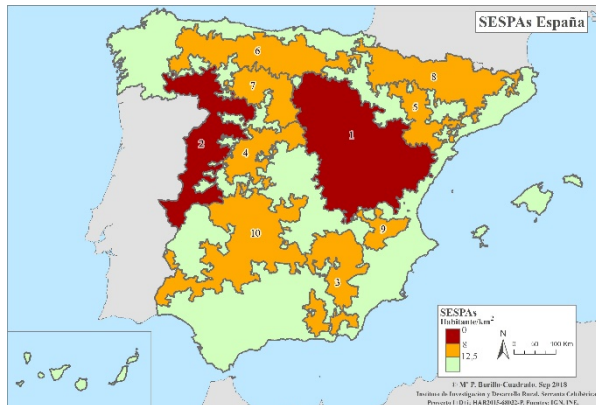


Imagen 1.- Mapa de España con las zonas de densidad de población menor de 12,5 habitantes/km2 en colores naranja y rojo. (SEPAS)

Esto coincide con las áreas rurales del interior del país, consecuencia, según los afectados, del abandono sufrido, en favor de las grandes ciudades del país, donde se concentra la mitad de la población.



Imagen 2.- Las dos Españas: la vida vive en la zona azul y la otra, en la roja (PÚBLICO.ES)

### 1.2. La actualidad del Turismo Rural

Si analizamos ahora la actualidad del Turismo Rural podemos confirmar que es un sector en auge y que puede ser un motor de desarrollo económico. Esto tiene especial relevancia en las zonas en las que el turismo rural coincide con las zonas más despobladas (CABALLERO, 2019).



Imagen 3.- Cantidad y ubicación de alojamientos de turismo rural y nivel de ocupación (IGN)

Aunque eso no significa que el sector no atraviese dificultades e incluso tenga que hacer esfuerzos por actualizarse (PEREZ-BARCO, 2019). Y precisamente, dentro de estas dificultades del turismo rural, la accesibilidad, junto con la estacionalidad, es uno de los puntos críticos a considerar. (HOSTELTUR, 2015) Por otra parte, es importante resaltar la gran cantidad de actividades de ocio turístico que se ubican en entornos naturales, y por lo tanto asociadas al turismo rural.

### 1.3. La accesibilidad en el turismo

Si ampliamos ahora el foco de análisis al turismo en general, y estudiamos la accesibilidad en particular, podemos constatar que según el Observatorio de Accesibilidad Universal del Turismo en España: (HERNÁNDEZ GALÁN, 2017)

1. La accesibilidad se considera como un factor relevante en la calidad de los destinos turísticos.
2. Las mejoras en accesibilidad se han centrado más en la arquitectura que en el equipamiento, la prestación de servicios o la formación.
3. La accesibilidad no es entendida de forma global o desde el punto de vista del usuario, sino que se entiende como soluciones parciales.
4. En muchos casos la realidad no se corresponde de la información facilitada en la web
5. La accesibilidad se asocia mayoritariamente a discapacidad física.

Conclusiones todas ellas aplicables al turismo rural.

### 1.4. La accesibilidad en el entorno rural

No existe un estudio específico que aborde de manera completa la accesibilidad en el entorno rural, por lo que no existen datos detallados sobre la problemática de accesibilidad específica de los pueblos de España. Como aproximación podemos tomar por una parte el informe del Observatorio estatal de la Discapacidad sobre las personas con discapacidad residentes en el

Medio Rural, donde se podría sintetizar a modo de conclusiones que: (Observatorio estatal de la Discapacidad, 2007)

1. Los recursos y servicios disponibles son mínimos por lo que es preciso un desplazamiento mayor (más distancia, a otros municipios) lo que supone una mayor dependencia del transporte.
2. El transporte público tiene muchas carencias en el entorno rural en general, y más en lo referente a la accesibilidad
3. La escasez de población se traduce en un volumen de demanda pequeño y por tanto una mayor dificultad de ejecución y una mayor situación de invisibilidad y aislamiento a la hora de reclamar actuaciones.

