

Proceedings of XII Iberoamerican Conference on Applications and Usability of Interactive TV

JAUTI23



La Habana, Cuba, October 16-17, 2023

REDAUTI 



Facultad de Informática - UNLP

JAUTI23. XII Jornadas Iberoamericanas sobre aplicaciones y usabilidad de la TV interactiva ; Editado por María José Abásolo ; Ailyn Febles Estrada ; Carlos De Castro Lozano. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Informática, 2024.

Libro digital, PDF/A

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-34-2451-3

1. Televisión Digital. 2. Sistemas Interactivos. I. Abásolo, María José , ed. II. Febles Estrada, Ailyn, ed. III. De Castro Lozano, Carlos, ed.

CDD 621.38807

1 Preface |

2 Committee |

User Interfaces, Interaction and Accesibility

4 **Identificação da Atenção do Aluno na Educação à Distância usando Eye Tracking e EEG**

Valdecir Becker, Felipe Melo, Daniel de Queiroz Cavalcanti, João Marcelo Alves Macêdo, Signe Silva, Paulo Henrique Serrano

13 **A study on sign language timing strategies in video streams**

Richelieu R. A. Costa, Raoni Kulesza, Thiago M. U. Araujo, Rostand E. O. Costa, Guido L. S. Filho

20 **Moodability: considerando el estado de ánimo en la interacción con la TDi**

Francisco Montero, Miguel A. Sánchez Cifo, Víctor López Jaquero, Yolanda Ramírez

30 **Transparência pública em dispositivos móveis: A avaliação baseada em heurísticas aplicada à análise de portais de transparência de capitais brasileiras**

João M. Alves Macêdo, Valdecir Becker, Felipe Melo, Daniel de Queiroz Cavalcanti, Signe Silva, Edvaldo Rocha

Health and Socialization through Interactive TV

42 **Experiencia con adultos mayores en el uso de la TVDi para ejercicios y rehabilitación en casa**

María Magdalena Rosado, María José Abásolo, Telmo Silva, Stalin Jurado, José Antonio Valle Flores, Sheyla Villacres

50 **Tirar os Seniores do Sofá: uma Estratégia de Gamificação Integrada na TV**

Gabriel Faria, Telmo Silva, Jorge Ferraz de Abreu

57 **HUGTV prototype: integrating proactive TV notifications to empower older adults' social connections**

Juliana Camargo, Telmo Silva, Jorge Ferraz de Abreu

65 **Hacia un portafolio de Juegos Serios para la Estimulación Cognitiva y de la Memoria de Personas con Alzheimer usando la Televisión Interactiva: Indagación en un Centro Gerontológico**

Ana Camacho, María José Abasolo, Rita Oliveira

- 80 Exponential Technologies for the Transformation of Medicine**
Javier Cabo Salvador, José M. Rámirez Uceda, Verónica Cabo, Isabel de Castro, Yoan Martínez López, Beatriz Sainz de Abajo, Isabel de la Torre, Gabriel Dorado, Raykenler Yzquierdo Herrera, Joaquín Aguilar, Jon Arambarri, Enrique García Salcines, Aylin Febles Estrada, Carlos de Castro Lozano

Video Content Creation and Consumption

- 92 Personalized extra information to documentary videos, generated through an iTV crossmedia system – Improved Interfaces**
Alcina Prata, Teresa Chambel, Jorge Ferraz de Abreu
- 104 Additional information to news videos, generated through an iTV based crossmedia system**
Alcina Prata, Teresa Chambel, Miguel Sales Dias
- 116 Nuevos entornos virtuales en el aula de la clase de inglés para el octavo año de educación secundaria**
Maite del Pilar Rada Mendoza, Jose L. Arciniegas Herrera, Ulises Hernández Pino
- 127 Detección automática de eventos de stalling mediante algoritmos de machine learning**
Andrés F. Celis Velez, Luis M. Castañeda Herrera, José L. Arciniegas Herrera, Héctor F. Bermúdez
- 141 Methodology for the design of transmedia emo-educational content based on intelligent affective virtual agents on the OTT-Learning platform**
Carlos de Castro Lozano, José M. Ramírez Uceda, Enrique García Salcines, Joaquín Aguilar Cordón, Isabel de Castro Burón, Jon Arambarri, Yoan Martínez López, Beatriz Sainz de Abajo, Isabel de la Torre, Gabriel Dorado, Raykenler Yzquierdo Herrera, Amanda Berlanga, Aylin Febles Estrada

Infrastructure for Interactive Digital TV

- 155 Arquitectura para la interactividad en la TVD adaptada a las condiciones de Cuba**
Ariel A. Fernández Santana, Joaquín D. Pina Amargós, Raisa Socorro Llanes
- 170 Desarrollo de un Gateway Server para Fortalecer la Alerta Temprana en Televisión Digital Terrestre**
Gonzalo Olmedo, Alejandro Salas

- 180** **Luces y sombras de la televisión digital en Chile: el caso de la televisión regional, local y comunitaria**
Fernando Fuente Alba Cariola
- 196** **Habanadigital - Un proyecto de ciudad inteligente adaptado a las condiciones cubanas**
Joaquín D. Pina Amargós, Yarina Amoroso Fernández, Yanet M. Ceballos Cruz, Raisa Socorro Llanes

Preface

The XII Ibero-American Conference on Applications and Usability of Interactive Digital Television (jAUTI 2023) was jointly organized by the Union of Cuban IT Professionals (Cuba) and RedAUTI (Thematic Network on Applications and Usability of Interactive Digital Television), from October 16-17, 2023, in La Habana (Cuba).

This publication compiles 18 research papers presented during the conference, covering various topics such as the infrastructure, design, development, and experiences of applications for interactive digital television and related technologies.

January 2024

Prefacio

La jAUTI 2023 XII Conferencia Iberoamericana sobre Aplicaciones y Usabilidad de la Television Digital Interactiva (TVDi) fue organizada conjuntamente por la Unión de Informáticos de Cuba y la RedAUTI (Red temática sobre Aplicaciones y Usabilidad de la TVDi) de 16-17 Octubre, 2023, en La Habana (Cuba).

Esta publicación compila 18 artículos de investigación presentados durante la conferencia, cubriendo varios tópicos tales como infraestructura, diseño, desarrollo, y experiencias de aplicaciones para TVDi y tecnologías relacionadas.

Enero 2024

Prefácio

A jAUTI 2023 Conferência Ibero-Americana sobre Aplicações e Usabilidade da Televisão Digital Interativa (TVDi) foi organizada conjuntamente pela União de Cientistas da Computação de Cuba e RedAUTI (Rede Temática sobre Aplicações e Usabilidade da TVDi) de 16 a 17 de outubro de 2023, em Havana (Cuba).

Esta publicação compila 18 artigos de pesquisa apresentados durante a conferência, cobrindo diversos temas como infraestrutura, design, desenvolvimento e experiências de aplicação para TVDi e tecnologias relacionadas.

Janeiro de 2024

María José Abásolo
Ailyn Febles Estrada
Carlos de Castro
Eds.

Committees |

General Chairs

Ailyn FEBLES ESTRADA, Informatic Science University, Cuba

María José Abásolo Guerrero, III-LIDI –National University of La Plata, Argentina

Carlos de Castro Lozano, University of Córdoba, Spain

Scientific Committee

Alan GUEDES, University of Reading, UK

Alcina PRATA, Polytechnic Institute of Setúbal, Portugal

Ana VELHINHO, Digimedia University of Aveiro, Portugal

Anelise JANTSCH, Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil

Antoni OLIVER, LTIM University of Balearic Islands, Spain

Beatriz SAINZ DE ABAJO, University of Valladolid, Spain

Cecilia SANZ, III-LIDI National University of La Plata, Argentina

Diego VILLAMARÍN, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

Fernando BORONAT, Polytechnic University of Valencia, Spain

Fernando FUENTE ALBA, Catholic University of the Holly Conception, Chile

Francisco MONTERO SIMARRO, University of Castilla-La Mancha, Spain

Gonzalo OLMEDO CIFUENTES, Polytechnic School of the Army ESPE, Ecuador

Joaquín Danilo PINA AMARGÓS, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”CUJAE, Cuba

Jorge ABREU, Digimedia University of Aveiro, Portugal

José Luis ARCINIEGAS HERRERA, University of Cauca, Colombia

José Maria BUADES RUBIO, UGIV-IA University of Balearic Islands, Spain

Manuel GONZÁLEZ HIDALGO, UGIV-IA University of Balearic Islands, Spain

Patrícia OLIVEIRA, Digimedia University of Aveiro, Portugal

Pedro ALMEIDA, Digimedia University of Aveiro, Portugal

Raisa SOCORRO LLANES, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”CUJAE, Cuba

Rita OLIVEIRA, Digimedia University of Aveiro, Portugal

Rita SANTOS, Digimedia University of Aveiro, Portugal

Sandra BALDASSARRI, University of Zaragoza, Spain

Telmo SILVA, Digimedia University of Aveiro, Portugal

Vagner BESERRA, University of Tarapacá, Chile

Valdecir BECKER, Federal University of Paraíba, Brazil

User Interfaces, Interaction and Accessibility |



Identificação da Atenção do Aluno na Educação à Distância usando EEG e Eye Tracking

Valdecir Becker¹[0000-0002-0639-3875], Felipe Melo¹[0000-0003-3930-5760], Daniel de Queiroz Cavalcanti¹[0000-0002-7875-7076], João Marcelo Alves Macêdo¹[0000-0002-6313-1759], Signe Silva¹[0000-0003-4777-1892] and Paulo Henrique Serrano¹[0000-0002-3713-5190]

¹ Laboratory of Interaction and Media, Informatics Center,
Federal University of Paraíba, João Pessoa - PB, Brazil
contato@lim.ci.ufpb.br

Abstract. A educação à distância se desenvolveu e evoluiu muito nos últimos anos, chegando a ser, em muitos casos, mais relevante do que o ensino presencial. Inúmeras tecnologias têm sido testadas e incorporadas no processo de ensino, aprendizagem e avaliação de desempenho. No entanto, uma dinâmica que ainda carece de maior atenção é o mapeamento da atenção do aluno durante as aulas, especialmente as síncronas. Este artigo apresenta o uso de duas tecnologias de interação humano computador para resolver esse problema: o eye tracking e a eletroencefalografia (EEG). Os testes com usuários apontam que mapear o olhar do aluno na tela do computador e identificar os padrões neurais de atenção podem ser ferramentas importantes para o planejamento das estratégias pedagógicas dos docentes.

Keywords: Atenção; EEG; Eye Tracking; Design Science Research.

1 Introdução

A distração, ou divagação mental, é um problema quando tratamos da educação, especialmente no processo ensino-aprendizado [1–3]. Neste estudo, entendemos por divagação mental o estado em que a mente vagueia ou se dispersa, afastando-se do foco ou da tarefa em questão. É quando a atenção da pessoa se desvia para pensamentos, ideias ou preocupações que não estão diretamente relacionados ao que ela está fazendo ou pensando no momento [4]. Presencialmente, o professor pode usar diferentes técnicas para acompanhar a concentração e o engajamento do aluno nas atividades pedagógicas. No entanto, nas atividades remotas ou à distância, o contato é virtual, e novas técnicas precisam ser incorporadas para avaliar a efetividade do aprendizado do aluno. Duas tecnologias despontam nesse processo: o eye tracking e a eletroencefalografia (EEG).

A tecnologia de eye tracking é bem conhecida e utilizada na IHC e em diversas áreas do conhecimento, tais como marketing, experimentos da psicologia cognitiva ou como entretenimento, em jogos [5, 6]. Seu funcionamento se baseia na detecção do movimento dos olhos de um usuário durante a interação. Isso pode ser feito através de diferentes ferramentas: webcams, câmeras infravermelhas, displays montados na cabeça.

2

Os dados coletados podem fornecer informações relevantes sobre os usuários, como a sua atenção em um determinado objeto na tela, por exemplo.

Ao mapear o olhar, os pontos específicos que o usuário olhou são denominados “gaze point.”, ou “pontos específicos da imagem”. Um conjunto de gaze points agrupados em um determinado espaço em um período é chamado de “fixação” [7]. Essa região é de grande importância para nosso estudo, pois é durante sua ocorrência que acontecem os principais processos cognitivos do usuário, como compreensão e memória.

O movimento rápido realizado entre as áreas de “fixação” é chamado de “saccade”. Durante sua ocorrência a informação visual é suprimida. Um conjunto de “fixações” pode ser agrupado por proximidade em uma “gaze”, que por sua vez se organiza em “áreas de interesse” (AOI) [8]. O tempo gasto em cada AOI (“dwell time”) pode ser um fator que definirá o interesse do usuário em determinado estímulo apresentado na tela, e um tempo maior gasto pode significar um maior nível de interesse. Uma forma de observar esse fenômeno é por meio de mapas de calor (heatmaps), que apresentarão na tela os pontos que chamaram a atenção do usuário [6].

A segunda técnica apresentada neste artigo é uma interface cérebro máquina baseada no EEG, que analisa a atividade elétrica cerebral espontânea. Trata-se de uma técnica que detecta padrões e possíveis anormalidades nas ondas cerebrais [9]. A EEG captura a atividade elétrica do cérebro por meio de eletrodos dispostos sobre pontos específicos do crânio do usuário.

Exemplos de aplicações mostram que ondas da linha média-frontal beta são relacionadas às preferências individuais [10]. Quanto maior a amplitude de oscilação na frequência de onda beta, observado por meio do EEG, durante a visualização de um trailer de filme, maior a nota atribuída pelos participantes da pesquisa a filmes relacionados ao mesmo tema [10]. A dessincronização das ondas alpha do lado frontal-esquerdo do cérebro está positivamente relacionado ao nível de prazer e satisfação percebido ao assistir comerciais [9]. Um aumento na potência das ondas theta na linha média-frontal é associada a sentimentos de prazer [11].

Dessa forma, utilizando eye tracking e EEG, é possível gerar um diagnóstico sobre a percepção do aluno frente aos estímulos visuais, a fim de compreender melhor suas preferências e os processos emocionais e cognitivos que ocorrem naturalmente à medida que ele assiste as aulas. Inicialmente, é possível alto grau de certeza sobre o olhar do aluno, que deve estar focado na tela do computador. Ao mesmo tempo, a atenção, o envolvimento com o conteúdo da aula e processos mentais de memorização podem ser aferidos com o EEG. Em outras palavras, o EEG e o eye tracking medem o engajamento e a atenção dos alunos.

2 Métodos

No presente artigo, foi utilizado um software de eye tracking para webcam, com o objetivo de auxiliar na identificação de pontos de interesse do usuário nas aulas, e o headset Emotiv Insight 2.0 para mapeamento dos padrões neurais. O desenvolvimento da pesquisa está baseado na Design Science Research (DSR). Esse processo metodológico

legítima o desenvolvimento de artefatos orientados à resolução de problemas como uma maneira importante de produzir conhecimento científico e tecnológico [12–14]. Os estágios desse método consistem em seis atividades: 1: Identificação e motivação de problemas; 2: Definição dos objetivos de uma solução; 3: Design e desenvolvimento; 4: Demonstração; 5: Avaliação; 6. Comunicação.

Considerando a Atividade 2 e, a partir da definição de que o problema central da pesquisa reside na identificação da atenção nas aulas síncronas à distância, foram estabelecidos como objetivos do artefato: 1. uso de dispositivos não invasivos, de fácil acesso e de baixo custo; 2. leitura e identificação dos padrões das ondas neurais; 3. disponibilidade e acesso aos dados para tratamento em tempo real e posterior, usando software próprio; 4. armazenamento dos dados para posterior recuperação; 5. recuperação dos dados para estudo e análise dos padrões neurais; 6. visualização gráfica dos padrões neurais; 7. integração do sistema com o foco do olhar dos indivíduos; 8. análise integrada da atenção durante as aulas. Uma descrição inicial da arquitetura do sistema está em [15].

O dispositivo utilizado nesta etapa, e que atende aos objetivos 1 e 2 de forma integral, e 3, parcialmente, foi o headset Emotiv Insight 2.0, junto ao desenvolvimento de um script em Python para o processamento e visualização dos dados (o que completa o objetivo 3). Enquanto a leitura dos pulsos eletromagnéticos é feita pelo headset, a interpretação dos dados ocorre em ambiente de servidor em nuvem. Os registros são imediatamente exibidos em um gráfico, dinamicamente construído em um programa na linguagem Python por meio da biblioteca Matplotlib. As informações são dispostas na presente pesquisa utilizando as leituras de potência em $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$ nas faixas de frequência Alpha, Low Beta, High Beta, Gamma e Theta, transmitidas numa frequência de 8Hz, de acordo com as especificações da Cortex API [16]. Simultaneamente, um arquivo no formato CSV é construído e alimentado com as informações obtidas. Visando o estudo e análise posterior dos padrões neurais registrados, a aplicação pode ser retroalimentada com os arquivos gerados.

Além disso, foi utilizada a ferramenta GazeRecorder [17], um software online gratuito para experimentos de eye tracking baseado na câmera do computador. Em testes anteriores percebeu-se que as emoções variam de acordo com as pessoas e os momentos, porém não foi possível identificar padrões ou estabelecer relações causais [15, 18]. A relação das macro e microexpressões pode ser afetada pelo ambiente, foco, atenção e concentração do usuário, resultando em quadros emocionais distintos [18]. O uso de um sistema de eye tracking pode mitigar a questão do foco do olhar e da atenção, ao permitir a sincronização entre as leituras das ondas neurais e o direcionamento do olhar do usuário. Dessa forma, é possível avaliar que elementos chamaram mais a atenção do aluno e associá-los à uma análise feita por meio do EEG, visando tornar as conclusões mais detalhadas sobre o que exatamente influencia a compreensão do conteúdo durante as aulas.

Para as etapas de demonstração e validação, um experimento foi montado com duas videoaulas. Cinco participantes, três homens e duas mulheres, com idades entre 21 e 54 anos, foram convidados a assistir as duas aulas. A demonstração foi feita no Laboratório de Interação e Mídia, onde foi isolado um ambiente com mesa e computador macbook, simulando um escritório. Questionários pré-teste foram aplicados visando identificar o

4

estado físico e emocional dos participantes. Ao término, questionários pós-teste avaliaram as duas aulas assistidas. Foram utilizados dois vídeos, com abordagens distintas: o primeiro, sobre o movimento do Sistema Solar na Via Láctea, possui animações 3D e explicações didáticas; o segundo é uma aula tradicional de álgebra, em quadro branco, sem apelos visuais.