Por otra parte podemos tomar como referencia algunas de las conclusiones del Observatorio de Accesibilidad a Municipios (FUNDACIÓN ONCE, 2011) donde, a pesar de no existir un estudio específico sobre el entorno rural, algunas de las conclusiones son perfectamente aplicables, como son la existencia de escaleras en el espacio público que no cumplen con la normativa, alcorques sin cubrir, locales comerciales sin acceso a nivel,... Siendo muy significativa la no consideración de situaciones específicas, como son los problemas específicos de la travesía urbana, el papel de las aceras y el uso de la calle en las vías de poco tráfico rodado, la señalización urbana en los pueblos, etc.

Y por último, ante la gran dependencia del transporte, se realiza un breve análisis sobre la accesibilidad en el mismo. Desgraciadamente no hay muchos datos específicos sobre la accesibilidad en el transporte en el medio rural. Sin embargo, analizando de forma análoga el observatorio sobre Accesibilidad en el transporte (FUNDACIÓN ONCE, 2013), sí podemos sacar algunas conclusiones de gran interés para el entorno rural:

1. El viaje interurbano es indisoluble de una vida social activa, especialmente en el mundo rural. No habitamos ciudades (pueblos), sino redes de ciudades (y pueblos)
2. El futuro de los pueblos pasa por un transporte interurbano accesible: “En España, existen 6.291 municipios menores de 3.000 habitantes, en los cuales viven 4 millones de personas. [...] Esta población, aunque sin gran peso en términos absolutos, tiene una importancia fundamental: alberga la práctica totalidad de nuestra diversidad biológica y paisajística, y es origen y depositaria de nuestra base cultural. Un transporte público eficaz ayuda a fijar la población, evitando la despoblación de los pequeños municipios y la migración desde el entorno rural hacia las grandes ciudades. Por lo tanto, la rentabilidad de la inversión en transporte

no habría que medirla solo en criterios económicos, sino que es necesario tener en cuenta criterios sociales

Así el transporte en autobús interurbano, que es el que mayor penetración tiene en el medio rural es el que mayores dificultades de accesibilidad presenta. Y lejos de mejorar, con la despoblación el servicio tiende a reducirse en lugar de implementarse.

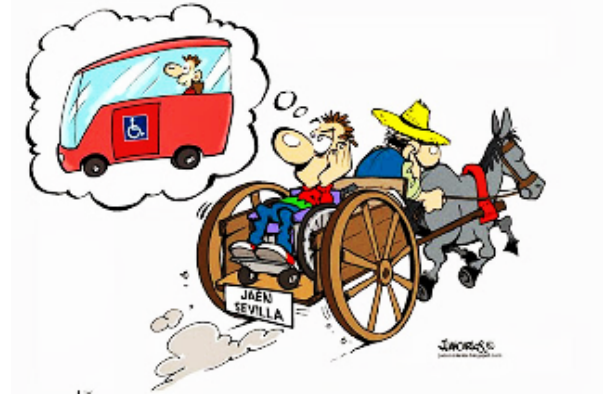


Imagen 4.- viñeta cómica sobre la precariedad del transporte interurbano accesible (juancarlerias.blogspot.com)

### 1.5. La accesibilidad en el turismo rural

Centrando ahora el análisis entre el turismo, el entorno rural y la accesibilidad, vamos a analizar brevemente la realidad de la accesibilidad en el turismo rural.