3 Resultados e discussões

Os testes foram conduzidos com cinco usuários, visando comprovar a hipótese de que a qualidade do conteúdo produzido pode ser identificada, ou mapeada, a partir das ondas neurais. O foco dos testes residiu nas ondas alpha e beta. A atenção espacial, semântica e social está intimamente relacionada às ondas alpha [11, 19–21]. As ondas alpha têm vários correlatos funcionais que refletem funções sensoriais, motoras e de memória. Durante o relaxamento físico e mental com os olhos fechados, há aumento dos níveis de potência dessa frequência. Por outro lado, o nível das ondas alpha é reduzido, ou suprimido, durante a atividade mental ou corporal com os olhos abertos. A supressão alfa constitui uma assinatura válida de estados de atividade mental e envolvimento, por exemplo, durante a atenção focada em qualquer tipo de estímulo, como é o foco deste estudo. Ou seja, em momentos de atenção, com os olhos abertos, espera-se um baixo, ou nenhum, índice das ondas alpha [22–24].

Já o pensamento ativo, ocupado ou ansioso, e altos índices de concentração se correlacionam com um nível de ondas beta mais elevado. Sobre o córtex central (ao longo da faixa motora), o nível das ondas beta torna-se mais forte à medida que planejamos ou executamos movimentos, particularmente quando alcançar ou agarrar requer movimentos precisos dos dedos e atenção concentrada [11, 25, 26]

As ondas beta são subdivididas em low beta e high beta. A primeira refere-se aos sentimentos de surpresa, susto, ansiedade, de forma negativa, enquanto a segunda significa susto, ansiedade, surpresa, de forma positiva [27]. Dessa forma, espera-se um alto índice de ondas high beta quando aluno está gostando do conteúdo e está satisfeito com a aula.

No experimento dos vídeos, o primeiro demonstrou no eye tracking um maior foco de calor na animação 3D quando ela era referenciada na fala do autor do vídeo, indicando uma rápida resposta inconsciente do aluno ao que é dito (Figura 1). Quando a modelagem 3D não era referenciada no vídeo, muitas vezes os olhares voltavam ao rosto do autor, indicando que os participantes estavam prestando atenção em seus lábios e no que era dito. Estes resultados demonstram que figuras e vídeos de apoio podem ser excelentes soluções para prender a atenção do aluno.

Analisando as ondas neurais do mesmo usuário, são perceptíveis altos níveis de onda alpha (em azul na Figura 2). A onda alpha pode dar informações sobre o nível de atenção do participante. Neste caso, pode-se concluir que o participante estava disperso mentalmente durante a aula, apesar do olhar focado nos elementos gráficos da tela.

Esses fenômenos se repetiram com todos os demais participantes do estudo. Entrevistas pós-teste confirmaram uma predileção por este vídeo, considerado mais bem produzido e com conteúdo interessante. Predominaram as ondas alfa e high beta, além de

pouca divagação do olhar. A divagação mental, identificada pelas ondas alpha, pode ser atribuída à novidade do tema, onde o aluno buscou associações mentais com saberes preexistentes.

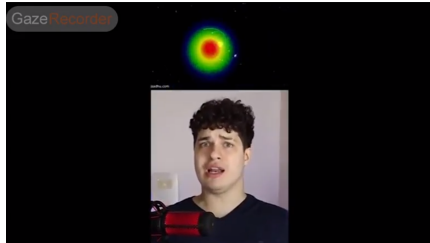


Fig. 1. Concentração de calor do eye tracking na simulação 3D [Autorial].

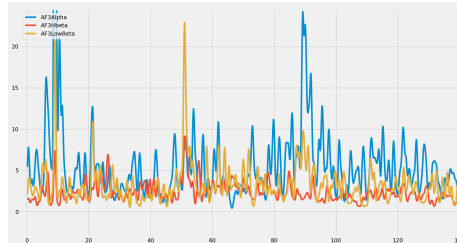


Fig. 2. Níveis de Low Beta, High Beta e Alpha no canal frontal esquerdo de um participante específico durante fruição do vídeo 1[Autorial].

No vídeo das equações polinomiais foi perceptível, pelo eye tracking, que o usuário também mantinha o foco no elemento que era referenciado pela fala do professor (Figura 3). Em alguns momentos é possível perceber um desvio no olhar dos participantes, como se quisessem antecipar o resultado da equação. Isto pode ocorrer pelo fato de ser um vídeo de equações polinomiais simples, então provavelmente, os participantes antecipavam o resultado com o olhar, podendo indicar tédio ou ansiedade do que está sendo dito no momento.

O vídeo demonstrou níveis mais altos da onda low beta, em amarelo (Figura 4). Isso permite inferir que, conforme esperado, os usuários sentiram ansiedade de forma negativa. Isso pode ser explicado pelo fato deles já saberem qual seria o resultado esperado da equação polinomial, e por ser uma didática mais lenta, sem atrativos visuais.

Diferentemente do primeiro vídeo, neste os níveis de alpha estiveram levemente mais abaixo, podendo indicar uma concentração maior no tema da aula, mais abstrato se comparado ao primeiro. Cálculos mentais demandam maior esforço e concentração do que a recuperação mental de imagens a partir de elementos gráficos. Este fato foi confirmado pelas entrevistas pós-teste, onde o vídeo também foi considerado mais chato e com menos apelo didático ou pedagógico, em comparação ao primeiro.



Fig. 3. Concentração de calor do eye tracking na antecipação dos resultados [Autorial].

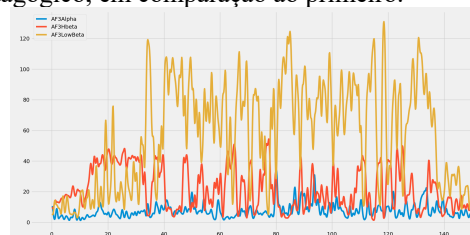


Fig. 4. Níveis de Low Beta, High Beta e Alpha no canal frontal esquerdo de um participante específico durante fruição do vídeo 2 [Autorial].

6

A partir desses estudos, há um indicativo de que, ao empregar o EEG e o eye tracking em conjunto, os educadores podem ajustar estratégias pedagógicas e materiais de ensino de acordo com os padrões identificados. Os resultados sugerem a possibilidade da obtenção de dados úteis, tanto para a condução das aulas síncronas, quanto para o preparo dos materiais didáticos. Por exemplo, se o eye tracking revelar que os alunos tendem a fixar o olhar em certas partes de um texto ou imagem, enquanto o EEG indica altos níveis de atividade cerebral associados a atenção, os educadores podem enfatizar essas seções durante a explanação ou discussão em sala de aula.

Por outro lado, falta de atenção e divagação indicam estratégias pedagógicas problemáticas. Se os sinais do EEG e os padrões de eye tracking indicarem momentos de distrações ou desinteresse, intervenções podem ser introduzidas para engajar os alunos, como pausas para discussões ou atividades interativas. Essa abordagem orientada por dados, ajuda a criar uma aprendizagem mais significativa, onde o conteúdo é adaptado às necessidades e preferências individuais dos alunos, promovendo uma absorção mais profunda e duradoura do conhecimento.

A utilização desses processos computacionais se alinha com o princípio da atenção seletiva, uma parte fundamental da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) [28]. A teoria enfatiza que a aprendizagem ocorre quando os alunos estão focados em informações relevantes e significativas. Da mesma forma, a análise detalhada das fixações e movimentos oculares ajuda a identificar onde os alunos estão direcionando sua atenção visual durante a interação com o conteúdo. Isso permite que os educadores avaliem quais partes do material estão recebendo mais atenção e adaptem o ensino para enfatizar essas áreas de foco, aumentando a probabilidade de construção de significado e aprendizagem profunda. Dessa forma, desenvolve-se uma maior conexão com conhecimentos prévios, o que, por sua vez, auxilia no desenvolvimento de bases sólidas do saber, criando conexões mais profundas. Segundo a TAS, a ativação do processo cognitivo dos alunos envolve reflexão, análise e pensamento crítico. A presença desses elementos pode ser identificada pelas ondas alpha e high beta, permitindo uma inferência sobre o engajamento do aluno com o conteúdo ministrado.

4 Considerações finais

Este artigo descreveu o uso do eye tracking e EEG para mapear a atenção dos alunos durante aulas à distância. Foi utilizado o site GazeRecorder para o eye tracking, e o headset Emotiv Insight, juntamente com um software desenvolvido em Python, para a leitura das ondas neurais. O foco da análise está na melhoria das aulas síncronas, no entanto, os dados podem, facilmente, ser utilizados também na avaliação e redesign dos materiais pedagógicos disponibilizados assincronamente.

A hipótese de que com o uso de tecnologias da IHC, mais especificamente eye tracking e interfaces cérebro máquina baseadas na EEG, é possível acompanhar de forma mais precisa a atenção e a participação do aluno durante as aulas remotas ou à distância, foi confirmada. Os resultados mostraram compatibilidade dos padrões neurais e do rastreamento ocular com a dinâmica dos vídeos utilizados nos testes. Os padrões identificados foram confirmados pelas entrevistas pós-teste.

Importante destacar que o presente estudo foi conduzido em laboratório, ou seja, em ambiente controlado e com o uso de tecnologias específicas. O eye tracking baseado na webcam dos computadores é facilmente replicado em larga escala. No entanto, o uso do headset Emotiv pode ensejar problemas para uso em uma quantidade maior de estudantes. Para isso, além da perspectiva de miniaturização dos componentes de EEG, em curso na indústria, uma alternativa pode ser um fone de ouvido MN8, desenvolvido e comercializado pela própria Emotiv. O dispositivo possui dois canais de leitura e está a venda por U\$ 399,00 no site da empresa.

Apesar dos resultados obtidos neste estudo, limitações foram identificadas no decorrer da pesquisa, mitigadas ao longo do processo. A análise visual dos resultados das ondas obtidas através de eletroencefalografia ainda é tida como um dos principais desafios encontrados. É um processo trabalhoso, manual, sujeito a interpretações, que podem variar de acordo com o avaliador.

O dispositivo Emotiv Insight também apresenta limitações que impactaram no desenvolvimento do experimento descrito. Embora apresente boa portabilidade, conexão estável via bluetooth e bom acoplamento com o programa desenvolvido, o dispositivo falha em obter leituras estáveis em pessoas com cabelos volumosos ou de fibra espessa, gerando uma dificuldade em estabilizar os fluxos de leitura de ondas cerebrais. Durante testes com obtenção instável de sinais, foi notada uma tentativa de normalização dos resultados obtidos, pelo dispositivo ou pela API fornecida pelo fabricante, ocasionando leituras incompatíveis com o real estado mental do participante. O tipo de resultados obtidos e o formato dos arquivos de saída também são limitados pelo modelo de negócio da empresa fabricante. Além disso, algumas funcionalidades são bloqueadas pela necessidade de adesão a planos pagos, como a obtenção de dados de EEG não tratados e a exportação dos resultados em formatos próprios.

Assim como no uso do EEG para os experimentos, a ferramenta de eye tracking utilizada possui limitações. Por ser uma ferramenta que opera utilizando registros de webcam, o resultado não consegue ser tão preciso quanto com registros feitos utilizando câmera de infravermelho, mais adequados a ambientes onde o usuário não está estático em frente à tela. Além disso, por ter sido utilizado a versão gratuita do software Gaze-Recorder, houve uma limitação na quantidade de testes que foram possíveis de serem realizados.

Como trabalhos futuros, listamos a aquisição de uma câmera de infravermelho, uso e integração de software aberto para análise dos resultados do eye tracking, juntamente com o software implementado para visualização das ondas de EEG. Em relação a análise das ondas, apontamos a necessidade de leitores de EEG mais potentes, que não sofram interferências da fibra capilar. Além disso, são necessários mais dados, com maior quantidade de usuários, para aprofundar a análise das questões relacionadas aos padrões de gosto e afinidade com o conteúdo das aulas como um todo.

Referências

1. Wong JT, Mesghina A, Chen E, et al (2023) Zooming in or zoning out: examining undergraduate learning experiences with zoom and the role of mind-wandering. *Computers and Education Open* 4:. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100118>
2. Rebecchi K, Hagège H (2022) Educating Through Attentional States of Consciousness, an Effective Way to Develop Creative Potential? *Front Educ (Lausanne)* 7
3. Szpunar KK, Moulton ST, Schacter DL (2013) Mind wandering and education: From the classroom to online learning. *Front Psychol* 4
4. Dias da Silva MR, Postma M (2020) Wandering minds, wandering mice: Computer mouse tracking as a method to detect mind wandering. *Comput Human Behav* 112:. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106453>
5. Carter BT, Luke SG (2020) Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychophysiology* 155:. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.05.010>
6. Duchowski AT (2017) *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*, 3rd ed. Springer International Publishing AG
7. Salvucci DD, Goldberg JH (2000) Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. In: *Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium 2000*
8. Rim NW, Choe KW, Scrivner C, Berman MG (2021) Introducing point-of-interest as an alternative to area-of-interest for fixation duration analysis. *PLoS One* 16:. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250170>
9. Vecchiato G, Toppi J, Astolfi L, et al (2011) Spectral EEG frontal asymmetries correlate with the experienced pleasantness of TV commercial advertisements. *Med Biol Eng Comput* 49:. <https://doi.org/10.1007/s11517-011-0747-x>
10. Lee YY, Hsieh S (2014) Classifying different emotional states by means of eegbased functional connectivity patterns. *PLoS One* 9:. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095415>
11. (2019) *iMotions-Unpack Human Behavior Electroencephalography The Complete Pocket Guide*
12. Dresch A, Lacerda DP, Antunes JAVJ (2015) *Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia*. Bookman, Porto Alegre
13. Järvinen P (2007) Action research is similar to design science. *Qual Quant* 41:. <https://doi.org/10.1007/s11135-005-5427-1>
14. Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Q* 28:75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
15. Valdecir Becker, Thiago Silva, Matheus Cavalcanti, et al (2021) Potencial das interfaces cérebro máquina para a recomendação de conteúdos em sistemas de vídeo sob demanda. In: *4o Congresso Internacional Media Ecology and Image Studies - Reflexões sobre o ecossistema midiático pós pandemia*. Ria Editorial, pp 145–167

16. Getting Started - Cortex API. <https://emotiv.gitbook.io/cortex-api/>. Accessed 31 Aug 2023
17. Online Eye Tracking | Webcam eye-tracking software. <https://gazerecorder.com/>. Accessed 31 Aug 2023
18. Becker V, Cavalcanti M, Silva T, et al (2022) A System for Graphical Visualization of Brainwaves to Analyse Media Content Consumption. In: Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)
19. Başar E (2012) A review of alpha activity in integrative brain function: Fundamental physiology, sensory coding, cognition and pathology. *International Journal of Psychophysiology* 86:
20. Rana KD, Vaina LM (2014) Functional Roles of 10 Hz Alpha-Band Power Modulating Engagement and Disengagement of Cortical Networks in a Complex Visual Motion Task. *PLoS One* 9:e107715. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0107715>
21. Başar E, Schürmann M, Başar-Eroglu C, Karakaş S (1997) Alpha oscillations in brain functioning: an integrative theory. *International Journal of Psychophysiology* 26:
22. Başar E (2012) A review of alpha activity in integrative brain function: Fundamental physiology, sensory coding, cognition and pathology. *International Journal of Psychophysiology* 86:
23. Başar E, Schürmann M, Başar-Eroglu C, Karakaş S (1997) Alpha oscillations in brain functioning: an integrative theory. *International Journal of Psychophysiology* 26:
24. Rana KD, Vaina LM (2014) Functional Roles of 10 Hz Alpha-Band Power Modulating Engagement and Disengagement of Cortical Networks in a Complex Visual Motion Task. *PLoS One* 9:e107715. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0107715>
25. Lainscsek C, Hernandez ME, Weyhenmeyer J, et al (2013) Non-linear dynamical analysis of EEG time series distinguishes patients with Parkinson's disease from healthy individuals. *Front Neurol* 4:. <https://doi.org/10.3389/FNEUR.2013.00200>
26. Zhang JJQ, Fong KNK, Welage N, Liu KPY (2018) The Activation of the Mirror Neuron System during Action Observation and Action Execution with Mirror Visual Feedback in Stroke: A Systematic Review. <https://doi.org/10.1155/2018/2321045>
27. Grafton ST, Tipper CM (2012) Decoding intention: A neuroergonomic perspective. *Neuroimage* 59
28. Moreira MA (2006) A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Editora Universidade de Brasília, Brasília

A STUDY ON SIGN LANGUAGE TIMING STRATEGIES IN VIDEO STREAMS

Richelieu R. A. Costa^{1*}, Raoni Kulesza^{1*†}, Thiago M. U. Araújo^{1†},
Rostand E. O. Costa^{1†}, Guido L. S. Filho^{1†}

^{1*}PPGI, UFPB, Rua dos Escoteiros, João Pessoa, 58055-000, PB, Brasil.

*Corresponding author(s). E-mail(s): richelieu.costa@lavid.ufpb.br;
raoni@lavid.ufpb.br;

Contributing authors: tiagomaritan@lavid.ufpb.br;
rostand@lavid.ufpb.br; guido@lavid.ufpb.br;

†These authors contributed equally to this work.

Abstract

The provision of a window with 3D avatars rendering the automatic translation of audiovisual content into sign languages allows for a more significant offer of accessible programming, both on live television and on-demand video services, and reduces the operational costs involved, especially with interpreters. However, there are additional challenges involved in synchronizing the original audio with the equivalent signal presentation, which is slower than human speech. Studies indicate that the duration of presentation of a sign in American Sign Language (ASL) is about twice the duration of a monosyllabic word. The objective of this work is to investigate methods and strategies to improve the synchronization of signals with the associated video content. One of the approaches considered is sentence summarization (or compression), which aims to produce a shorter paraphrase for a given input sentence in a simplification process to require fewer signals to convey the original content. Another applicable technique is called elastic adjustment, which consists of modifying the display duration of a media object. Elastic tuning algorithms are capable of adjusting the audio speed by up to 10%, up or down, keeping the audio perception quality within acceptable limits. The primary hypothesis is that the combination of such methods allows the signals to be reproduced within the time frame of the translated video without compromising the understanding of the original message.

Keywords: Sign language, Video stream, 3D Avatar Synchronization Strategies, Accessibility

1 Introdução

A televisão (TV) tem um papel importante na sociedade brasileira. Além de fornecer entretenimento individual e coletivo, ela também atua como elemento informativo, educacional e de interação social [1] [2]. Segundo dados divulgados pelo IBGE em 2021 [3], há 2,3 milhões de pessoas com algum grau de surdez no Brasil. Já a Organização Mundial de Saúde, cita que 1,5 bilhão de pessoas têm algum grau de deficiência auditiva (surdez) hoje no mundo e, em 2050, é esperado que 1 em cada 4 pessoas tenham deficiência auditiva [4]. Para essas pessoas, é necessário que a informação esteja disponível através das línguas de sinais¹, que são a sua língua natural de comunicação.

Por outro lado, o suporte para línguas de sinais é raramente explorado nas tecnologias de fluxo de vídeo. Na TV, por exemplo, o suporte a línguas de sinais é, em geral, limitado a uma janela com um intérprete de língua de sinais, apresentada juntamente com o vídeo original do programa. Essa solução possui altos custos operacionais para geração e produção (câmeras, estúdio, equipe, etc.) dos conteúdos, necessita de intérpretes humanos em tempo integral, o que acaba restringindo seu uso a uma pequena parcela da programação. Essas dificuldades resultam em uma grande barreira para a comunicação com outras pessoas, o acesso a informações, a aquisição de conhecimentos, dentre outros.

Uma alternativa para mitigar problemas citados, seria a disponibilização de uma janela com avatares 3D renderizando a tradução automática de conteúdo audiovisual para línguas de sinais permitindo uma oferta maior de programação acessível e reduzindo os custos operacionais envolvidos, sobretudo com intérpretes humanos. Entretanto, há desafios adicionais envolvidos na sincronização do áudio original com a apresentação dos sinais equivalentes, que é mais lenta do que a fala humana [5]. Este trabalho faz um estudo acerca de estratégias para sincronização de línguas naturais de modalidade gestual-visual com conteúdo audiovisual para que os sinais sejam reproduzidos dentro do espaço de tempo do vídeo traduzido, sem comprometimento de compreensão da mensagem original. Foram consideradas as seguintes propostas: 1) Resumo das mensagens a serem traduzidas para língua de sinais; 2) Expansão do tempo de exibição do conteúdo audiovisual. Foram estudadas as técnicas de compressão de sentenças e também de ajuste elástico de exibição de mídias.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2, é apresentado o referencial teórico, que discutirá os principais conceitos relacionados a este estudo, como Libras, compressão de sentenças, ajuste elástico e a ferramenta VLibras. Na Seção 3, é apresentado o detalhamento das técnicas estudadas. Na Seção 4, serão apresentados os trabalhos em adamento. Por fim, na Seção 5 serão apresentadas as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

¹As línguas de sinais são línguas naturais de modalidade gestual-visual, em que gestual significa o conjunto de elementos linguísticos manuais, corporais e faciais necessários para a articulação e significação visual-cultural do sinal.

2 Referencial Teórico

2.1 Língua de Sinais

A língua de sinais é uma forma de comunicação gestual que possibilita a comunicação com pessoas surdas. Libras é a linguagem brasileira de sinais, utilizada para exercer a comunicação para deficientes auditivos, tendo um papel importante para a integração dessas pessoas, tornando sua aplicação essencial nas plataformas de comunicação [6].

Glosa é um texto descritivo em libras, que obedecem as regras gramaticais dessa língua, e tem por objetivo facilitar a compreensão, também tradução por interpretes, além da comunicação textual entre os fluentes de sinais [6].

2.2 Compressão de Sentenças

A compressão de sentenças é um processo que visa produzir uma paráfrase para uma dada sentença de entrada. Esse processo pode ser útil para muitas aplicações de Processamento de Linguagem Natural. Por exemplo, na área de pesquisa de Sumarização, é comum selecionar frases relevantes dos textos de origem e comprimi-las para inclusão no resumo. Conforme mostrado em [7], a maioria dos métodos de compressão de sentenças utiliza a abordagem de redução através da remoção de elementos.

2.3 Ajuste Elástico de Tempo de Exibição

Em apresentações hipermídia, umas das principais tarefas coordenadas pelo orquestrador da apresentação é a sincronização entre os diversos objetos componentes, que pode ser obtida através do ajuste elástico do tempo de exibição de objetos. Esta técnica pode ser aplicada em tempo de apresentação, para prevenir qualquer descasamento temporal causado pelos ambientes de transmissão e de execução. É possível realizar compressão e expansão do tempo de exibição de hipermídias, com sincronização inter mídia e reconstrução do relógio de referência [8].

2.4 VLibras

A Suíte VLibras é um conjunto de ferramentas de código aberto que traduzem automaticamente conteúdos digitais de língua portuguesa para Libras, tornando informações mais acessíveis para pessoas surdas em computadores, dispositivos móveis, TVs, plataformas Web, entre outros [9].

O projeto é resultado de uma parceria entre o Ministério da Gestão e Inovação em Serviços Públicos (MGISP), por meio da Secretaria de Governo Digital (SGD), o Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania (MDHC), por meio da Secretaria Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNDPD), e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), através do Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (LAVID) [9].

Os principais componentes do VLibras são:

- VLibras-Plugin e VLibras-Widget: extensões de navegador web que permitem que textos selecionados em páginas Web sejam traduzidos automaticamente para Libras e reproduzidas através de um avatar 3D;

- VLibras-Móvel: aplicação cliente do VLibras para dispositivos móveis (compatível com os sistemas Android e iOS);
- VLibras-Desktop: ferramenta utilizada para traduzir automaticamente textos selecionados em programas executados em computadores pessoais para Libras;
- VLibras-Vídeo: um portal que permite tradução para Libras de trilhas de áudio e legendas associadas ao vídeo. (Atualmente só disponível para vídeos legendados e sob demanda, pois o tempo para renderizar o vídeo com a tradução é maior que o tempo do vídeo.) ;

Outra parte do VLibras são os serviços de retaguarda (ou *backend*), denominados VLibras-services, que realizam a tradução automática para os outros componentes (ou ferramentas) e armazenam animações 3D dos sinais em Libras que são utilizadas para renderizar os conteúdos acessíveis após a tradução. Atualmente, o dicionário de sinais tem aproximadamente 21 mil sinais em Libras, uma maiores bases de dados deste tipo no mundo [9].

Por fim, tem-se uma ferramenta colaborativa, denominada WikiLibras, que permite que voluntários participem do processo de construção e expansão do dicionário de sinais [10].

3 Detalhamento das técnicas estudadas

Este artigo foca na proposta do grupo de pesquisa da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em relação à barreira de acessibilidade ainda existente em fluxos de vídeo devido à uma falta de sincronia de conteúdo audiovisual e gestual-visual.

3.1 Compressão de Sentenças

Um algoritmo de compressão de sentenças em português foi proposto em [7], utilizando métodos variados de aprendizado de máquina.

Foram utilizados dois conjuntos de dados, nos quais existem pares de sentenças com sentenças longas (originais) e suas respectivas versões reduzidas. A abordagem utilizada envolve considerar que uma sentença *sr* é uma possível redução de outra sentença *sl* quando pode-se produzir *sr* após deletar nenhum ou mais tokens de *sl*. Desta forma, é possível ter alguns pares com sentenças idênticas (*sr* é igual a *sl*) em conjuntos de dados. Os autores destacam a importância da inclusão desses casos para ter exemplos com sentenças que não devem ser compactadas (já que, no aprendizado de máquina, os exemplos negativos são tão importantes quanto os positivos).

A compressão de sentenças em português foi tratada utilizando exclusão como uma tarefa de classificação de aprendizado de máquina: dada uma sentença *s* com uma sequência de tokens (incluindo sinais de pontuação) t_1, t_2, \dots, t_n , o objetivo é construir um classificador que responda "sim" ou "não" à seguinte pergunta para cada token $t \in s$: "devemos remover este token t de s ?". Assim, cada token t em uma determinada sentença *s* em nossos conjuntos de dados é considerado uma instância.

Os resultados mostrados por [7] indicam que a proposta superou as abordagens existentes para o idioma português. Devido a terem resultados competitivos com uma abordagem recente na área, essa técnica pode ser aplicada em legendas de conteúdos

audiovisuais para então realizar a tradução para língua de sinais, gerando as glosas de libras.

3.2 Ajuste Elástico

Um algoritmo de compressão e expansão de fluxos de vídeo MPEG através da estratégia de inserção e descarte de quadros MPEG foi proposto por Alves Cavendi [8]. O padrão utilizado no trabalho é o MPEG-2, que é descrito pelas especificações ISO/IEC 13818.

Para expansão de fluxos, o algoritmo realiza replicação de quadros do fluxo de entrada conforme a ordem de apresentação das figuras, obtida através da análise do tipo de cada figura e do armazenamento das figuras I ou P que foram utilizadas como referência na codificação de outras figuras. O algoritmo avalia, então, o momento em que essas figuras serão apresentadas para que sua replicação seja inserida na ordem correta dentro do fluxo de saída.

3.3 Combinação de Técnicas: Cenário on-demand

Dado que a língua de sinais é mais lenta do que a fala humana [5], é possível, em um cenário on-demand, realizar a combinação das estratégias apresentadas, com o propósito de manter um sincronismo entre o audiovisual e o gestual-visual, contando com a possibilidade de expansão do tempo de exibição de mídia. Aplicando a compressão de sentenças nas legendas do conteúdo audiovisual para extrair as informações de forma resumida e, a partir disso, gerar glosas para serem renderizadas utilizando o componente de síntese de sinais (*player*) e os avatares 3D do VLibras.

Essa solução pode ser utilizada ainda com um ajuste de velocidade de reprodução dos sinais pelo *player*, de forma a acelerar a velocidade dos gestos do avatar, dentro de um limite aceitável para compreensão por parte dos surdos.



Fig. 1: Janela com avatar intérprete de Libras na TV e em outro dispositivo considerado segunda tela.

A princípio, é possível utilizar o ajuste elástico de tempo de exibição apenas com conteúdos on-demand, onde é possível passar mais tempo para desocupar o buffer sem

perder conteúdo. Em um cenário de TV ao vivo, não seria possível realizar o ajuste elástico no momento da recepção com o propósito de exibir a mídia por mais tempo, devido a ocupação do buffer de vídeo.

4 Trabalhos em Andamento

Há uma aplicação de prova de conceito sendo desenvolvida no âmbito de uma fase de desenvolvimento do novo padrão do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre (SBTVD) [11]. O trabalho endereça os requisitos de acessibilidade que estão sendo estudados e desenvolvidos, mais especificamente, o suporte a legendas ocultas (do inglês, *closed caption*), o suporte a língua de sinais, e o suporte a áudio descrição.

Está sendo proposta a disponibilização da janela de libras utilizando avatares 3D e tradução automática para língua de sinais, com o intuito de reduzir os custos operacionais envolvidos e viabilizar uma oferta maior de conteúdos com língua de sinais na programação da TV 3.0 no Brasil. Na solução, o radiodifusor transmitirá um fluxo contendo uma sequência de glosas (representação textual na gramática de língua de sinais), que será convertido para Língua Brasileira de Sinais (Libras) na própria TV ou em um dispositivo de segunda tela, utilizando o *player* e os avatares 3D do VLibras.

5 Conclusões e Propostas de Trabalhos Futuros

O presente trabalho trouxe uma análise de técnicas para realização do sincronismo entre conteúdo de fluxos de vídeo e língua de sinais.


Como trabalhos futuros, pretende-se 1) aplicar as técnicas em trechos de fluxos de conteúdos audiovisuais com falas e 2) buscar voluntários surdos para realização de avaliação de experiência de consumo do conteúdo com acessibilidade na língua de sinais brasileira.

References

- [1] Tavares, T.A., Santos, C.A.S., Assis, T.R., Pinho, C.B.B., Carvalho, G.M., Costa, C.S.: A tv digital interativa como ferramenta de apoio à educação infantil. *Revista Brasileira de Informática na Educação* **15**(2), 31–44 (2007)
- [2] Piovesan: Vídeo e tv na educação. *Comunicação & Educação* **1**, 105–112 (1994)
- [3] IBGE: Pesquisa Nacional de Saúde 2019: País tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Rio de Janeiro (2021)
- [4] OMS: WHO: 1 in 4 people projected to have hearing problems by 2050. Organização Mundial de Saúde (2021)
- [5] Bellugi, U., Fischer, S.: A comparison of sign language and spoken language. *Cognition* **1**(2-3), 173–200 (1972) [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(72\)90018-2](https://doi.org/10.1016/0010-0277(72)90018-2)

- [6] Góes, M.C.R.: Linguagem, Surdez e Educação. Autores Associados, ??? (2020)
- [7] Nóbrega, F.A.A., Jorge, A.M., Brazdil, P., Pardo, T.A.S.: Sentence compression for portuguese. In: Quaresma, P., Vieira, R., Aluísio, S., Moniz, H., Batista, F., Gonçalves, T. (eds.) Computational Processing of the Portuguese Language, pp. 270–280. Springer, Cham (2020)
- [8] Alves Cavendish, S.: ALGORITMO DE AJUSTE ELÁSTICO PARA VÍDEO EM FLUXOS MPEG-2. PhD thesis (2015)
- [9] Paraíba (UFPB), U.F.: VLibras - Governo Digital. <https://vlibras.gov.br/>. Online; Accessed on August 30, 2023. (2023)
- [10] Nobre, D.A., Ferreira, M., Araújo, T.M.U.d., Nascimento, I.R., Carvalho, P., Lemos Filho, G.: Wikilibras: Collaborative construction of a multimedia dictionary for brazilian sign language. In: Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web on Brazilian Symposium on Multimedia and the Web-Volume 1, pp. 244–251 (2011)
- [11] Costa, R., Omaia, D., Araújo, T., Pereira, J., Coutinho, A., Cruz, M., Pontes, V., Barbaosa, M., Silva, A., Filho, G.L.S.: Acessibilidade na tv 3.0 brasileira a partir de mídias de legenda, glosa e áudio descrição. In: Anais Estendidos do XXIX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web, pp. 123–129. SBC, Porto Alegre, RS, Brasil (2023). https://doi.org/10.5753/webmedia_estendido.2023.236168 . https://sol.sbc.org.br/index.php/webmedia_estendido/article/view/25664

***Moodability*: considerando el estado de ánimo en la interacción con la TDi**

Francisco Montero¹^[0000-0002-0902-9681], Miguel Ángel Sánchez-Cifo¹ ^[0000-0003-4451-8736],
Víctor López-Jaquero¹^[0000-0003-2093-4065] y Yolanda Ramírez²^[0000-0003-0468-5871]

¹ Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad de Castilla-La Mancha, 02071, Albacete, España

{Francisco.MSimarro, VictorManuel.Lopez}@uclm.es,
miguelangel.sanchez15@alu.uclm.es

² Departamento de Administración de Empresas, Universidad de Castilla-La Mancha, 02071
Yolanda.Ramirez@uclm.es

Abstract. La televisión digital interactiva ofrece un amplio abanico de posibilidades a sus usuarios que, en estos momentos, pueden personalizar e interactuar con el contenido visual ofrecido en función de sus preferencias y necesidades. En este contexto, hay diferentes características de calidad que han sido y son objeto de interés y suponen un desafío en cuanto a su logro y evaluación. La accesibilidad, la usabilidad o la experiencia de usuario son algunos ejemplos de estas características de calidad.

Sin embargo, otras características pueden venir a complementar a las anteriores. En este artículo se propone el uso del concepto *moodability*, con el que fusionamos “*mood*” (estado de ánimo) y “*ability*” (habilidad), para hacer referencia a la capacidad de un producto, contexto o servicio de considerar e influir en el estado de ánimo de sus usuarios.

Para demostrar la utilidad y posibilidades que ofrece el concepto propuesto, este artículo incluye un caso de estudio en el que se recurre a la electroencefalografía (EEG) para hacer seguimiento del estado de ánimo de los usuarios que participan en una sesión de meditación ofrecida a través de streaming.

Keywords: estado de ánimo, calidad, televisión digital interactiva, EEG.

1 Introducción

La televisión digital interactiva (TDi) es un sistema de transmisión de televisión que permite al espectador interactuar con el contenido que se está emitiendo [1]. Esta interacción puede realizarse de diversas formas como, por ejemplo, a través de los mandos a distancia de los televisores, los teléfonos móviles o las aplicaciones web. En la actualidad, la TDi es un elemento habitual en los hogares europeos [2]. La mayoría de los televisores vendidos en Europa son compatibles con la TDi y ofrecen una amplia gama de servicios cada vez más interactivos.

La TDi ha tenido un impacto significativo en la industria de la televisión en, especialmente en Europa. Este impacto ha permitido a los operadores ofrecer nuevos

servicios y contenidos, y ha cambiado la forma en que los espectadores, ahora usuarios, consumen televisión. Entre los factores que han impulsado el auge de la TDi en Europa se encuentran: el desarrollo de la tecnología digital, que ha permitido ofrecer servicios interactivos de alta calidad, el aumento de la penetración de Internet, que ha facilitado el acceso a los servicios interactivos y, también, la demanda de los espectadores, que buscan una televisión más personalizada y participativa.

En función de la trayectoria identificada, el desarrollo y evaluación de productos para la TDi se enfrenta a múltiples retos y desafíos. Entre esos retos están, (1) la accesibilidad, (2) la usabilidad, y (3) la experiencia de usuario (UX). Podemos acomodar las definiciones de estas características al contexto especificado, es decir, considerando específicamente su alcance bajo la TDi, y con ello hacer referencia a la accesibilidad como el grado con el que un producto o servicio desarrollado para la TDi puede ser utilizado por usuarios con necesidades especiales, por ejemplo, visuales, auditivas, cognitivas, físicas, etc. De igual forma, la usabilidad podemos definirla como el grado con el que un producto o servicio desarrollado para la TDi puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr sus objetivos con efectividad, eficiencia y satisfacción. Por último, con la UX podemos hacer referencia al grado experimentado por un usuario en base a sus percepciones y reacciones con un producto o servicio desarrollado para la TDi antes y/o después de su uso.

En dichas características, progresivamente, se van considerando criterios de calidad cada vez más subjetivos y dependientes de la experiencia del usuario antes, durante y después del uso de un producto o servicio. La presencia de estas experiencias, percepciones, deseos y creencias se hace especialmente patente al considerar la experiencia de usuario. Sin embargo, en este artículo identificamos la necesidad de profundizar de manera adicional en esta dirección y considerar el grado con el que un producto o servicio es capaz de identificar estados de ánimo en el usuario y tratar de influir en dicho estado de ánimo de una u otra manera. Es decir, no se trataría de influir en el estado de ánimo para intentar siempre actuar de una manera positiva, que es lo que podría llegar a ser el caso en la definición de experiencia de usuario sino en detectar el estado de ánimo y influir en él en función de unos intereses concretos relacionados con unos objetivos también específicos.

En función de esta propuesta identificamos las siguientes preguntas de investigación (RQs):

- RQ01. ¿Es posible y puede justificarse la utilidad de introducir un nuevo criterio de calidad que suponga un añadido reseñable respecto a los criterios disponibles en la literatura y relacionados con la calidad interactiva de un producto o servicio en el marco de la TDi?
- RQ02. ¿Es viable tecnológicamente, y en el marco actual de desarrollo de la TDi, considerar el criterio sugerido y ser capaz de analizarlo y evaluarlo?
- RQ03. ¿Puede desplegarse un caso de estudio en el que se compruebe empíricamente la utilidad del concepto sugerido y la viabilidad tecnológica de su consideración?

Con la intención de dar respuesta a las preguntas anteriores, este artículo está organizado como se anticipa a continuación. En primer lugar, en la próxima sección, sección segunda, analizaremos los antecedentes y el contexto actual de la TDi, es decir, haremos

una revisión de la evolución de la TDi y se prestará especial atención a las facilidades para la interacción que ha ido ofreciendo en cada momento en función de la tecnología disponible la TDi. Esta revisión nos permitirá identificar su estado actual y contribuirá a dar una respuesta a la primera de las preguntas de investigación.