Para los turistas con discapacidad y sus acompañantes, el turismo rural es uno de los destinos preferentes (22%) especialmente si lo sumamos a otros tipos de destino como el turismo de naturaleza activo o de aventura, o el turismo gastronómico... (HERNÁNDEZ GALÁN, 2017)

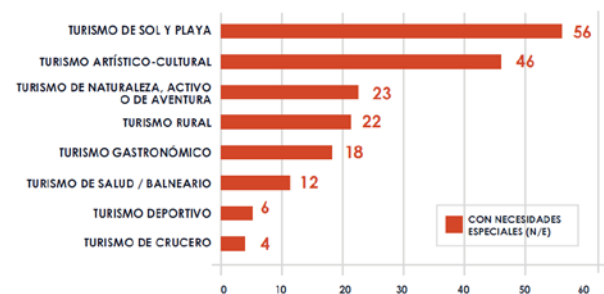


Imagen 5.- Gráfica de destinos turísticos de las personas con discapacidad (F.ONCE)

La falta de accesibilidad, junto con la estacionalidad, es la principal debilidad del Turismo rural, tal y como reflejan varios estudios (HOSTELTUR, 2015)

Edición España. Segundo Barómetro del Turismo Rural en España, de Clubrural y la Universidad Nebrija

## El turismo rural afronta estacionalidad y accesibilidad como principales debilidades

Castilla y León, Cataluña y Andalucía copan casi el 50% de oferta y demanda de alojamientos

Imagen 6.- Titular de la web de Hosteltur sobre el segundo barómetro de Turismo Rural en España de (Universidad Nebrija)

Según un estudio de *Tuscasasrurales.com*, tan solo un 18% de las casas rurales en España cuenta con habitaciones adaptadas e instalaciones accesibles a personas con movilidad reducida. (VIDAL, 2016), lo que se considera “un suspenso” ante la dificultad de elección que esto implica. (HOSTELTUR, 2013)

| Posición | Provincia            | % alojamientos adaptados |
|----------|----------------------|--------------------------|
| 1        | País Vasco           | 37%                      |
| 2        | Galicia              | 33%                      |
| 3        | Andalucía            | 24%                      |
| 4        | Murcia               | 24%                      |
| 5        | Castilla-La Mancha   | 21%                      |
| 6        | Extremadura          | 21%                      |
| 7        | Baleares             | 20%                      |
| 8        | Cantabria            | 16%                      |
| 9        | Castilla y León      | 14%                      |
| 10       | Cataluña             | 14%                      |
| 11       | Madrid               | 13%                      |
| 12       | Canarias             | 12%                      |
| 13       | Navarra              | 10%                      |
| 14       | Comunidad Valenciana | 9%                       |
| 15       | La Rioja             | 9%                       |
| 16       | Aragón               | 9%                       |
| 17       | Asturias             | 7%                       |

Imagen 7.- Tabla de alojamientos con habitaciones para viajeros con movilidad reducida, por regiones (TOPRURAL)

Así, según Joseba Cortázar, director de comunicación de Toprural, “para las personas con movilidad reducida, encontrar un alojamiento a su medida suele ser un problema. Por eso los destinos que muestren una mayor sensibilización hacia su situación y ofrezcan alojamientos adaptados tienen una oportunidad de atraer y fidelizar a este público” (HOSTELTUR, 2013). Además, es especialmente significativo que, para los turistas con discapacidad visual, los alojamientos con más problemas de accesibilidad parecen ser las casas rurales, por encontrarse de por sí en entornos naturales menos accesibles. (HERNÁNDEZ GALÁN, 2017)

Por su parte, el CERMI (Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad) viene advirtiendo de forma periódica sobre la necesidad de prestar especial atención a la accesibilidad del Turismo Rural. (CERMI, 2017)

EL CERMI PIDE PRESTAR ESPECIAL ATENCIÓN A LA ACCESIBILIDAD DEL TURISMO EN LAS ZONAS RURALES

27/10/2017

... pidió este viernes que se preste una especial atención al **turismo** en el ámbito **rural** para que las personas con discapacidad puedan disfrutar de estos entornos ...