Además, también con la revisión realizada en la segunda sección de este artículo, se identificará la posibilidad de ser más precisos en la gestión del estado de ánimo de los usuarios que interactúan con un producto o servicio interactivo y se justificará la necesidad y posibilidad de acuñar un criterio de calidad adicional que añadir a los criterios ya mencionados en este artículo. Este criterio de calidad se define y caracteriza en la sección tercera de este artículo.

Después, en la cuarta sección, se incluye un caso de estudio donde se pretende demostrar que tanto el concepto de calidad sugerido como el desafío tecnológico que supone su consideración son posibles. Finalmente, una sección de conclusiones y trabajos futuros, la sección quinta, pone fin al artículo.

2 Antecedentes y breve repaso por la evolución histórica de la TDi y la interacción

La evolución de la TDi en Europa ha seguido un proceso que progresivamente ha transformado la forma en que las personas consumen contenido audiovisual. A lo largo de las décadas, ha habido importantes hitos y desarrollos que han contribuido a su auge y evolución [3]. Por ejemplo, en las últimas décadas del siglo XX, la televisión en Europa se basaba en tecnologías analógicas, lo que limitaba la calidad de imagen y sonido, así como las opciones de interacción por parte del espectador. Sin embargo, a medida que avanzaba la tecnología digital en la década de 1990, se inició un proceso de transición hacia la televisión digital en toda Europa.

Uno de los primeros avances importantes en la televisión digital en Europa fue la introducción de la televisión por satélite y la televisión por cable, que ofrecían una mayor variedad de canales y una mejor calidad de imagen. Este hecho preparó el terreno a la interactividad al proporcionar una mayor capacidad de transmisión de datos.

A mediados de la década de 2000, se produjo un hito importante con la introducción de la televisión digital terrestre (TDT) en varios países europeos. Esto permitió una mayor calidad de imagen y sonido, así como la posibilidad de transmitir datos interactivos junto con la programación televisiva.

Con el tiempo, las capacidades interactivas de la televisión digital en Europa se expandieron considerablemente. Se desarrollaron estándares como MHP (Multimedia Home Platform) que permitían a los espectadores acceder a contenido adicional, como información sobre programas, juegos y servicios en línea directamente a través de sus televisores.

La convergencia de la televisión con Internet también juega un papel fundamental en la evolución de la televisión digital interactiva en Europa. Los servicios de televisión por Internet (IPTV) y las aplicaciones de televisión inteligente permitieron a los espectadores acceder a una amplia gama de contenido en línea, así como interactuar con aplicaciones y redes sociales a través de sus televisores.

Los espectadores de la TDi pueden acceder a contenido a la carta, participar en encuestas en tiempo real durante programas de televisión en vivo, comprar productos anunciados directamente desde sus televisores y disfrutar de experiencias de visualización más inmersivas, como la realidad virtual y la realidad aumentada.

Las tecnologías disponibles asociadas a la TDi [4] han pasado por broadcast, tecnologías híbridas [6] (hbbTV), tecnologías de video digital broadcasting [7] (DVB-i) y, paralelamente, la tecnología streaming [8]. El despliegue y desarrollo de la TDi se ha visto afectado notablemente por la irrupción de los servicios de streaming que han cambiado la forma en que las personas consumen contenido televisivo y ha disminuido la audiencia tanto de la televisión tradicional como de la propia iTV. En la Tabla 1 se recoge una comparativa de las distintas técnicas comentadas atendiéndose a sus facilidades interactivas.

Las facilidades interactivas (véase la Tabla 1) que permiten las tecnologías que soportan la TDi varían desde estar muy limitadas debido a su naturaleza interactiva unidireccional, en el caso de la TV tradicional, a otras posibilidades más interactivas. Las tecnologías híbridas, con broadcast (HbbTV) o con broadcasting (DVB-i), permiten una interactividad mejorada a través de aplicaciones, visualización de contenido relacionado y servicios de datos en tiempo real. Sin embargo, es la opción streaming la que ofrece una amplia gama de interactividad, como la selección de contenido a la carta o bajo demanda, comentarios en tiempo real, chat en vivo y participación en encuestas.

Tabla 1. Tabla comparativa de tecnologías de la TDi. (elaboración propia)

Característica	Broadcast	HbbTV	DVB-i	Streaming
Tecnología de transmisión	Broadcast	Hibrida	IP	IP
Eficiencia ancho de banda	Alta	Media	Media	Baja
Transmisión a gran escala	Alta	Alta	Media	Media
Flexibilidad	Baja	Alta	Alta	Alta
Personalización	Baja	Alta	Media	Alta
Interacción	Nula	Media	Media-Baja	Alta

Los servicios interactivos en la televisión digital demandan mayores posibilidades interactivas a las actualmente disponibles [5]. Sin embargo, en estos momentos no todas las tecnologías tienen capacidad para ello, sobre todo por falta de capacidad en la gestión de interacción a través del canal de retorno disponible. La tecnología mejor posicionada pasaría por la utilización del streaming (véase la Tabla 1; última fila y columna).

En este artículo deseamos considerar especialmente las posibilidades interactivas ofrecidas en el ámbito del acceso a contenido audiovisual ya sea en directo, a la carta o bajo demanda, donde se puedan considerar, a través de tecnologías que permitan altas posibilidades interactivas. Con el análisis recogido en este apartado damos respuesta a la segunda de las preguntas de investigación de partida en este artículo.

A continuación, asociaremos altas posibilidades interactivas en el marco de la TDi aquellas que estén relacionadas con la gestión del estado de ánimo de sus usuarios.

3 Moodability: buscando el tratamiento humano en la interacción con la TDi

Tradicionalmente, cuando se desea analizar la interacción entre un usuario y un dispositivo, entorno o servicio se puede recurrir a recomendaciones procedentes de distintas disciplinas, por ejemplo, Interacción Persona-Ordenador, Ingeniería del Software, Psicología, Ergonomía, etc. En este sentido, desde ellas se han venido proponiendo y utilizando distintas características de calidad. Entre esas características de calidad destacan la accesibilidad, la ergonomía, la usabilidad y la experiencia de usuario (UX). Con todas ellas, y con mayor o menor alcance, se presta atención a las facilidades de un producto, entorno o servicio para ser utilizado por las personas.

Algunas de esas características focalizan en las facilidades para operar con esos productos, entornos o servicios, concretamente nos referimos a la accesibilidad [9] [10] y a la ergonomía. Otras características consideran las facilidades con las que un producto, entorno o servicio puede ser utilizado por personas concretas en contextos particulares para lograr sus objetivos con efectividad, eficiencia y satisfacción, en este caso la característica de calidad sería la usabilidad [11]). Finalmente, otras características, de forma más interactivamente ambiciosa, incluyen rasgos adicionales relacionadas con las percepciones, emociones y las reacciones que provocan en los usuarios esos mismos productos, entornos o servicios, en este caso el concepto utilizado es la user experience [12].

Sin embargo, los aspectos relacionados con la influencia en el estado de ánimo de los usuarios, es decir, con las facilidades para identificar su estado anímico y las capacidades de influir en él son los que deseamos considerar especialmente en este artículo. En función de esto proponemos considerar estas características del producto y de los efectos de este con el término *moodability*.

La *moodability*, en el contexto de este artículo, sería la capacidad o grado con la que un producto, entorno o servicio influye en los usuarios y lo hace teniendo en cuenta su estado anímico. En otras palabras, es la capacidad de un producto, entorno o servicio de identificar, influir y actuar, explícita o implícitamente, sobre el estado de ánimo de sus usuarios. Este término no estaría cubierto por las características previamente identificadas en la literatura. La UX sería el término más cercano, pero solo puede solaparse con el término propuesto a nivel de identificar la emoción que despierta en un usuario un producto o servicio antes, durante o después de su uso. Sin embargo, con *moodability* se pone el foco en la influencia en el estado anímico del usuario. Por ello, entendemos que puede dar respuesta a la primera de las preguntas de investigación consideradas inicialmente en este artículo.

Además, para complementar la respuesta a la segunda de las preguntas de investigación se puede añadir que, en la actualidad, existen diferentes tecnologías que pueden utilizarse para captar el estado de ánimo del usuario. Estas tecnologías se basan en la recogida de datos sobre la actividad y el comportamiento de este.

Algunos ejemplos de tecnologías para captar el estado de ánimo del usuario incluyen:

6

- **Análisis de la expresión facial:** esta tecnología utiliza cámaras para capturar imágenes del rostro de los usuarios y analizar sus expresiones faciales [13]. Las expresiones faciales son una forma de comunicación no verbal que puede indicar diferentes estados de ánimo, como felicidad, tristeza, enfado o miedo.
- **Análisis de la voz:** esta tecnología utiliza micrófonos para capturar el sonido de la voz del usuario y analizar las características vocales [14]. Las características vocales, como el tono, el ritmo y la fluidez, pueden indicar también diferentes estados de ánimo.
- **Análisis del movimiento:** esta tecnología utiliza sensores para capturar los movimientos del usuario [15]. Los movimientos del usuario pueden indicar diferentes estados de ánimo, como estrés, relajación o concentración.
- **Análisis de la actividad cerebral:** esta tecnología utiliza dispositivos de neuroimagen, como el electroencefalograma (EEG), para capturar la actividad cerebral del usuario [16]. La actividad cerebral puede indicar diferentes estados de ánimo, como atención, concentración o estrés.

La característica de calidad propuesta, la moodability, puede integrarse dentro de las diferentes dimensiones de la calidad, tradicionalmente, consideradas en los modelos de calidad recogidos en los estándares internacionales [17]. Una integración *limpia* podría hacerse sobre la dimensión de la calidad, denominada *calidad en uso* de los efectos de un producto, servicio o contexto (véase Fig. 1). Pero también puede presentarse y descomponerse o depender de otras subcaracterísticas a nivel de calidad interna y externa de un producto, contexto o servicio.

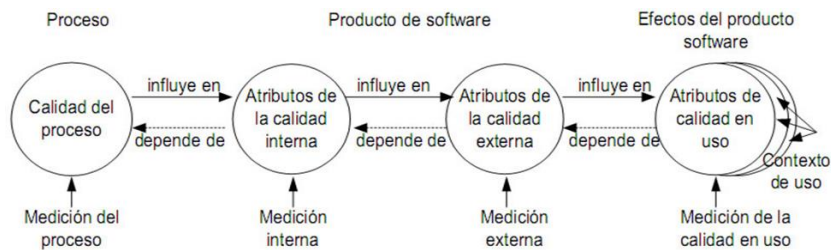


Fig. 1. Relaciones de influencia y dependencia entre las diferentes dimensiones de calidad disponibles en los modelos de calidad disponibles en estándares y normas.

4 Caso de estudio: soportando actividades de meditación en la TDi

Una vez disponemos de una característica de calidad asociada a productos y servicios altamente interactivos de la TDi y focalizados en la influencia sobre el estado del ánimo de sus usuarios, en esta sección presentamos un caso de estudio en el que se integran diferentes elementos bajo un contexto relacionado con la TDi. En este caso de estudio nos apoyaremos en la tecnología streaming y un escenario en la que los usuarios siguen un programa en directo relacionado con llevar a cabo una sesión guiada de meditación.

El esquema general de tecnologías e involucrados en el escenario considerado se muestra en la Fig. 2.

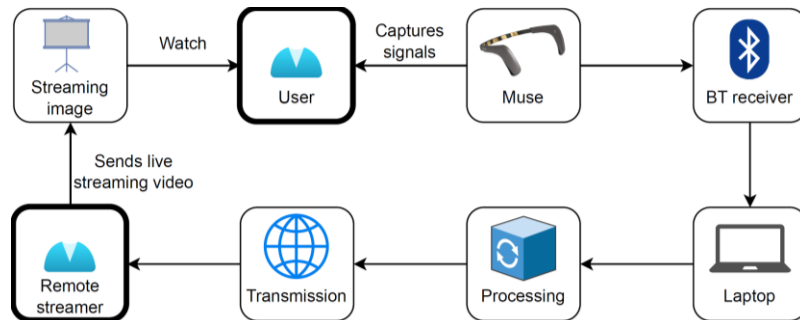


Fig. 2. Esquema general de despliegue del caso de estudio propuesto.

En la Fig. 2 aparecen diferentes actores. Por un lado, estaría el emisor del programa (en la figura aparece en la parte inferior izquierda, streamer, responsable de llevar a cabo y dirigir la actividad de meditación) y varios usuarios, que cuentan con dispositivos EEG con los que puede monitorizarse a distancia su actividad en la sesión de meditación.

El dispositivo EEG utilizado en este caso de estudio es la diadema Muse™. Un dispositivo que cuenta con diferentes sensores y posibilita hacer seguimiento de la actividad cerebral de la persona que la lleva puesta [18]. Esta diadema puede transferir a distancia, gracias al uso de una librería de procesamiento de señales EEG de elaboración propia (disponible en [19]) denominada MuseStudio [20][21]. Las facilidades de visualización de la actividad EEG que ofrece la librería se muestran en la Fig. 3.

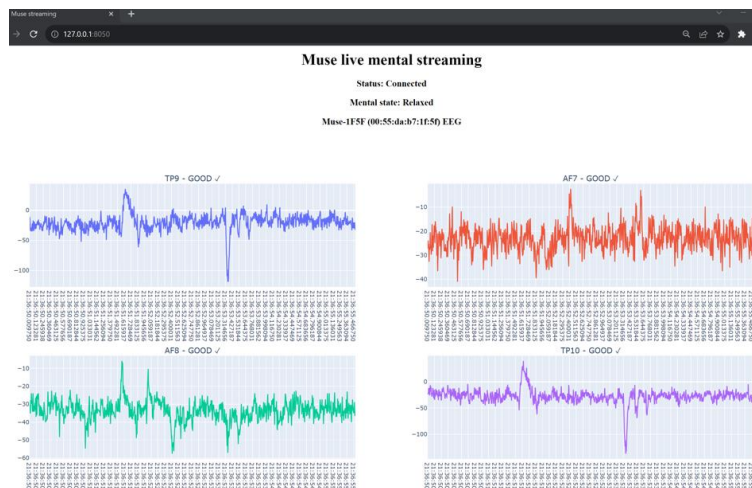


Fig. 3. Visualización de la actividad cerebral utilizando Muse™ [18] y MuseStudio [19][20].

La actividad cerebral del usuario llega a un ordenador a través de Bluetooth, donde las señales asociadas pueden tratarse y adecuarse en función de las necesidades requeridas. En este caso de estudio solo sería necesario saber si la persona que porta la diadema ha alcanzado un nivel esperado en su actividad de meditación o no lo ha hecho en función de las recomendaciones dadas.

El streamer, que a su vez es el monitor de meditación, puede ser consciente de los estados de meditación alcanzados por su audiencia y, en su caso, actuar como proceda respecto a cada uno de ellos (véase la Fig. 4). Además, las personas que realicen la actividad de meditación pueden socializar y participar haciendo preguntas antes o después de las actividades realizadas a través de las facilidades interactivas que permite una sesión de streaming en directo, como por ejemplo la compartición de comentarios o la realización de preguntas a través de un chat en vivo.

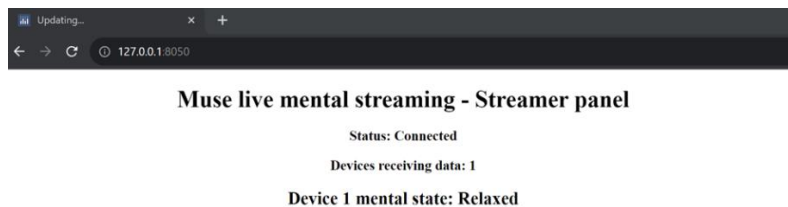


Fig. 4. Pantalla de visualización de la meditación por parte del streamer.

El esquema de funcionamiento descrito en esta sección es extrapolable a otros escenarios en los que haya una variedad adicional en los estados de ánimo o emociones que pueden presentar los espectadores. En el caso de estudio considerado solo habría tres estados: relajado, neutro o no relajado. La clave en la identificación del estado o nivel de relajación está en la fase de procesamiento recogida en la Fig. 2. En la actualidad disponemos de una librería MuseStudio [19] [20], que permite trabajar con los datos en bruto recogidos de la diadema Muse y reconocer si se ha alcanzado o no un estado de meditación utilizando técnicas de machine learning [21]. En la actualidad estamos considerando otra alternativa a dichas técnicas, recurriendo a deep learning para dar soporte a la identificación de los distintos estados considerados en este caso de estudio.

Con el caso de estudio descrito y su despliegue hemos contribuido a la respuesta de las preguntas de investigación dos y tres propuestas al comienzo del artículo. Se trata de un escenario que considera pocos estados de ánimo, pero ya estamos considerando situaciones y estados de ánimos relacionados con la alegría, la tristeza, la ira y el miedo. El reconocimiento de estos estados de ánimo está logrado un alto grado de efectividad y eficiencia.

5 Conclusiones

En este artículo se ha prestado especial atención al reto que supone la consideración de facilidades interactivas en el ámbito de la televisión digital interactiva. Las

posibilidades tecnológicas actuales nos permiten identificar mayores garantías de éxito en la consecución de este reto y de otros desafíos asociados.

Con la intención de contribuir a definir un marco organizado en el logro de este reto, en este artículo se propone considerar el término *moodability*. Esta nueva característica de calidad pone el foco en el estado de ánimo del usuario de la TDi y las posibilidades que tenemos para identificar e influir en él a través de un canal de comunicación basado en la televisión.

Por ahora, los resultados alcanzados con el caso de estudio utilizado en este artículo son limitados, ya que solo somos capaces de identificar y difundir el estado de ánimo del usuario, y solo hemos considerado la influencia de una manera inicial. En cualquier caso, los resultados son prometedores. Sin duda, para el éxito de las propuestas recogidas en este artículo falta todavía abordar actividades más ambiciosas, pero contamos con los apoyos necesarios para seguir avanzando.

En este artículo se han planteado tres preguntas de investigación. En la primera de ellas nos cuestionamos si las características de calidad identificadas y disponibles eran suficientes para considerar la influencia en el usuario en un contexto altamente interactivo. En este sentido identificamos carencias en las características de calidad disponibles en la literatura y proponemos el uso del término *moodability*.

En segundo lugar, hemos analizado las tecnologías disponibles en el marco de la TDi y hemos concluido que, desde un punto interactivo, la mejor situada es la relacionada con el streaming. En este contexto la consideración de la influencia en el usuario es factible y puede abordarse de una forma más ambiciosa que la interacción actualmente lograda en el marco de la TDi

Finalmente, un caso de estudio en el que el estado de ánimo está presente y el uso de electroencefalografía (EEG) se utiliza para su identificación ha sido desplegado y descrito. Con ello identificamos que es posible identificar y transmitir a distancia y de forma transparente el estado de ánimo de un usuario que está interactuando con un producto o servicio de la TDi.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto PID2022-140907OB-I00 financiado por el MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y también ha contado con una financiación parcial por parte de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha/ERDF (No. SBPLY/21/180501/000030) y por el proyecto 2022-GRIN-34436 respaldado por la Universidad de Castilla-La Mancha y por “ERDF: A way of making Europe”.

Referencias

1. Lekakos, G., Chorianopoulos, K., Doukidis, G.: Interactive Digital Television: Technologies and Applications. IGI Global (2007).
2. Digital TV Europe - Industry Survey 2023, https://digitaltveurope.tradepub.com/free/w_defa4270/prgm.cgi?a=1, last accessed 2023/09/21.
3. Gerbarg, D.: Television Goes Digital. Springer Science & Business Media (2008).

10

4. El uso del streaming aumenta un 21% en un año, <https://www.nielsen.com/es/insights/2022/streaming-usage-increases-21-in-a-year-to-now-account-for-nearly-one-third-of-total-tv-time/>, last accessed 2023/09/21
5. Digital TV Europe - Industry Survey 2023, https://digitaltveurope.tradepub.com/free/w_defa4270/prgm.cgi?a=1, last accessed 2023/09/21.
6. Fischer, W.: Broadcast over Internet, HbbTV, OTT, Streaming. In: Digital Video and Audio Broadcasting Technology. pp. 903–913. Springer International Publishing, Cham (2020).
7. Reimers, U.: Digital Video Broadcasting (DVB). Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2001).
8. Leong, K.Y., Ho, J.S.Y., Tehseen, S., Yafi, E., Cham, T.-H.: The intangible values of live streaming and their effect on audience engagement. *J. Mark. Anal.* (2023). <https://doi.org/10.1057/s41270-023-00247-1>.
9. Piccolo, L.S.G., Melo, A.M., Baranauskas, M.C.C.: Accessibility and interactive TV: Design recommendations for the Brazilian scenario. In: Lecture Notes in Computer Science. pp. 361–374. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2007).
10. Montero, F., López-Jaquero, V., González, P.: Accessibility: An open issue in the interactive digital television. In: Communications in Computer and Information Science. pp. 105–119. Springer International Publishing, Cham (2015).
11. Lee, H.J., Leem, C.S., Kim, S.: A study on the development of usability evaluation framework (focusing on digital TV). In: Computational Science and Its Applications - ICCSA 2006. pp. 716–725. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2006).
12. Bernhaupt, R., Pirker, M.: Evaluating user experience for interactive television: Towards the development of a domain-specific user experience questionnaire. In: Human-Computer Interaction – INTERACT 2013. pp. 642–659. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2013).
13. Paredes, N., Caicedo Bravo, E., Bacca, B.: Real-time emotion recognition through video conference and streaming. In: Communications in Computer and Information Science. pp. 39–52. Springer Nature Switzerland, Cham (2022).
14. Hyun, K.H., Kim, E.H., Kwak, Y.K.: Emotion recognition using voice based on emotion-sensitive frequency ranges. In: Autonomous Robots and Agents. pp. 217–223. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2007).
15. Ebdali Takaloo, L., Li, K.F., Takano, K.: An overview of emotion recognition from body movement. In: Complex, Intelligent and Software Intensive Systems. pp. 105–117. Springer International Publishing, Cham (2022).
16. Houssein, E.H., Hammad, A., Ali, A.A.: Human emotion recognition from EEG-based brain-computer interface using machine learning: a comprehensive review. *Neural Comput. Appl.* 34, 12527–12557 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07292-4>.
17. ISO/IEC 25010:2011, <https://www.iso.org/standard/35733.html>, last accessed 2023/09/21.
18. Muse: the brain sensing headband Store with Worldwide Shipping, <https://choosemuse.com/>, last accessed 2023/09/21.
19. Sánchez-Cifo, M.Á.; Montero, F.; López, M.T. MuseStudio (0.1.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4564083>
20. Sánchez-Cifo, M.Á.; Montero, F.; López, M.T. MuseStudio: Brain Activity Data Management Library for Low-Cost EEG Devices. *Appl. Sci.* 2021, 11, 7644. <https://doi.org/10.3390/app11167644>
21. Sánchez-Cifo, M.Á.; Montero, F.; López, M.T. A methodology for emotional intelligence testing in elderly people with low-cost EEG and PPG devices. *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.* 14(3): 2351–2367 (2023)

Transparência pública em dispositivos móveis: A avaliação baseada em heurísticas aplicada à análise de portais de transparência de capitais brasileiras

João Marcelo Alves Macêdo¹[0000-0002-6313-1759], Valdecir Becker¹[0000-0002-0639-3875], Felipe Melo¹[0000-0003-3930-5760], Daniel de Queiroz Cavalcanti¹[0000-0002-7875-7076], Signe Silva¹[0000-0003-4777-1892] and Edvaldo Rocha¹[https://orcid.org/0000-0002-9157-5728]

¹Laboratory of Interaction and Media, Informatics Center,
Federal University of Paraíba, João Pessoa - PB, Brazil
contato@lim.ci.ufpb.br

ABSTRACT

No Brasil, a transparência pública é complexa, apesar dos avanços, mas ainda tem um olhar distante da realidade da população, principalmente ao se olhar para a educação, o desenvolvimento e o acesso à informação. No mundo, esse debate tem sido transdisciplinar e, embora as pesquisas tenham abordado o perfil de transparência dos governos nacionais, subnacionais e locais, especialmente avaliando a transparência passiva e ativa nessas esferas de poder, ou buscando entender como os dados abertos são disponibilizados, tais estudos têm negligenciado questões de fundo. Assim, as pesquisas avaliam o que é divulgado, deixando à margem estudos sobre os meios de divulgação, sua usabilidade, questões de design, entre outros temas que são objeto de estudos de IHC. Este trabalho teve como objetivo analisar os sítios eletrônicos de transparência pública das capitais brasileiras, avaliando níveis de responsividade, acessibilidade e questões prementes nessa interação. Utilizou-se o acesso por dispositivos móveis e a avaliação baseada em heurísticas móveis. Para o presente caso, pretendeu-se analisar esses espaços de transparência pública visando ao cumprimento de exigências legais e à melhoria do relacionamento com a sociedade. Na pesquisa foi utilizado o método dedutivo, com características exploratórias. Os resultados mostram que alguns dos sites analisados necessitam de melhorias ou mesmo de reconstrução, embora alguns apresentem responsividade em estágio avançado. Conclui-se que a falta de responsividade para o dispositivo móvel prejudica a popularização do acesso à transparência pública, restringindo a busca de informações mais detalhadas por dispositivos desktop e incluindo barreiras à população que possui restrições aos mecanismos de acesso.

Keywords: Interação Humano Computador; Avaliação baseada em Heurísticas; Transparência Pública; Mobile.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o centro do debate sobre transparência esteve alicerçado no atendimento estritamente legalista, parte-se de um sistema code law, do qual decorre a busca pelo atendimento aos regulamentos e legislações. Assim, os gestores públicos se esforçam para divulgar informações básicas e padronizadas, sendo reativos, num segundo momento, fornecendo dados e informações, de interesse público, vinculadas aos órgãos e seu funcionamento. Dessa forma atendem à Lei Complementar

101/2000 [1] e posteriormente a 131/2009 [2] e mais recente a Lei 12.527/2011 [3], conhecida como Lei de Acesso à Informação, não sendo enquadrados por descumpri-las.

Para um maior desenvolvimento do debate, é necessário aprofundá-lo para incluir aspectos que não foram abordados, como: o que afeta o entendimento das informações disponíveis, quais as tipologias dessas informações, quais os dispositivos utilizados para o acesso às mesmas, se há efetividade nos meios de divulgação, qual o perfil dos usuários, entre outros aspectos. Os rumos do debate e da temática sobre Transparência tem sofrido influência das iniciativas da *Public Expenditure and Financial Accountability* (PEFA) e do *International Budget Partnership* (IBP). Respectivamente, a primeira é relativa à gestão das finanças dos governos, e a segunda transparência e participação com foco no processo orçamentário dos governos nacionais e dos subnacionais.

Por outro lado, Dias et al. (2020) [4] apresentam outra vertente pouco explorada que é a da existência de fragilização na construção, manutenção e atualização de sites oriundos de processos de terceirização. Para os autores, esses portais de transparência são fracos, com limitações em seu escopo, inclusive a demora na manutenção, prejudicando os níveis de transparência ativa e, conseqüentemente, a disponibilização de dados. Dias et al. (2020) [4] demonstram haver interferência da decisão política no nível de transparência dos governos, sendo identificados limitadores, por exemplo, a integração dos sistemas e o fluxo de informação contábil, orçamentária ou fiscal.

Assim, faz-se fundamental para o enriquecimento do debate, o olhar do PEFA buscando identificar instituições eficazes de gestão de finanças públicas (GFP), uma vez que estas têm um papel crítico a desempenhar no apoio à implementação de políticas de desenvolvimento nacional e redução da pobreza (PEFA, 2011) [5]. A análise relativo à abrangência e transparência, caracterizado como a verificação que o orçamento e a supervisão do risco fiscal são amplos e as informações fiscais e do orçamento são acessíveis ao público (PEFA, 2019) [6]. Verificando se a informação sobre a GFP é abrangente, consistente e acessível aos usuários.

A Transparência Internacional Brasil [TIBR] (2023) [7] divulgou recentemente o Índice de Transparência e Governança Pública (2023) nessa edição foi objetivada a análise dos Poderes subnacionais brasileiros, especificamente as Assembleias Legislativas de cada Estado e do Distrito Federal. A partir dessa análise é formado um ranking e atribuí notas entre 0 e 100 pontos, sendo sua avaliação objetiva que quanto maior for a nota, melhores serão os níveis de transparência daquele ente (TIBR, 2023). Os resultados preocupam por demonstrarem que apenas quatro das 27 (vinte e sete) estão ao nível bom, frente 12 em âmbito regular, oito em ruim e três em péssimo (TIBR, 2023).

A Controladoria Geral da União (CGU) apresentou a Escala Brasil Transparente — Avaliação 360°, é uma inovação na tradicional metodologia de avaliação da transparência pública adotada pela instituição, que tem em vista contemplar a transparência ativa e passiva, congregando as duas linhas de ações (CGU, 2021) [8]. Segundo a CGU (2021) [8] nesta avaliação abrange-se a transparência ativa, a partir da verificação da publicação de informações nas dimensões receitas e despesa, licitações e contratos, estrutura administrativa, servidores públicos, acompanhamento de obras públicas e entre outras. Espera-se que esse monitoramento da transparência pública auxilie na instrumentalização e no acompanhamento das ações implementadas no âmbito dos governos nacional, subnacionais e locais na promoção do acesso à informação (CGU, 2021) [8].

A relação entre os eleitores e os políticos, tem sido fortemente impactadas pelas tecnologias digitais, ampliando os canais de relacionamento e de interação (Barbosa et al., 2021) [9]. Essa cobrança resulta numa maior proximidade e uma pressão popular, apesar de muitas vezes não refletir o real público ou mesmo a base de atuação política. Apesar dessas relações, sabe-se que o e-gov foi impulsionado nos últimos anos, estando assim presente na mediação da relação entre os cidadãos e governo, fomentando debates sobre o impacto do design e da usabilidade no diálogo da população com a

gestão pública (Barbosa et al., 2021) [9]. A usabilidade se debruça na maneira como um sistema é utilizado, tendo o impacto das características do usuário, especialmente cognição, capacidade de agir e perceber respostas (Barbosa et al., 2021) [9].

Nesse contexto, muitas pesquisas na área de transparência tem negligenciado no debate os meios, exemplo o tipo de dispositivo e de conexão está disponível ao cidadão, notadamente no Brasil, o qual é um país de dimensões continentais e repleto de disparidades. O Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br) na pesquisa (2023) [10] que visa medir posse, uso, acesso e hábitos da população brasileira em relação às TIC apresentou que o celular (smartphone) é o principal meio de acesso à internet para 62% dos brasileiros. E quando se visa isolar os dados, revela que o uso da Internet apenas pelo telefone celular predomina entre as mulheres (64%), entre pretos (63%) e pardos (67%), e entre aqueles pertencentes às classes DE (84%), ressaltando a importância desse dispositivo no país.

O Cetic.br na pesquisa (2023) [10] apresenta ainda que 36 milhões de brasileiros não são usuários da rede e ao estratificar esses dados, verifica-se que esse grupo é maior entre habitantes de áreas urbanas (29 milhões); com grau de instrução até o Ensino Fundamental (29 milhões); pretos e pardos (21 milhões); das classes DE (19 milhões); e com 60 anos ou mais (18 milhões) (Cetic.br, 2023) [9]. São apontados como limitadores desse acesso, por aqueles que nunca acessaram a Internet, o desinteresse (35%) e a falta de habilidade com computador (26%), dados com o maior número de citações. Ao considerar somente a classe A, a “falta de interesse” salta para 90%, enquanto a “falta de habilidade” aumenta quando o recorte é realizado na faixa etária de 35 a 44 anos, passando para 45% (Cetic.br, 2023) [10].

Jácome Filho & Macêdo (2022) [11] debateram em seus estudos a responsividade de sítios eletrônicos de transparência pública na Paraíba em dispositivos móveis, em um estudo exploratório e inicial eles concluíram que a falta dessa compatibilidade prejudica a popularização do acesso às informações governamentais. Os autores encontraram ainda que essa limitação prejudica o acesso da população às informações públicas, resultando em fatores impeditivos da transparência, face à maioria da população acessar pelos celulares tais dados. Encontram-se outros estudos relacionando a Interação Humano Computador (IHC) e a usabilidade, especialmente na abordagem das Heurísticas de Nielsen, base que respalda o presente artigo.

Nesse contexto, o presente artigo norteou-se pela questão problema: estariam os sítios eletrônicos de transparência pública das capitais brasileiras com níveis aceitáveis de responsividade capazes de promover acesso amigável por meio de dispositivos móveis?

Utilizando-se da avaliação baseada em heurísticas para mobile, o caso atual, analisou esses espaços virtuais de transparência pública, objetivando entender se havia o cumprimento de demandas legais e um espaço capaz de promover a melhoria da relação com a sociedade. Nesta pesquisa se utilizou do método dedutivo, com características exploratórias, para o recorte que envolveu as 27 capitais brasileiras.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Heurísticas e avaliação de interfaces

Existem diferentes métodos para avaliar a qualidade de uso de um software. Os métodos visam examinar usabilidade, acessibilidade e experiência do usuário, fornecendo orientação para coletar e analisar dados. O avaliador decide qual método melhor se adapta aos requisitos de avaliação e recursos

disponíveis. Os métodos de avaliação de IHC podem ser classificados em métodos de investigação, observação do usuário e métodos de inspeção [9].

O método de inspeção visa prever determinadas experiências do usuário e projetar possíveis resultados dessa experiência, identificando falhas de design. Os métodos de observação permitem a análise de dados do usuário sobre situações realizadas em um sistema, identificando problemas reais que os usuários enfrentam durante sua experiência de uso. Por fim, os métodos de pesquisa incluem o contato direto com os usuários por meio de entrevistas, estudos de campo, aplicação de questionários, entre outros, proporcionando ao avaliador acesso às opiniões, expectativas e comportamento do usuário em relação ao sistema.

Os métodos de inspeção permitem que o avaliador examine (ou inspecione) uma solução para antecipar as possíveis consequências de certas decisões de projeto [9, 12]. Por não envolver usuários, este método visa identificar problemas que possam surgir durante a utilização do sistema. Ao examinar diferentes designs e compará-los, é possível encontrar falhas no design, e nas experiências, e sugerir soluções para melhorias no produto. Ao examinar uma interface, os avaliadores assumem o papel de um usuário com determinado perfil, com conhecimento e experiência em determinadas atividades, a fim de identificar problemas que o usuário possa ter ao interagir com o sistema e quais as formas de suporte disponíveis para ajudá-lo a superar esses problemas.

A avaliação heurística é uma técnica de inspeção de usabilidade que sugere ao avaliador navegar pela interface do sistema para pesquisar possíveis problemas, com base em um conjunto de heurísticas, como as propostas por Nielsen [13]. Este tipo de avaliação é eficaz para encontrar diferentes tipos de falhas de usabilidade, sendo uma alternativa de avaliação rápida e de baixo custo quando comparada a métodos empíricos [9].

Essa técnica de avaliação é útil tanto no desenvolvimento de sistemas quanto na avaliação de sistemas comerciais, visando sua evolução. No desenvolvimento de sistemas, a avaliação heurística pode ser aplicada em diferentes estágios, desde a prototipagem até o teste de versões finais de software antes do lançamento. Na avaliação de sistemas prontos para uso, ou comercialmente já em uso, o método visa o redesenho do sistema, com acréscimo de melhorias nas versões futuras.

As heurísticas propostas por Nielsen descrevem características desejáveis da interação e da interface. São compostas por 10 itens [9,13]:

1. Visibilidade e status do sistema — por meio de respostas às ações do usuário, o sistema deve manter o usuário informado sobre o que está acontecendo em um tempo razoável.
2. Conformidade do sistema com o mundo real — o sistema deve utilizar uma linguagem familiar ao usuário, evitando termos técnicos e específicos para desenvolvedores. Além disso, as convenções do mundo real devem ser atendidas, onde a aparência das informações deve seguir uma ordem natural e lógica, conforme esperado pelos usuários.
3. Controle e liberdade do usuário — o sistema deve oferecer uma saída de emergência de fácil identificação, permitindo que o usuário saia do estado indesejado sem maiores problemas.
4. Consistência e padrões — o sistema deve evitar que o usuário pense que diferentes ações ou situações significam o mesmo. Ou então, que um mesmo elemento tenha significados diferentes em situações distintas. As convenções de plataforma ou ambiente de computação devem ser seguidas.

5. Reconhecimento em vez de recuperação — o sistema deve minimizar a carga de memória do usuário tornando objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que se lembrar de informações de uma parte do diálogo para outra. As instruções de uso do sistema devem estar visíveis ou facilmente recuperáveis sempre que apropriado.
6. Flexibilidade e eficiência de uso — o sistema deve possibilitar a otimização da experiência de usuários mais experientes.
7. Estética e design minimalista — o sistema deve evitar o uso de informações irrelevantes ou desnecessárias na tela.
8. Prevenção de erros — o sistema deve prevenir a ocorrência de erros.
9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros — o sistema deve usar uma linguagem simples para expor os erros ocorridos e sugerir uma solução.
10. Ajuda e documentação — o sistema deve fornecer informações e instruções fáceis de pesquisar, focadas na tarefa do usuário, listar etapas concretas a serem executadas e não ser muito extensas.

A avaliação heurística é feita usualmente por um grupo de avaliadores, que navegam pelo sistema cotejando o design com as heurísticas. Ao final do processo, é gerado um relatório com a avaliação, onde os erros de design, ou heurísticas de violadas, são descritas, com um grau de severidade e a sugestão de melhorias [9,12,13,14].