Imagen 8.- Titular en la web del CERMI sobre la necesidad de especial atención para la accesibilidad del Turismo Rural

## 2. FACTORES DETERMINANTES

### 2.1. Escasez de recursos

Son varias las razones por las que las instituciones de las pequeñas localidades rurales no dedican más recursos a la promoción del turismo accesible a pesar de su interés. Entre ellas se pueden destacar por su relevancia (GIL QUILES, CAPDEPÓN FRÍAS, & LÓPEZ CARRATALÁ, 2018):

1. Falta de recursos económicos (infraestructuras, alojamiento...) y personales.
2. El envejecimiento de la población que dificulta encontrar jóvenes para realizar el servicio de voluntariado.
3. Problemas políticos: burocracia, otras prioridades, falta de competencia, división administrativa, falta de una política adecuada, falta de coordinación.
4. Falta de un espíritu de voluntariado.
5. El sector turístico no está suficientemente desarrollado.

### 2.2. La cadena de accesibilidad

Aunque hasta ahora al hablar de accesibilidad en el entorno rural, el estudio se ha centrado en los alojamientos y en particular en las casas rurales, es fundamental entender que la accesibilidad del turismo rural, como en general, debe concebirse desde la cadena de valor de accesibilidad. No tiene por tanto ningún sentido considerar de forma aislada la accesibilidad, por ejemplo, de una casa rural si no hay forma accesible de llegar a ella, o una vez en ella no se puede disfrutar del destino y sus posibilidades porque las experiencias de ocio, equipamientos de hostelería, tiendas e infraestructuras básicas no son accesibles.

Esta consideración es especialmente determinante en el entorno rural, ya que en muchas ocasiones es más difícil garantizar esa cadena de valor al existir una oferta muy limitada de experiencias de ocio, comercios, transporte,...

La situación de aislamiento que sufre el mundo rural se traduce en este caso en la ruptura de la cadena de accesibilidad. Esta evidencia la podemos constatar con diferentes situaciones, desgraciadamente habituales, que rompen esta cadena:

- Información u comunicación turista-propietario deficiente, debido en muchas ocasiones en las dificultades de conexión online (wifi deficiente, falta de cobertura...) lo que supone una barrera de comunicación relevante para algunos usuarios, y genera una deficiencia de información relevante a otros muchos.
- Transporte público accesible insuficiente, lo que convierte el entorno rural en un destino con una dificultad añadida.
- La falta de accesibilidad del propio entorno rural, donde la escasez de medios muchas veces se limita a dar solución a problemas específicos o personales, no contemplando la accesibilidad a usuarios ocasionales externos.
- Alternativas de ocio y restauración no accesibles en destino (oferta muy limitada), siendo el alojamiento una isla accesible.
- Dificultades de asistencia en caso de imprevistos: consulta médica accesible, farmacia, reparación de ayudas técnicas...
- ...

### 2.3. Barreras del entorno y barreras sociales

Además de la falta de continuidad de la citada cadena de accesibilidad, otra manera de significar la falta de accesibilidad en el turismo rural, es la distinción entre las barreras derivadas del entorno físico y las derivadas del entorno social. Así, según la OMT (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (OMT), 2014) se puede distinguir entre las principales barreras en el Turismo Accesible (y extensible al turismo rural accesible), las siguientes:

#### A. Barreras del entorno:

- Planificación y reservas
- Infraestructuras y transportes
- Edificaciones
- Comunicación
- Actividades relacionadas con el destino

#### B. Barreras sociales

- Falta de formación en las empresas del sector
- Falta de concienciación sobre Accesibilidad
- Barreras actitudinales

### 2.4. El significado de “accesible”

Al igual que ocurre con otros muchos términos, la accesibilidad, y en este caso la existencia de una oferta accesible (entorno, producto o servicio) depende en la mayoría de los casos de una autodeclaración de accesibilidad, siendo minoritaria la existencia de oferta turística rural accesible certificada por un tercero (empresa certificadora). Esto en muchos casos, por falta de formación provoca una información contradictoria, errónea o incompleta al usuario, por lo que ni siquiera la poca información existente sobre el tema tiene una fiabilidad suficiente.

Un error habitual es la identificación de la Accesibilidad con las necesidades de los usuarios en silla de ruedas, olvidándose de otras necesidades, como por ejemplo las de las personas con baja visión, clientes probablemente más numerosos que los usuarios de sillas de ruedas y con grandes problemas en las casas rurales (elementos volados a baja altura, salientes, obstáculos, recorridos complejos no señalizados, falta de referencias...)

## 3. OPORTUNIDADES DE MEJORA

### 3.1. Mejora de la accesibilidad rural

La necesaria mejora de la accesibilidad rural, tanto desde el punto de vista de las comunicaciones (conexión wifi, señalización, transporte público,...) como del entorno físico (calles, establecimientos, equipamientos públicos, monumentos...) supondrá una mejora directa del turismo rural de esos destinos, ya que se contribuirá a romper la situación de “islas de accesibilidad” y a configurar una cadena de accesibilidad también en el turismo rural.

### 3.2. Ventaja social y económica

Según propone el CERMI (RODRIGUEZ GODOY, 2012) el turismo rural accesible ofrece las siguientes ventajas:

1. **Oportunidad para dirigir ofertas a segmentos específicos de mercado**, como las personas de edad avanzada. “España se está configurando como uno de los principales destinos turísticos de los mayores europeos”.
2. **Aumento de cuota de mercado**: captar ese segmento de la población que presenta alguna discapacidad permanente o transitoria. Los criterios de accesibilidad de información, instalaciones y servicios decantarán su decisión en favor de los destinos que más se adapten a sus necesidades.

3. **Multicliente.** En el manual de la Comisión Europea titulado Por una Europa Accesible a Turistas con Discapacidad, se calcula que a cada persona con discapacidad le acompañan 0,5 personas en sus viajes.
4. **Desestacionalizar.** En nuestros consejos para evitar la estacionalidad en turismo rural pasamos por alto este factor: las personas con discapacidad suelen mantenerse al margen del calendario laboral y reciben pensiones de invalidez, jubilación, inactividad, etc. Si encuentran un destino accesible, pueden disfrutar de él cuando mejor les parezca.
5. **Mejora de la imagen.** Cuando la diversificación de los servicios es el factor que más contribuye a la imagen de un alojamiento o entorno, la accesibilidad se presenta como un candidato más que interesante. “El disfrute emocional” y los recuerdos que mantengan los usuarios de un destino determinado serán los factores que contribuirán a mejorar su imagen y su diferencia respecto a la competencia.
6. **Fidelizar de clientes.** Una persona con alguna discapacidad que se lleve un buen recuerdo de su experiencia es probablemente un cliente que volverá en un tiempo.
7. **Incremento de las pernoctaciones.** Realizando estudios en hoteles y entornos para que mejoren la accesibilidad se concluye que el resultado es un “incremento del 2% al 7% de pernoctaciones de personas con capacidades diferentes”.

## 4. ALGUNAS INICIATIVAS

Pero no todos los resultados son dificultades. También se han encontrado algunas iniciativas que son ejemplos de buenas prácticas que pueden servir de referencia para otros proyectos o intervenciones.

### 4.1. El Turismo Rural como una posible solución a la España Vaciada



Imagen 9 Titular del ABC sobre la necesidad de reinversión del Turismo Rural y sus claves

A pesar de las dificultades que afronta el Turismo Rural, se plantea precisamente esta debilidad como una oportunidad de dinamización del mundo rural, pudiendo ser un motor en la lucha contra la despoblación de la

España vaciada. Para ello la accesibilidad puede tener un papel protagonista, tal y como apunta el experto Jose Manuel Delgado: “es necesario mejorar la oferta y lograr la excelencia en los alojamientos. «Apostar por adaptar las casas de forma que resulten accesibles para todos los usuarios”. (PEREZ-BARCO, 2019). Incluso algunas iniciativas en Castilla la Mancha, sobre turismo rural accesible, gestionado por personas en riesgo de exclusión, pueden ser una eficaz herramienta de dinamización. (CERMI, 2018)

### 4.2. Jornadas de concienciación e innovación

Algunas iniciativas a nivel internacional, como el reciente Congreso en Bérghamo (Italia) sobre turismo sostenible para el desarrollo rural, (STRD, 2019) apuntan entre sus conclusiones la necesidad de accesibilidad en el turismo rural para incrementar el atractivo de la oferta ante un mercado cada vez más envejecido y con más necesidades de accesibilidad.