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE] (2011) [15] promoveu um estudo que situou a evolução das soluções governamentais, apontando que o desenvolvimento dos serviços está ligado à explosão dos pontos de acesso *wireless* ou *wi-fi*, bem como à expansão do acesso aos *smartphones (mobile)*, ampliando a possibilidade de acesso aos serviços governamentais. Sabe-se que ao longo do desenvolvimento inicialmente do governo eletrônico (*e-government*) motivou o avanço do governo móvel (*m-government*), ou seja, são almejados acessos aos serviços por meio de aplicativos (*app's*) e não apenas do navegador web (*browser*), que seria uma aplicação genérica (OCDE, 2011) [15].

Nessa corrente, Machado Neto e Pimentel (2013) [16] evoluiu as heurísticas propostas inicialmente por Nielsen, adaptando para os dispositivos móveis, conforme descrito na Tabela 1, que respaldam a análise proposta nesse artigo visando aferir a transparência pública nesses dispositivos.

Tabela 1: Heurística para avaliar a usabilidade de interfaces de dispositivos móveis: segunda versão.

Código da Heurística	Descrição
HM1 - Uso do espaço da tela	A interface deve ser projetada de modo que os itens não fiquem nem muito distantes nem muito presos. Os espaços de margem podem não ser grandes em telas pequenas para melhorar a visibilidade das informações. Quanto mais relacionados forem os componentes, mais próximos eles devem aparecer na tela. As interfaces não devem ser sobrecarregadas com um grande número de itens.
HM2 - Consistência e padrões	O aplicativo deve manter os componentes no mesmo lugar e com a mesma aparência durante toda a interação, para facilitar o aprendizado e estimular a memória de curto prazo do usuário. Funcionalidades semelhantes devem ser executadas por interações semelhantes. A metáfora de cada componente ou recurso deve ser única em todo o aplicativo, para evitar mal-entendidos.
HM3 - Visibilidade e	Todas as informações devem estar visíveis e legíveis, tanto em retrato quanto em paisagem. Isso

fácil acesso a todas as informações	também se aplica à mídia, que deve ser totalmente exibida, a menos que o usuário opte por ocultá-la. Os elementos na tela devem estar adequadamente alinhados e contrastados.
HM4 - Adequação do componente à sua funcionalidade	O usuário deve saber exatamente quais informações deve inserir em um componente, sem ambiguidades ou dúvidas. As metáforas dos recursos devem ser compreendidas sem dificuldade.
HM5 - Adequação da mensagem à funcionalidade e ao usuário	O aplicativo deve falar o idioma do usuário de forma natural e não invasiva, para que o usuário não se sinta pressionado. As instruções para a execução das funcionalidades devem ser claras e objetivas
HM6 - Prevenção de erros e recuperação rápida para o último estado estável	O sistema deve ser capaz de prever uma situação que leve a um erro do usuário com base em alguma atividade já realizada pelo usuário [8]. Quando ocorre um erro, o aplicativo deve avisar rapidamente o usuário e retornar ao último estado estável do aplicativo. Nos casos em que o retorno ao último estado estável é difícil, o sistema deve transferir o controle para o usuário, para que ele decida o que fazer ou para onde ir.
HM7 - Facilidade de entrada	A forma como o usuário fornece os dados pode ser baseada em tecnologias de assistência, mas o aplicativo deve sempre exibir os dados de entrada com legibilidade, para que o usuário tenha controle total da situação. O usuário deve ser capaz de fornecer os dados necessários de forma prática.
HM8 - Facilidade de acesso a todas as funcionalidades	Os principais recursos do aplicativo devem ser facilmente encontrados pelo usuário, de preferência em uma única interação. As funcionalidades usadas com mais frequência podem ser executadas por meio de atalhos ou interações alternativas. Nenhuma funcionalidade deve ser difícil de encontrar na interface do aplicativo. Todos os componentes de entrada devem ser facilmente assimilados.
HM9 - <i>Feedback</i> imediato e observável	O <i>feedback</i> deve ser facilmente identificado e compreendido, para que o usuário esteja ciente do status do sistema. As atualizações locais na tela devem ser preferidas às globais, porque essas mantêm o status da interação. A interface deve dar ao usuário a opção de ocultar mensagens que aparecem repetidamente. As tarefas longas devem oferecer ao usuário uma maneira de realizar outras tarefas simultaneamente à tarefa que está sendo processada. O feedback deve ter um bom tom, ser positivo e não pode ser redundante ou óbvio.
HM10 - Ajuda e documentação	O aplicativo deve ter uma opção de ajuda em que sejam especificados os problemas comuns e as formas de resolvê-los. Os problemas considerados nessa opção devem ser fáceis de encontrar.
HM11 - Redução da carga de memória do usuário	O usuário não deve ter que lembrar informações de uma tela para outra para concluir uma tarefa. As informações da interface devem ser claras e suficientes para que o usuário conclua a tarefa atual.

Fonte: Machado Neto e Pimentel (2013) [15] baseado em Nielsen (1994); Williams (2005); Shneiderman e Plaisant (2009); Bertini, Gabrielli e Kimani (2006); Dix *et al* (2004); Moraveji e Soesanto (2012);

Assim, Machado Neto e Pimentel (2013) [15] defendem que as heurísticas propostas podem, para dispositivos móveis, ampliar a atuação dos conceitos propostos por Nielsen, superando problemas cosméticos e se adaptando com novos aspectos observados a partir de contribuições de outros autores, conforme relatado na construção da tabela 1. Nesse sentido, os autores em seus resultados sugerem que as heurísticas para mobile se adequam mais facilmente para avaliação de dispositivos móveis e que por eles serem o maior portal de acesso à internet deveriam compor tal avaliação.

2.1 Transparência Pública

No Brasil a transparência pública é baseada na Constituição Federal de 1988, vigente atualmente, conhecida por estimular a participação da população na formulação de políticas públicas, sendo comumente chamada de Constituição Cidadã. Esse papel de fomentar a transparência, inicialmente previsto no artigo 5º, inciso XXXIII, por meio do Princípio da Publicidade, garante que todo cidadão

poderá obter informações de seu interesse, ressalvadas informações cujo sigilo é imprescindível à segurança da sociedade e do Estado (BRASIL, 1988) [17].

Apesar de ter respaldo na Constituição Federal, duas outras legislações complementares reforçam o arcabouço legal que dá suporte a essas iniciativas, são elas a Lei Complementar 131/2009 [2] (Lei da Transparência) e a Lei n. 12.527/2011 [3] Lei de Acesso à Informação (LAI). A primeira alteração na redação original da Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) refere-se à transparência da gestão fiscal. Dessa forma, o novo texto apresenta inovações e determina a disponibilização de dados detalhados sobre a execução orçamentária e financeira da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Já a segunda, garante que o cidadão poderá requerer informações da administração pública, sendo que a regra é a transparência e o sigilo deverá ser a exceção.

Machado, Nalini e Machado (2022) [18] em seus estudos promoveram a avaliação do impacto da LAI no comportamento dos agentes públicos fiscalizadores, utilizando para tal análise a lente conceitual da análise do comportamento. Dessa forma, constatou-se uma alteração no comportamento dos profissionais do Tribunal de Contas dos Municípios do Estado de Goiás no Brasil, uma vez que foi demonstrado que, após a vigência da lei, houve uma diminuição no número de processos, mas as punições foram maiores, tanto em termos de multas quanto de imputações de débitos [18]. Por fim, conclui-se que a LAI impactou o comportamento dos agentes públicos fiscalizadores quanto à imputação de sanções, não refutando, portanto, a hipótese da pesquisa [18].

Por outro lado, faz-se necessário avaliar se o que é disponibilizado tem Qualidade, Utilidade e Suficiência, nessa busca, Baldissera *et al.* (2019) [19] avaliou esses quesitos pela percepção dos membros de organizações não governamentais/sem fins lucrativos de transparência pública. Dessa forma, os membros do Observatório Social do Brasil (OSB) têm consciência de que a qualidade das informações não atende aos objetivos da Lei de Acesso à Informação e de que as informações disponíveis nos meios de transparência pública não são suficientes para exercer o controle social, apesar de acreditarem que as ferramentas de transparência pública têm sido úteis para reforçar o controle social.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa utilizou a estratégia experimental, a partir do método indutivo, com contornos exploratórios e estratégia de *survey* para mobile dada sua representatividade. Fez-se tais escolhas, uma vez que, os participantes foram motivados ao final de suas avaliações a responderem um questionário que se apreende dele constatações sobre a amplitude da transparência e o impacto dos veículos promotores dela.

Para execução da avaliação baseada nas heurísticas, partiu-se dos constructos teóricos de Machado Neto e Pimentel (2013) [15] baseado em Nielsen (1994); Williams (2005); Shneiderman e Plaisant (2009); Bertini, Gabrielli e Kimani (2006); Dix et al (2004); Moraveji e Soesanto (2012). Avaliação de interfaces contemplou os dispositivos móveis com emprego da estratégia baseada em heurísticas nos 27 (vinte e sete) governos locais das capitais brasileiras e do distrito federal.

A análise dos resultados foi pela estratégia de análise da responsividade e assim, procedeu-se a descrição dos achados em tabelas e classificando-as como responsivo, responsivo em parte e não responsivo.

4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

No que se refere às análises, a partir do olhar técnico acerca dos sítios de transparência, promovendo uma análise do site por meio da ferramenta web, assim se teve um escopo de 27 (vinte e sete) observações que promove um survey em toda a população investigada.

Tabela 2: Heurística para avaliar a usabilidade de interfaces de dispositivos móveis: segunda versão.

Capitais	Siglas dos Estados	Regiões	Diagnóstico Geral do SITE	Frequência na Região	Frequência no Brasil
Brasília*	DF	Centro-Oeste	Responsivo com Versão Mobile	25,00%	3,70%
Goiânia	GO	Centro-Oeste	Responsivo em parte	25,00%	3,70%
Cuiabá	MT	Centro-Oeste	Responsivo em parte	25,00%	3,70%
Campo Grande	MS	Centro-Oeste	Responsivo em parte	25,00%	3,70%
Maceió	AL	Nordeste	Não responsivo, distorce ao virar a tela	11,11%	3,70%
Salvador	BA	Nordeste	Não responsivo, distorce ao virar a tela	11,11%	3,70%
João Pessoa	PB	Nordeste	Responsivo	11,11%	3,70%
Fortaleza	CE	Nordeste	Responsivo em parte	11,11%	3,70%
Recife	PE	Nordeste	Responsivo em parte	11,11%	3,70%
Teresina	PI	Nordeste	Responsivo em parte	11,11%	3,70%
Natal	RN	Nordeste	Responsivo em parte	11,11%	3,70%
Aracaju	SE	Nordeste	Responsivo em parte	11,11%	3,70%
São Luís	MA	Nordeste	Responsivo em parte – na horizontal	11,11%	3,70%
Rio Branco	AC	Norte	Não responsivo distorce ao virar a tela	14,29%	3,70%
Macapá	AP	Norte	Não responsivo, distorce ao virar a tela	14,29%	3,70%
Manaus	AM	Norte	Não responsivo, distorce ao virar a tela	14,29%	3,70%
Porto Velho	RO	Norte	Responsivo	14,29%	3,70%
Belém	PA	Norte	Responsivo em parte	14,29%	3,70%
Boa Vista	RR	Norte	Responsivo em parte	14,29%	3,70%
Palmas	TO	Norte	Responsivo em parte	14,29%	3,70%
Vitória	ES	Sudeste	Responsivo em parte	25,00%	3,70%
Belo Horizonte	MG	Sudeste	Responsivo em parte	25,00%	3,70%
Rio de Janeiro	RJ	Sudeste	Responsivo em parte	25,00%	3,70%
São Paulo	SP	Sudeste	Responsivo em parte, distorce ao virar a tela	25,00%	3,70%
Porto Alegre	RS	Sul	Não responsivo, distorce ao virar a tela	33,33%	3,70%
Curitiba	PR	Sul	Responsivo em parte	33,33%	3,70%
Florianópolis	SC	Sul	Responsivo em parte	33,33%	3,70%

Fonte: A partir dos dados da pesquisa (2023)

Percebe-se com os dados da Tabela 2, que no geral os sites governamentais das capitais e do distrito federal são responsivos em parte. Essa responsividade parcial, denota o não atendimento aos critérios das heurísticas de avaliação, conforme prevê a base teórica. Assim, procede-se a avaliação por região, onde são encontrados na região centro-oeste, com três capitais e o distrito federal, que respectivamente as capitais são responsivas em parte, remontando 75% da região e o distrito federal sendo responsivo e dispondo inclusive de uma versão Mobile.

Ao analisar a região nordeste brasileiro, se apreende que 22,22% não são responsivos, 11,11% são responsivos e 66,67% são responsivos em parte. Registra-se ainda que os não responsivos distorcem ao virar a tela para horizontal e dos responsivos em parte, um também apresenta um erro na horizontal. Presume-se que esse recurso de alternar entre a versão vertical e a versão horizontal, seja bastante utilizado, pois ele promove um aumento da tela e facilitam a leitura dos dados apresentados pelo ente governamental.

Quando a análise é da região norte, os dados preocupam um pouco, por haver um aumento dos não responsivos e dos responsivos em parte, chegando aos 42,86% para os dois tipos e apenas um é

responsivo. Dessa forma, percebe-se a necessidade de um avanço na região frente aos estudos de transparência.

Já no sudeste todos são responsivos em parte, não aparecendo nenhuma capital como responsiva. Por fim, na região sul, tem-se um não responsivo e dois responsivos em parte, o que remonta 66,67%. Procedeu-se ainda a avaliação considerando toda a população. Então, primeiramente 22,22% foram considerados “Não responsivo, distorce ao virar a tela”, 11,11% responsivos, sendo que destes um teve a versão em mobile, o que promoveu uma melhor responsividade. Por outro lado, 66,67% são responsivos em parte, assim, fecha-se a análise da população estudada.

5 CONCLUSÃO

Os resultados denotam que alguns dos sítios eletrônicos analisados requerem melhorias ou mesmo a reconstrução, apesar de alguns terem a responsividade em estágio avançado. Conclui-se que a falta de responsividade com o dispositivo móvel tem prejudicado a popularização do acesso à transparência pública, restringindo a busca de informações mais detalhadas pelos dispositivos tipo *desktop* e incluindo barreiras à população que tem restrições nos mecanismos de acesso.

Os resultados demonstram uma evolução em relação aos apresentados por Jácome Filho & Macêdo [11], especialmente no que diz respeito à cobertura dos governos locais, os braços estatais que estão mais próximos da população, atendendo às primeiras necessidades. Dessa forma, é possível notar que a maioria dos sites é responsável, o que gera acesso e torna possível a transparência pública. Assemelha-se aos resultados de Macêdo, Becker & de Sá (2023) que encontraram a falta dessa compatibilidade tem dificultado a popularização do acesso, principalmente por limitar a população que tem restrições aos mecanismos de acesso, utilizando especialmente dispositivos móveis.

Como limitações aponta-se a subjetividade da avaliação heurística e a quantidade da amostra. Sugere-se a ampliação para cidades acima de 500 mil habitantes, o que amplia a população do estudo.

REFERENCIAS

[1] COMPLEMENTARY LAW NO. 101, OF MAY 4, 2000 Establishes norms of public finances focused on responsibility in fiscal management and other provisions. Homepage, https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp101.htm, last accessed 2023/05/21.

[2] COMPLEMENTARY LAW NO. 131, OF MAY 27TH, 2009. Adds provisions to the Complementary Law no. 101, of May 4, 2000, which establishes public finance norms aimed at fiscal management responsibility and other provisions, in order to determine the availability, in real time, of detailed information about the budgetary and financial execution of the Union, the States, the Federal District, and the Municipalities. Homepage, https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp131.htm, last accessed 2023/05/21.

[3] LAW NO. 12.527, OF NOVEMBER 18, 2011. Regulates the access to information provided for in item XXXIII of art. 5, in item II of § 3 of art. 37 and in § 2 of art. 216 of the Federal Constitution; amends Law No. 8112 of December 11, 1990; revokes Law No. 111 of May 5, 2005, and provisions of Law No. 8159 of January 8, 1991; and makes other provisions. Homepage, https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm, last accessed 2023/05/21.

- [4] Dias, L. N. da S., Aquino, A. C. B. de, Silva, P. B. da, & Albuquerque, F. dos S. (2020). Outsourcing of fiscal transparency portals by municipalities. *Journal of Accounting and Organizations*, 14, e164383. <https://doi.org/10.11606/issn.1982-6486.rco.2020.164383> , last accessed 2023/04/20.
- [5] Public Expenditure and Financial Accountability (PEFA). 2011 Public Finance Management - Performance Assessment Framework. Homepage https://www.pefa.org/sites/pefa/files/resources/downloads/PMF%20Portuguese_HGRFinal.pdf last accessed 2023/04/20.
- [6] Public Expenditure and Financial Accountability (PEFA). 2019 Global Report on Public Financial Management. Homepage https://www.pefa.org/sites/pefa/files/resources/downloads/2020002207PORpor002_Main%20text.pdf last accessed 2023/04/20.
- [7] Transparência Internacional Brasil [TIBR]. 2023 Índice de Transparência e Governança Pública. Homepage <https://indice.transparenciainternacional.org.br/> last accessed 2023/05/21. 5
- [8] Controladoria-Geral da União (CGU). Avaliações independentes EBT - Avaliação 360° - 2ª Edição. 2021 Homepage https://mbt.cgu.gov.br/publico/avaliacao/escala_brasil_transparente/66 last accessed 2023/04/20.
- [9] Barbosa, S. D. J., Silva, B. D., Silveira, M. S., Gasparini, I., Darin, T., & Barbosa, G. D. J. (2021). Interação humano-computador e experiência do usuário. Auto publicação.
- [10] Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br). Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros – TIC Domicílios 2022. Homepage https://cetic.br/media/analises/tic_domicilios_2022_coletiva_imprensa.pdf last accessed 2023/05/20.
- [11] Jácome Filho, E. de A., Macêdo, J. M. A.: Analysis of Responsiveness and Usability in Websites Serving Public Transparency in a Mobile Environment: Case Study in the State of Paraíba Through Heuristic Evaluation. In *Human-Computer Interaction. User Experience and Behavior: Thematic Area, HCI 2022, Held as Part of the 24th HCI International Conference, HCII 2022, Virtual Event, June 26–July 1, 2022, Proceedings, Part III* (pp. 106-127). Cham: Springer International Publishing. Homepage https://doi.org/10.1007/978-3-031-05412-9_8 last accessed 2023/02/11
- [12] Preece, J., Sharp, H., & Rogers, Y. (2015). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons.
- [13] Nielsen, J. (1994, April). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 413-414).
- [14] Nielsen, J. (1995). Severity ratings for usability problems. *Papers and Essays*, 54, 1-2.
- [15] Organisation for Economic Co-operation and Development. *M-government: mobile technologies for responsive governments and connected societies*. Paris:OECD Publishing, 2011
- [16] Machado Neto, O., & Pimentel, M. D. G. (2013, November). Heuristics for the assessment of interfaces of mobile devices. In *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web* (pp. 93-96). recuperado de <https://doi.org/10.1145/2526188.2526237>
- [17] BRASIL. (1988) Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Homepage: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. last accessed 29 abril. 2023

- [18] Machado, L. de S.; Nalini, L. E. G.; & Machado, M. R. R. (2022) Freedom of Information Act and Behavior of Auditing Agents. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, jan/abr. Homepage: https://doi.org/10.21446/scg_ufrj.v0i0.42410 last accessed 2022/11/21.
- [19] Baldissera, J. F.; Walter, S. A.; Fiirst, C.; Asta, D. D. (2019) The Perception of Social Observatories on the Quality, Utility and Sufficiency of Public Transparency of Brazilian Municipalities. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, jan./abr., 2019 Homepage: https://doi.org/10.21446/scg_ufrj.v0i0.18404 last accessed 2022/11/21.
- [20] Macêdo, J. M. A., Becker, V., & de Sá, F. M. F. (2023, July). Heuristic-Based Evaluation of Transparency Websites of the Municipal Governments Viewed on Web and Mobile Browsers. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 434-454). Cham: Springer Nature Switzerland. Homepage: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35599-8_29

Health and Socialization through Interactive TV |



Experiencia con adultos mayores en el uso de la TVDi para ejercicios y rehabilitación en casa

María Magdalena Rosado¹⁻²[0000-0003-2519-4780], María José Abásolo¹[0000-0003-4441-3264], Telmo Silva³[0000-0001-9383-7659], Stalin Jurado²[0000-0002-1163-1030], José Antonio Valle Flores²[0000-0002-9173-9526], Sheyla Villacres²[0000-0003-2306-8385]

¹Facultad de Informática Universidad Nacional de la Plata (UNLP), Argentina, ²Facultad de Ciencias Médicas Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, ³Universidad de Aveiro, Portugal

maria.rosadoa@info.unlp.edu.ar, mjabasolo@lidi.info.unlp.edu.ar, tsilva@ua.pt, Stalin.jurado@cu.ucsg.edu.ec, jose.valle@cu.ucsg.edu.ec, sheyla.villacres@cu.ucsg.edu.ec

Resumen. La población geriátrica a nivel mundial está experimentando un rápido crecimiento, acompañado de un aumento en enfermedades crónicas y discapacidades. La rehabilitación desempeña un papel esencial para preservar y restablecer la independencia y la calidad de vida en esta población. La tecnología, y en particular la por medio de la Televisión Digital Interactiva (TVDi), se muestra como un aliado crucial en este contexto. En este artículo, se presenta un estudio piloto que examina los efectos de sesiones de entrenamiento físico llevadas a cabo por adultos mayores, por medio de videos con ejercicios físicos utilizando Plex como plataforma de streaming. Se evaluaron el equilibrio y la marcha mediante el Test de Tinetti y Times Up and Go, así como la respuesta emocional de los participantes mediante el SAM, antes y después de la intervención. Los resultados del estudio indicaron que el uso de la plataforma tuvo impactos positivos en la función física, el estado de ánimo y la calidad de vida de los participantes, experimentando mejoras significativas en su flexibilidad, fuerza muscular, equilibrio y marcha.

Palabras claves: Plex – Smart TV - Ejercicios – Evaluación Geriátrica- Calidad de Vida

1 Introducción

Tanto en los países emergentes como en los países en desarrollo, la población de edad avanzada ha experimentado un rápido aumento en el último siglo. Este fenómeno plantea desafíos significativos, ya que podría dificultar el acceso a los beneficios y aumentar los costos de atención médica, evidenciando que el sistema de salud actualmente no está adecuadamente preparado para hacer frente a este cambio demográfico [1,2]. La tecnología en salud constituye una importante herramienta orientada a las diversas condicionalidades y demandas inherentes al

proceso de envejecimiento, pudiendo proporcionar mejora en la condición de salud y autoestima de los ancianos [3]. En la práctica, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que predominan en el cuidado de la salud son las aplicaciones móviles y los servicios web, además del uso frecuente de sensores específicos diseñados para monitorear o controlar a los adultos mayores [4]. Esta realidad nos anima a buscar soluciones innovadoras que aprovechen los avances tecnológicos en las TIC para continuar mejorando la calidad de vida de las poblaciones envejecidas.

El impacto de las enfermedades crónicas en el estado funcional conlleva deficiencias en los órganos del cuerpo, la estructura ósea y la masa muscular [5,6]. A medida que las personas envejecen, experimentan un debilitamiento progresivo y una pérdida de fuerza si no mantienen una rutina de ejercicio adecuada. Es por ello por lo que la actividad física es fundamental para mantener un estilo de vida saludable y ejerce una influencia significativa en la salud y el bienestar general [6,7].

Uno de los desafíos actuales radica en la precisa categorización de las actividades físicas de las personas mayores, especialmente en lo que respecta a la prevención de caídas y la prestación de asistencia oportuna cuando es necesaria [8]. Además, no siempre se puede garantizar la disponibilidad suficiente de fisioterapeutas para atender las necesidades de todas las personas mayores en una región determinada [6]. Sin embargo, proporcionar acceso a un fisioterapeuta en cada sesión de rehabilitación se traduce en una carga financiera significativa para los pacientes [9]. Con frecuencia, los pacientes enfrentan desafíos relacionados con el transporte para acudir a las clínicas o centros de rehabilitación, lo que se agrava por sus limitaciones funcionales. Este es un problema común entre aquellos que residen en áreas remotas, además, concertar una cita con un fisioterapeuta puede conllevar costos adicionales [10].

Los programas de ejercicios que se pueden realizar en el hogar representan una herramienta valiosa para reducir la fragilidad y el riesgo de caídas en adultos mayores, así como para mejorar su estado físico, que les permiten mantenerse activos y saludables, lo que a su vez, les otorga la capacidad de vivir de forma independiente y mejora su calidad de vida [11,12,13].

La búsqueda de soluciones innovadoras para la rehabilitación en el hogar responde a la necesidad de la población adulto mayor, especialmente cuando la atención presencial es limitada o inaccesible para algunos casos. Para abordar esta situación, se ha desarrollado una propuesta que consiste en una plataforma de streaming personalizada para televisores inteligentes, lo que permite realizar ejercicios desde la comodidad del hogar, los cuales son evaluados y seguidos por fisioterapeutas [14]. Se presentan los resultados de un grupo de adultos mayores que siguieron el plan de entrenamiento físico a través de prácticas guiadas por videos, además se incluyen evaluaciones del equilibrio y la marcha, así como la respuesta emocional de los participantes, antes y después de la intervención.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: la sección 2 describe brevemente los videos y la interfaz Plex; la sección 3 describe la metodología de la experiencia realizada; la sección 4 presenta los resultados experimentales; y finalmente, se presentan conclusiones en la sección 5.

2 Videos de ejercicios e Interfaz

El programa de intervención consiste en 27 videos de ejercicios distribuidos en 9 videos por tipo de riesgo de caída (bajo, medio y elevado), con formato mp4 con una resolución de 1920 x 1080 píxeles y utilizando el códec de vídeo mpeg-4. Para optimizar la comprensión y el aprendizaje, se crearon guiones instructivos para los videos, priorizando la claridad y efectividad de las instrucciones.

Para el estudio, se utilizó una plataforma de streaming llamada Plex instalada en un televisor Riviera de 32 pulgadas modelo RLED-DSG32HIK5600 con tecnología Android y se llevaron a cabo pruebas de configuración de la aplicación en colaboración con el área de soporte informático de la facultad; estas pruebas se efectuaron en diversos casos y escenarios para asegurar que el acceso a la librería de ejercicios adaptados y personalizados para cada adulto mayor, según el diagnóstico de la evaluación funcional, fuera adecuado y que los videos almacenados en el servidor NAS fueran accesibles [15].

3 Metodología

Se realizó un estudio cuasiexperimental, bajo un diseño longitudinal, con una muestra de dieciséis adultos mayores que asistieron al laboratorio de Biomecánica de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil- Ecuador, en rangos de edad de 65 a 84 años con posibles trastornos de movilidad que firmaron el consentimiento informado. Entre los criterios de inclusión están: adultos mayores a partir de 65 años, de género masculino y femenino, de cualquier estado civil, que puedan caminar solos y sean independientes, que acaten órdenes sencillas y que no presenten enfermedades cognitivas graves. Se excluyeron a adultos mayores que tengan lesiones auditivas/visuales que les impida interactuar con el televisor inteligente, negligencia hemiespacial y ataxia, o lesiones traumáticas no resueltas, como fracturas y alteraciones de memoria comprensiva.

Para cada participante, se realizó una evaluación inicial que incluía la medición del equilibrio y la marcha, utilizando pruebas como el Test de Tinetti y Times Up and Go, para determinar su riesgo de caída y personalizar su plan de entrenamiento. Además, se evaluó la respuesta emocional de los participantes mediante el Self-Assessment Manikin (SAM).

Para que los ejercicios fueran efectivos en reducir el riesgo de lesiones, mejorar la fuerza, la resistencia muscular, la coordinación y la estabilidad en adultos mayores, se siguió un protocolo de ejercicios de 30 minutos durante 15 sesiones, 2 veces por semana, basado en una revisión de artículos científicos [16,17].

Durante las sesiones de trabajo, los usuarios realizan las siguientes acciones: a) Encender el televisor, b) Abrir la aplicación Plex, c) Seleccionar y reproducir cada uno de los 9 videos, d) Realizar actividades por cada video, e) Cerrar la aplicación Plex.

Durante el desarrollo de los ejercicios, los adultos mayores fueron asistidos por un fisioterapeuta que les proporcionó correcciones posturales y retroalimentación

en caso de ser necesario si estos no siguen correctamente las instrucciones del video.

La Fig. 1 muestra un escenario de prueba con un usuario sentado frente al televisor, interactuando con la aplicación Plex utilizando el control remoto, seleccionando los videos de ejercicios.

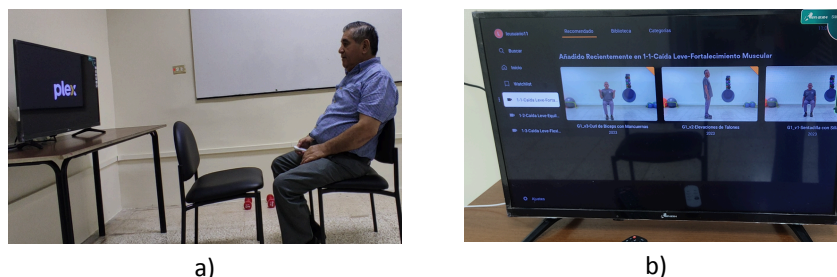


Fig. 1. Plataforma multimedia personalizada para televisores inteligentes: a) Usuario interactuando con la aplicación Plex mediante el control remoto b) Interfaz para seleccionar los videos de ejercicios

4 Resultados experimentales

En el estudio, se aplicaron técnicas estadísticas no paramétricas para analizar datos que provienen de muestras pequeñas [18], utilizando el software SPSS v22. Se emplearon dos pruebas: la prueba de Wilcoxon y la prueba de Friedman. La prueba de Wilcoxon se utilizó para comparar los resultados antes y después de una intervención, enfocándose en las variables de equilibrio y marcha. Esta prueba es adecuada para comparar dos variables relacionadas en casos donde los datos no siguen una distribución normal [19]. Por otro lado, la prueba de Friedman se aplicó para evaluar los resultados del test SAM, tomados en tres momentos distintos: al inicio, a la mitad y al final de la intervención. Esta prueba permite comparar tres o más variables relacionadas para determinar si comparten la misma distribución continua de origen [20]. En ambas pruebas estadísticas se obtuvo un nivel de significancia de 0,05.

Los 16 adultos mayores independientes evaluados de ambos sexos presentaron una edad promedio de $73,2 \pm 4,45$ años, altura de $1,57 \pm 0,112$ m y peso de $70,73 \pm 13,67$ kg.

Al evaluar el riesgo de caídas antes y después de la intervención, se puede concluir que los adultos mayores presentaron una mejora significativa en su equilibrio y marcha, evidenciado en la disminución del riesgo de caída, según la “escala de Tinetti”. Así antes de la intervención, el 44% de los adultos mayores presentaba un riesgo bajo de caída, mientras que un 19% tenía riesgo medio y el 38% riesgo elevado de caída. Sin embargo, después de la intervención, se observó un progreso en el estado de los adultos mayores. El 6% aún tenía un riesgo elevado de caída, el 38% alcanzó a reducir su riesgo a un nivel menor de caída y un 56% alcanzaron un riesgo bajo de caída (Tabla 1).

En cuanto el riesgo de caídas a través de la prueba “Times up and Go”, el 57% (9 adultos mayores) presentaban un riesgo de caída medio y elevado al inicio del estudio. De los 2 adultos mayores que tenían un riesgo medio de caída, 1 de ellos presentó una reducción en su riesgo, pasando a un riesgo leve, mientras que el otro mantuvo su riesgo de caída. De los 7 adultos mayores que tuvieron riesgo elevado de caída, 5 de ellos presentaron una mejoría significativa al pasar a riesgo medio de caída, mientras que las otras 2 personas continuaron con riesgo elevado. Ahora, el 44% (7 adultos mayores) presentaban al inicio un riesgo bajo de caída y todos ellos mantuvieron ese riesgo de caída tras la intervención (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la Escala de Tinetti y Times Up and Go antes y después de la intervención

Variables	Test Inicial Tinetti	Test Final Tinetti	Test Inicial Get Up And Go	Test Final Get Up And Go
Riesgo Bajo de caída	7[44]	9[56]	7[44]	8[50]
Riesgo Medio de caída	3[19]	6[38]	2[13]	6[38]
Riesgo Elevado de caída	6[38]	1[6]	7[44]	2[13]

El programa de ejercicios demostró claramente sus beneficios clínicos, mejorando significativamente el riesgo de caídas, y esto está respaldado por resultados estadísticos de la prueba de Wilcoxon. Se encontraron diferencias altamente significativas entre las mediciones pre y postintervención tanto para la escala de Tinetti ($p < 0,01$) como para el test Times Up and Go ($p < 0,05$) (Tabla 2).

Tabla 2. Prueba de Wilcoxon para Escala de Tinetti, Times Up and Go

	Total Test Tinetti	Total Times Up and Go
Sig. asintótica (bilateral)	< ,001	0,005

Para evaluar las emociones de los 16 adultos mayores que realizaron ejercicios con videos usando Plex en un televisor inteligente. Se utilizó el SAM, una herramienta que mide tres dimensiones emocionales (agrado, activación y control). Este instrumento consta de tres grupos de pictogramas con figura humanoide, uno para cada dimensión de la emoción y cada grupo consta de 5 dibujos y cuatro espacios entre ellos, lo cual permite al sujeto moverse en un rango de 9 puntos por dimensión [21]. Se dieron instrucciones a los participantes explicando el objetivo y la manera de evaluar las figuras en el SAM siguiendo estrictamente un protocolo [22].

Para determinar si hubo diferencias significativas en los tres momentos distintos de la intervención (inicio, mitad y final) de las tres dimensiones emocionales (agrado, activación, control) de los adultos mayores durante el transcurso de la intervención, se aplicó la prueba de Friedman (Tabla 3). En el

estímulo “agrado”, no se observaron diferencias significativas como para poder concluir que hubo un cambio en la dirección esperada, esto se debe a que el valor de $p(0.092) > 0,05$. Por lo tanto, no encontramos evidencia suficiente para sugerir que las respuestas emocionales cambiaron significativamente durante el transcurso de la intervención. Por otro lado, para el estímulo “activación”, los adultos mayores experimentaron cambios significativos a lo largo de la intervención. Esto es evidente a partir del valor $p(0,046) < 0,05$, lo que indica que las respuestas de activación emocional mostraron diferencias significativas a medida que continuó la intervención y finalmente, en el estímulo “control”, los adultos mayores se sintieron más seguros y capaces de controlar sus emociones a medida que avanzaba la intervención. Esto se confirma ya que el valor de $p(0,005) < 0,05$, lo que indica que las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

Tabla 3. Prueba de Friedman para las respuestas emocionales del Self-Assessment Manikin

	Chi cuadrado	gl	Sig. asintótica
Estímulo Agrado	4,76	2	0,092
Estímulo Activación	6,17	2	0,046
Estímulo Control	10,7	2	0,005

5 Conclusiones

Se presentó una experiencia con adultos mayores que participaron en un plan de entrenamiento físico a través de prácticas guiadas por videos. Esta modalidad de ejercitación, realizada a través de plataformas de streaming, permite a las personas continuar su rehabilitación desde la comodidad de su hogar. Las sesiones de entrenamiento estuvieron enfocadas en mejorar aspectos clave como la fuerza, la resistencia muscular, la coordinación y la estabilidad. Durante el estudio, se trabajó con 16 adultos mayores que realizaron 15 sesiones de entrenamiento, con una frecuencia de dos veces por semana y una duración de 30 minutos cada una. Los resultados del estudio concluyen que el uso de videos como plan de tratamiento es efectivo para reducir el riesgo de caídas, especialmente cuando esta práctica se combina con la supervisión directa de un fisioterapeuta. Esta combinación proporciona una experiencia interactiva que satisface tanto las necesidades visuales como físicas de los participantes. A medida que avanzaba la intervención, se observaron cambios significativos en las dimensiones emocionales de "activación" y "control", mientras que la dimensión de "agrado" no mostró cambios significativos.

Para próximos estudios se propone realizar una evaluación integral de los efectos de los programas de entrenamiento personal sobre el aumento de la masa corporal magra, para comprender mejor los efectos actuales de estas intervenciones sobre la composición corporal y la salud general.