Por su parte el Gobierno de España junto con el CERMI, consideran que el Turismo Rural podría ser una vía de solución ante la situación de doble discriminación que sufren las personas con discapacidad en el entorno rural, fomentando jornadas difusión y reflexión sobre el tema. (CERMI, 2017)



Imagen 10.- titular sobre la doble exclusión de las personas con discapacidad en el entorno rural, y el Turismo Rural como solución

### 4.3. Proyecto europeo “access angels”

Este proyecto tiene como objetivo capacitar a jóvenes voluntarios para que actúen como asistentes de visitantes con discapacidad en las zonas rurales de Europa. El proyecto desarrollará un paquete de servicios de asistencia personal (PAS) ofrecidos por jóvenes voluntarios, similares a los servicios ofrecidos a los turistas con discapacidad en las grandes ciudades, pero adaptados a las necesidades de los visitantes con discapacidades que desean experimentar el turismo rural (ENAT, 2016).

### 4.4. Experiencias de validación

Con la idea de objetivar las condiciones reales de accesibilidad existentes en las ofertas de turismo rural (alojamientos, actividades de ocio, restauración...) más allá de lo indicado por los propios gestores, se valora como muy positivas las iniciativas existentes de

validación por usuarios experimentados, como es el caso de Equalitas Vitae, Sixsentravel o Viajeros sin límite.

Y por otra parte, la garantía que ofrecen las diferentes certificadoras en Accesibilidad Universal, como sello de validación por una tercera parte especializada.

#### 4.5. Nuevos proyectos de turismo rural accesible

Cada vez surgen más iniciativas de turismo rural con la accesibilidad como elemento distintivo, reflejando que no se corresponde con iniciativas puntuales sino como el descubrimiento de un nicho de mercado.

Un ejemplo está en el proyecto Rivum Holiday Resort en La Rioja: un complejo en un entorno rural con 40 bungalows accesibles. (SERVIMEDIA, 2018)



Imagen 11.- Titular de la agencia Servimedia sobre el complejo rural accesible Rivum Holiday Resort

Otro ejemplo es Altair (Alternativas Turísticas Accesibles e Innovadoras en el Medio Rural). Se trata de una iniciativa de turismo rural promovida por Salarca Cooperativa y gestionada por ASPRODES en la comarca de Béjar. Está formado por siete casas rurales todas accesibles, un restaurante, un huerto ecológico y un parque infantil sensorial: “Nuestras instalaciones de alojamiento y restauración son 100% accesibles y las actividades que ofertamos son accesibles y/o practicables por todos nuestros clientes.” (ALTAIR, 2017)



Imagen 12.- Vista general del complejo rural accesible Altair, en la Sierra de Béjar (ALTAIR)

#### 4.6. Turismo activo accesible

Como ya se ha indicado, tan importante como la accesibilidad en los alojamientos es la accesibilidad en la oferta de ocio y restauración. Por eso son especialmente interesantes las iniciativas existentes sobre actividades accesibles de turismo que favorecen además la inclusión. Un claro ejemplo son las Vías Verdes Accesibles, donde una actividad de ocio accesible sirve como atractor de todo un destino de turismo rural. La oferta cada vez es más amplia, existiendo además posibilidades de elección. (PREDIF, 2013)



Imagen 13.- Varios usuarios disfrutando de una Vía Verde Accesible (VIAS VERDES)

E insistiendo en la idea de “oferta completa accesible” es muy destacable la iniciativa de Turismo de Navarra que ofrece diferentes opciones de una oferta de turismo rural accesible completa, con alojamientos, actividades de ocio, posibilidades de restauración... (Turismo de Navarra, 2019)

## 5. CONCLUSIONES

Después del análisis, tanto de las dificultades existentes como de las oportunidades e iniciativas de buenas prácticas, se extraen a modo de resumen las siguientes conclusiones:

1. La Accesibilidad del Turismo Rural es una de las principales debilidades de esta oferta de turismo
2. El entorno rural en general sufre una realidad de accesibilidad diferente, hasta ahora sin abordar de forma específica, que afecta tanto a residentes como a visitantes.
3. La falta de accesibilidad en el entorno rural tiene una especial relevancia al producirse en zonas de población especialmente envejecida y que en muchas ocasiones genera graves problemas de aislamiento.
4. No existen estudios concretos que desarrollen de forma explícita y completa la realidad de esta oferta turística
5. El Turismo Rural puede ser un motor de reactivación de entornos rurales, actualmente muy castigados por la despoblación y la falta de inversión (España Vacía)
6. La accesibilidad en el turismo rural además de un derecho es un valor añadido de calidad que puede servir de incentivo y mejora de la oferta existente.
7. Existen nuevas propuestas que pueden servir de referencia para potenciar la accesibilidad en el turismo rural de una forma más global y con algunas iniciativas innovadoras a desarrollar.

## 6. REFERENCIAS:

- ALTAIR. (2017). *Un destino turístico único cerca de las nubes de la sierra de Béjar*. Obtenido de dgratisdigital.com:  
<https://www.dgratisdigital.com/turismo/destino-turistico-unico-cerca-las-nubes-la-sierra-bejar/>
- BERAZALUCE, I. (28 de 03 de 2019). *El mapa de la "España vaciada"*. Obtenido de blogs.publico.es:  
<https://blogs.publico.es/strambotic/2019/03/la-espana-vaciada/>
- CABALLERO, A. (14 de 05 de 2019). *Retos y Soluciones: Iniciativas para llenar la España Vacía*. Obtenido de planetainteligente.elmundo.es:  
<http://www.planetainteligente.elmundo.es/retos-y-soluciones/iniciativas-para-llenar-la-espana-vaciada>
- CERMI. (17 de octubre de 2017). *El CERMI pide prestar especial atención a la accesibilidad del turismo en las zonas rurales*. Obtenido de cermi.es:  
<https://www.cermi.es/es/actualidad/noticias/el-cermi-pide-prestar-especial-atenci%C3%B3n-la-accesibilidad-del-turismo-en-las>
- CERMI. (8 de febrero de 2017). *El CERMI y el Ministerio de Agricultura abordan la doble exclusión de las personas con discapacidad en el entorno rural*. Obtenido de cermi.es:  
<https://www.cermi.es/es/actualidad/noticias/el-cermi-y-el-ministerio-de-agricultura-abordan-la-doble-exclusi%C3%B3n-de-las>
- CERMI. (2018). *Presentan en Ciudad Real buenas prácticas de desarrollo rural inclusivo para evitar la despoblación*. Obtenido de cermi.es:  
<https://www.cermi.es/es/actualidad/noticias/presentan-en-ciudad-real-buenas-pr%C3%A1cticas-de-desarrollo-rural-inclusivo-para>
- COCEDER (Confederación de Centros de Desarrollo Rural). (2019). *Programa de sensibilización y concienciación sobre la despoblación y la necesidad de emprendimiento en el medio rural*. Obtenido de coceder.com:  
<https://www.coceder.org/despoblacion/>
- ENAT. (2016). *Access Angels. Guardian Angels of Accessible Travellers in Rural Areas*. Obtenido de accessibletourism.org:  
[https://www.accessibletourism.org/?i=enat.en.enat\\_projects\\_and\\_good\\_practices.1994](https://www.accessibletourism.org/?i=enat.en.enat_projects_and_good_practices.1994)
- FUNDACIÓN ONCE. (2011). *Observatorio de la Accesibilidad Universal en los municipios de España 2011*.
- FUNDACIÓN ONCE. (2013). *Observatorio de la Accesibilidad Universal en el Transporte Interurbano en España 2012*. Fundación ONCE.
- GIL QUILES, M., CAPDEPÓN FRÍAS, M., & LÓPEZ CARRATALÁ, J. (2018). *Accesibilidad en destinos rurales. Estudio de la capacidad de gestión de los entes locales*.

- Oviedo: Congreso Destinos Turísticos Inteligentes.
- HERNÁNDEZ GALÁN, J. (2017). *Observatorio de Accesibilidad Universal del Turismo en España*. Fundación ONCE.
- HOSTELTUR. (2013). *El turismo rural suspende en turismo accesible*. Obtenido de hosteltur.com: [https://www.hosteltur.com/143800\\_turismo-rural-suspende-turismo-accesible.html](https://www.hosteltur.com/143800_turismo-rural-suspende-turismo-accesible.html)
- HOSTELTUR. (2015). *El turismo rural afronta estacionalidad y accesibilidad como principales debilidades*. Obtenido de hosteltur: [https://www.hosteltur.com/110150\\_turismo-rural-afronta-estacionalidad-accesibilidad-como-principales-debilidades.html](https://www.hosteltur.com/110150_turismo-rural-afronta-estacionalidad-accesibilidad-como-principales-debilidades.html)
- Observatorio estatal de la Discapacidad. (2007). *Las personas con discapacidad residentes en el Medio Rural: situación y propuestas de acción*. Observatorio Estatal de la Discapacidad.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud -CIF-*. IMSERSO.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (OMT). (2014). *Manual sobre Turismo Accesible para Todos: Principios, herramientas y buenas prácticas*. OMT-UNWTO.
- PEREZ-BARCO, M. (22 de 4 de 2019). El turismo rural enfila el sendero de la reinención. *ABC-economía*-. Obtenido de [https://www.abc.es/economia/abci-turismo-rural-enfila-sendero-reinencion-201904220338\\_noticia.html](https://www.abc.es/economia/abci-turismo-rural-enfila-sendero-reinencion-201904220338_noticia.html)
- PREDIF. (2013). *Vías Verdes Accesibles*. Obtenido de Nueva Guía de Vías Verdes Accesibles: <http://www.viasverdesaccesibles.es/>
- RODRIGUEZ GODOY, J. (2012). *El turismo accesible, ventajas para todos*. Obtenido de EscapadaRural: <https://www.escapadarural.com/blog/proprietarios/el-turismo-accesible-ventajas-para-todos/>
- SERVIMEDIA. (19 de 12 de 2018). *Osacc presenta el primer compleo rural vaacional 100% accesible de Europa*. Obtenido de servimedia.es: <https://www.servimedia.es/noticias/1100885>
- STRD. (14 de 2 de 2019). *Sustainable Tourism for Rural Development 2019, Bergamo*. Obtenido de strd2019.org: <http://strd2019.org/>
- Turismo de Navarra. (2019). *La Navarra más Accesible*. Obtenido de Turismo de Navarra: [https://www.turismo.navarra.es/esp/Productos/Productos\\_navarra-esencial/Relacionados/Navarra\\_accesible.htm#](https://www.turismo.navarra.es/esp/Productos/Productos_navarra-esencial/Relacionados/Navarra_accesible.htm#)
- VIDAL, A. (2016). *El 18% de Casas Rurales son accesibles para personas con movilidad reducida en España*. Obtenido de HOSTELTUR.COM: [https://www.hosteltur.com/comunidad/nota/003691\\_18-casas-rurales-son-accesibles-personas-movilidad-reducida-espana.html](https://www.hosteltur.com/comunidad/nota/003691_18-casas-rurales-son-accesibles-personas-movilidad-reducida-espana.html)