Bibliografía

- 1 Sivakumar, M., Iswarya, E., Malusha, k., y Priyadharshini, TY, «Computer Vision Based Wellness Analysis of Geriatrics», presentado en Quinta Conferencia Internacional sobre Electrónica, Comunicaciones y Tecnología Aeroespacial (ICECA), Coimbatore, India (2021). <https://doi.org/10.1109/ICECA52323.2021.9675948>.
- 2 Fahim, M., Sharma, V., Hunter, R. y Duong, TQ, «Healthy Aging: A Deep Meta-Class Sequence Model to Integrate Intelligence in Digital Twin», IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine. 11, pp. 330-340.
- 3 Mesquita Araujo SN, Fortes Santiago R, Santos Barbosa CN, Fortes Figueiredo M do L, Leite Rangel Andrade EM, Sampaio Nery I. Tecnologias voltadas para o cuidado ao idoso em serviços de saúde: uma revisão integrativa. *Enferm Glob.*16(2), pp.562 (2017)
- 4 Rosado M., Abásolo M.J., Silva T. ICT Oriented to the Elderly and Their Active Aging: A Systematic Review. In: Abásolo M., Kulesza R., Pina Amargós J. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI 2019. Communications in Computer and Information Science. 1202, pp. 134–155 (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-56574-9_9
- 5 Durán, A., Valderrama, L., Uribe, A. F., González, A., & Molina, J. M., «Enfermedad crónica en adultos mayores», *Universitas Médica.*51(1), pp.16-28 (2010)
- 6 Ahmed. R., Abdullah. E y Jamal. L, «STPT: Spatio-Temporal Polychromatic Trajectory Based Elderly Exercise Evaluation System», IEEE Access. 11, pp.37958-37975 (2023)
- 7 Băjenaru, L., Marinescu, IA., Tomescu, M.,Dobre, C. y Prada, G.-I, «Improvement of the Physical Activity from the Perspectives of Older Adults: Case Study», en Conferencia de bioingeniería y salud electrónica (EHB), Iasi, Rumania, pp.1-4 (2022). <https://doi.org/10.1109/EHB55594.2022.9991450>.
- 8 Juraev, S., Ghimire, A., Alikhanov, J., Kakani, V. y Kim, H., «Exploring Human Pose Estimation and the Usage of Synthetic Data for Elderly Fall Detection in Real-World Surveillance», IEEE Access.10, pp.94249-94261(2022)
- 9 Aytutuldu, I. y T. Aydin, T., «Performance Assessment of Physiotherapy and Rehabilitation Exercises with Deep Learning», presentado en 30.a Conferencia sobre aplicaciones de comunicaciones y procesamiento de señales (SIU), Safranbolu, Turquía, pp. 1-4 (2022)
- 10 Islam, KR. et al, «A Video-based Physiotherapy Exercise Dataset», presentado en 25.a Conferencia Internacional sobre Informática y Tecnología de la Información (ICCIT), Cox's Bazar, Bangladesh, pp. 780-784(2022). <https://doi.org/10.1109/ICCIT57492.2022.10055189>
- 11 Geraedts, Zijlstra, Zhang, Bulstra, y Stevens, «Adherence to and effectiveness of an individually tailored home-based exercise program for frail older adults, driven by mobility monitoring: design of a prospective cohort study», *BMC Public Health.* 14(1), pp. 570(2014). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-570>

- 12 Stones y Gullifer, «'At home it's just so much easier to be yourself': older adults' perceptions of ageing in place», *Ageing & Society*. 36(3), pp. 449-481(2016). [https:// doi.org/10.1017/S0144686X14001214](https://doi.org/10.1017/S0144686X14001214).
- 13 Serino, Barello, F. Miraglia, S. Triberti, y Repetto, «Virtual Reality as a Potential Tool to Face Frailty Challenges», *Frontiers in Psychology*. 8(2017). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.01541>
- 14 Rosado M, Abásolo Guerrero MJ, Silva T. Televisores inteligentes al cuidado de la salud en adultos mayores. En: X Conferencia Iberoamericana de Aplicaciones y Usabilidad de la TVDI (jAUTI 2021) (Modalidad virtual, 2 y 3 de diciembre) (2022)
- 15 Rosado, M., Espinoza, B., Abásolo, MJ., Valle, J., Silva, T. Jurado, S., Villacres, S. Physical Functionality in Older Adults through Interactive Digital TV Intervention. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI (2024)
- 16 Moreno, R., Ramírez, L.A., & Párraga, J.A, «Programas de ejercicio físico para la prevención de caídas en personas mayores: revisión sistemática».1(2), pp. 45-53 (2019)
- 17 Reyes, G. M. O., Pérez, D. F. P., Moyolema, D. D. R. M., & Velasco, L. E. C, «Ejercicios de equilibrio y coordinación en el adulto mayor con riesgo de caída», *Mediciencias UTA*. 5 (2021). [https:// doi.org/10.31243/mdc.uta.v5i4.1.1133.2021](https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v5i4.1.1133.2021)
- 18 Gómez-Gómez M, Danglot-Banck C, Vega-Franco L. Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuando usarlas. 70(2), pp.91-9 (2003)
- 19 Flores-Ruiz E, Miranda-Navales MG, Villasis-Keever MÁ. El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial. Revista Alergia México*. 64(3), pp. 364-70 (2017)
- 20 Berlanga Silvente V, Rubio Hurtado MJ. Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*. 5(2), pp.101-103(2011)
- 21 Romo-González T, González-Ochoa R, Gantiva C, Campos-Uscanga Y. Valores normativos del sistema internacional de imágenes afectivas en población mexicana: diferencias entre Estados Unidos, Colombia y México. *Univ Psychol*. 17(2), pp.1-9 (2018)
- 22 Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8. Gainesville: University of Florida (2008)

Tirar os Seniores do Sofá: uma Estratégia de Gamificação Integrada na TV

Gabriel Faria ^[0000-0002-6085-3333], Telmo Silva ^[0000-0001-9383-7659], Jorge Abreu ^[0000-0002-0492-2307]

DigiMedia, Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal
{g.martinsfaria, tsilva, jfa}@ua.pt

Resumo. O Ser Humano é intrinsecamente social e, portanto, sociabilizar regularmente com outras pessoas é essencial para uma vida saudável. Considerando os desenvolvimentos científicos/tecnológicos que, permitindo o aumento da esperança média de vida das populações, têm resultado no aumento da população sénior, as dinâmicas de sociabilização ganham ainda maior importância. Para tal, justifica-se a criação de novos recursos tecnológicos que os aproximem das outras pessoas. Atendendo que os seniores são aqueles que mais utilizam o televisor e que o surgimento da televisão interativa permite o acesso a uma infinidade de novas funcionalidades, desenvolveu-se o *ProSeniorTV*, um sistema gamificado proativo para a televisão capaz de: *i*) notificar proativamente o utilizador acerca dos eventos sociais que são dinamizados no seu município de residência; e *ii*) motivar/premiar a participação nesses mesmos eventos. O sistema desenvolvido é composto por vários minijogos e um *ranking* de jogadores. O utilizador tem assim a possibilidade de testar as suas capacidades cognitivas (com recurso aos minijogos) e de transformar as suas participações nos eventos em pontos de jogo, para assim progredir no *ranking*.

Palavras-Chave: Interações Sociais, População Sénior, Proatividade, Sistema de Gamificação, Televisão Interativa.

1 Introdução

No mundo ocidental, onde há um acesso generalizado a melhores condições de vida, há uma tendência para as pessoas viverem durante mais tempo, o que resulta num envelhecimento gradual das populações. O Instituto Nacional de Estatística (2020) refere, por exemplo, que em Portugal, no ano de 2080 o Índice de Envelhecimento será de 3 idosos por cada 1 jovem, o dobro do valor registado em 2018. O processo de envelhecimento é complexo, envolve vários fatores e ocorre ao longo da vida (Dias, 2012). Além do aspeto cronológico, segundo Lucca (2015), o processo de envelhecimento envolve também 3 outros fatores: *i*) o funcionamento do organismo dos indivíduos e as alterações associadas que ocorrem ao longo da vida – **fator físico ou biológico**; *ii*) o “papel” social perspetivado para cada faixa etária – **fator social ou socio-cultural**; e *iii*) as capacidades psicológicas dos indivíduos para se adaptarem ao ambiente que os rodeia – **fator psicológico**. No que respeita ao fator social ou sociocultu-

2

ral, pode assistir-se à redução de interações sociais e do tamanho da rede social (Woodhead & Yochim, 2022). Quanto ao fator psicológico, pode verificar-se o aumento de depressões e ansiedade que resultam da consciência relativa às alterações físicas/biológicas que derivam do processo de envelhecimento (Weyerer et al., 2013). Torna-se assim necessário, preservar a idade funcional e a qualidade de vida dos indivíduos à medida que estes envelhecem. Uma pessoa com 80 anos pode ser funcionalmente mais jovem do que uma outra com 65 anos de idade, por exemplo, pelo facto da primeira possuir uma melhor saúde física e cognitiva do que a segunda (Papalia et al., 2009).

A Organização das Nações Unidas (1982) refere que o desempenho de atividades que permitam aos seniores otimizar as suas capacidades individuais e manter a sua saúde em bom estado são cruciais para um envelhecimento ativo. Tendo em conta que os idosos representam a faixa etária que corre maiores riscos de exclusão (Dias, 2012) e que requerem maiores cuidados em termos sociais e de saúde (Fulop et al., 2019), o envolvimento social dos idosos é imprescindível para se garantir que estes vivem com qualidade de vida (OMS, 2015).

A par do referido processo de envelhecimento das populações, verifica-se também que os hábitos de utilização das novas tecnologias da informação e comunicação (TIC) por parte dos seniores estão a alterar-se. Tal resulta da consciencialização da terceira idade relativamente aos benefícios dessa utilização, por exemplo, para a promoção do envelhecimento ativo, que permite aos seniores “contornar” as suas limitações aquando dos momentos de interação social, que se tornam mais fáceis através da troca de mensagens de texto, ou da realização de chamadas de voz/vídeo (Locsin et al., 2021). Na sociedade atual, em rede, as tecnologias são um imperativo no que respeita à inclusão dos seus cidadãos (Dias, 2012) e, portanto, os seniores começam a adaptar-se a este novo paradigma. A OberCom (2021) revela, por exemplo, que a percentagem de população portuguesa que utiliza a Internet, na faixa etária entre os 65 e os 74 anos de idade, aumentou de 1,3% no ano de 2002 para 39% no ano de 2020. Sabe-se também que são os seniores que mais utilizam a televisão (TV) no seu quotidiano. Em Portugal, por exemplo, as pessoas com mais de 64 anos de idade representavam, no ano de 2020, 29,7% das audiências totais, um valor que no ano de 2004 correspondia a apenas 23,1% (OberCom Observatório da Comunicação, 2021). Considerando as circunstâncias referidas no que respeita à utilização das TIC por parte dos idosos, e considerando que as mesmas (as TIC) poderão ser socialmente benéficas para os mais velhos, torna-se pertinente a criação de novos recursos tecnológicos, que potenciem a sociabilização dos idosos.

2 Os Seniores e as Abordagens Gamificadas

Um jogo pode ser descrito como “um sistema formal baseado em regras com um resultado variável e quantificável, onde diferentes resultados são atribuídos a diferentes valores, o jogador exerce esforço para influenciar o resultado, sente-se emocionalmente ligado ao resultado e as consequências da atividade são opcionais e negociáveis” - tradução nossa (Juul, 2015, para. 8). Esta relação emocional é bastante forte

e intrínseca ao Ser Humano, que tenta arranjar estratégias para facilitar, motivar, tornar mais ágil o exercício de tarefas exigentes do quotidiano (Chou, 2015).

A nível digital, pode definir-se gamificação como o ato ou a ação de adotar elementos de *design* de jogos em contextos que não se encontram relacionados com jogos. A adoção destes elementos, como por exemplo, sistemas de pontuação, níveis ou desafios, ajuda a tornar os serviços mais agradáveis e envolventes (Deterding et al., 2011).

No contexto científico atual estudam-se já os benefícios que a utilização de jogos/abordagens gamificadas poderá gerar tanto a níveis intrínsecos como extrínsecos ao Ser Humano. Os jogos poderão ser benéficos para uma boa manutenção das capacidades cognitivas dos indivíduos (intrínseco ao Ser Humano) que os utilizem de forma regular (De Paula et al., 2020) ou até mesmo para reverter as mudanças ocorridas com o processo de envelhecimento (Levin et al., 2017). Concomitantemente, os jogos poderão ser importantes para o fomentar das relações sociais entre pessoas vizinhas (Fonseca et al., 2017), ou ainda suportar a colaboração entre as pessoas em contextos de lazer ou trabalho (extrínseco ao Ser Humano) (Nijholt, 2017).

Entende-se assim, a importância que uma estratégia gamificada poderá ter para um envelhecimento ativo e saudável.

3 Os Seniores e as Tecnologias Proativas

Segundo dados de Kadylak & Cotten (2020), 29% dos seniores, nos Estados Unidos, mostraram predisposição para a utilização de dispositivos integrados com Assistentes Pessoais Digitais (APD) no seu quotidiano. Os APDs são um tipo de *software* proativo capaz de auxiliar o Ser Humano na realização de tarefas, através da antevisão e automatização das mesmas, sendo deles exemplos a *Siri* ou o *Google Assistant* (Hu et al., 2021).

A integração de soluções tecnológicas proativas no ecossistema televisivo poderá ser um complemento aos serviços de apoio contratados para assistência à pessoa idosa que já está familiarizada com este meio de informação. Assim, a apresentação de notificações *push-oriented* através da TV (Silva et al., 2016), com informações que antevêm o bem estar dos idosos, por exemplo, poderá ser algo útil para este público.

4 Proposta de um Protótipo Proativo Gamificado Integrado em Televisão e Direcionado ao Público Sénior

No presente artigo propõe-se o protótipo *ProSeniorTV*, cujo objetivo é promover a participação dos seniores nos eventos sociais que são dinamizados no seu município de residência, através da adoção de uma abordagem proativa gamificada integrada na TV para, desse modo, fomentar o envelhecimento ativo.

Em termos de funcionamento, definiu-se que o protótipo desenvolvido deveria apresentar proativamente, através da TV, notificações que tanto informariam o telespectador acerca desse tipo de eventos, como deveriam permitir a navegação para uma

4

interface gamificada que foi desenvolvida em *Unity* e que está alojada num Raspberry Pi 4 conectado via HDMI ao televisor do telespectador, tal como se pode observar na figura 1. De modo a ser possível a apresentação das notificações no televisor do utilizador, recorreu-se ao serviço *OverTV*¹, desenvolvido pelo grupo *Social iTV*². Para navegar para a interface do sistema, o utilizador necessita apenas de selecionar uma determinada notificação (através de clique em *OK* no controlo remoto), o que despoleta um comando HDMI-CEC, enviado para o televisor a partir de um servidor Node.js integrado no Raspberry Pi, e que troca automaticamente a fonte de HDMI para aquela através da qual o Raspberry Pi se encontra conectado ao televisor.

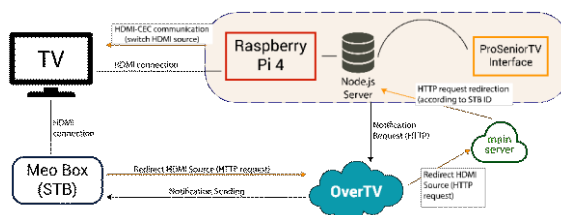


Fig. 1. Arquitetura do sistema ProSeniorTV. Fonte: Elaboração Própria.

Na interface o utilizador tem a possibilidade de aceder a três funcionalidades principais, sendo elas: *i)* aceder a um dos três minijogos de estímulo cognitivo oferecidos pela interface; *ii)* inserir códigos de participação ganhos em eventos sociais propostos, códigos esses que são entregues presencialmente ao utilizador no momento dos mesmos; e *iii)* verificar qual a sua posição no *ranking* de utilizadores, sendo que a sua posição dependerá diretamente do número de vezes em que o mesmo participa em eventos sociais e da sua pontuação de jogo (ganha nos minijogos). Os utilizadores que se encontrem nos 3 primeiros lugares são aqueles aos quais são atribuídas as medalhas de ouro (1º lugar), prata (2º lugar) e bronze (3º lugar), para que exista a tal premiação e motivação em participar-se nos eventos que são sugeridos através das notificações.

Tendo em conta o que foi referido, na figura 2 (do lado esquerdo), são apresentados os tipos de notificação que o utilizador poderá receber no seu televisor e que correspondem a: *i)* notificação que motiva o utilizador a aceder aos minijogos da interface; *ii)* notificação que informa o utilizador relativamente à realização de um determinado evento; e *iii)* notificação que relembra o utilizador para que o mesmo insira os códigos de participação que recebeu nos eventos aos quais se deslocou.



Fig. 2. Tipos de notificações do sistema ProSeniorTV (esquerda) e interface do mesmo (direita). Fonte: Elaboração Própria.

¹ <http://sociality.web.ua.pt/index.php/portfolio/overtv/>

² <http://sociality.web.ua.pt/>

Definiu-se também que os minijogos presentes na interface, seriam jogos de estímulo cognitivo, por se achar que seria o tipo de jogo mais benéfico e interessante para os seniores. Os minijogos, cujas interfaces são apresentadas na figura 3, permitem estimular um conjunto de capacidades cognitivas específicas: *i)* capacidade de memória; *ii)* capacidade de direcionamento da atenção; e *iii)* capacidade visuoespacial.

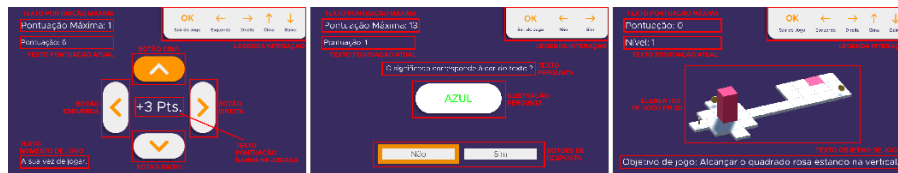


Fig. 3. Interfaces gráficas dos minijogos 1, 2 e 3 respetivamente e identificação dos elementos que as compõem. Fonte: Elaboração Própria.

Acerca do primeiro jogo (jogo das sequências), este trata-se de um jogo no qual o utilizador tem à sua disposição as 4 teclas direcionais do seu controlo remoto (*cima*, *baixo*, *esquerda* e *direita*), que deverá utilizar para criar sequências. Assim, no início do jogo é apresentada ao utilizador uma determinada sequência, sequência esta que deve ser mimificada pelo mesmo. Sempre que o utilizador introduza a sequência correta, o jogo gera uma nova sequência que, na prática, é igual à sequência anterior, contudo, à mesma é incrementado um novo elemento. Assim, se a primeira sequência corresponder a: *cima*, a segunda sequência poderá corresponder, por exemplo, a: *cima*; *esquerda*. Sempre que o utilizador erre na sequência, o jogo termina e o jogador tem de começar novamente do início.

O segundo jogo (jogo das cores) apresenta uma determinada palavra ao utilizador. Esta palavra poderá ser uma de entre as seguintes: “*Preto*”; “*Amarelo*”; “*Verde*”; “*Vermelho*”; ou “*Azul*”. Além disto, esta palavra pode encontrar-se escrita com uma das seguintes cores: Preto; Amarelo; Verde; Vermelho; Azul. O objetivo do utilizador é, então, identificar a cor referida através da palavra (significado) e ignorar a cor com a qual a palavra foi escrita.

Finalmente, no terceiro jogo (jogo dos blocos) o utilizador tem de mover um paralelepípedo por uma determinada plataforma de jogo. Para o fazer deverá utilizar as teclas direcionais (*cima*, *baixo*, *esquerda* e *direita*), sendo que a cada clique, o paralelepípedo é rotacionado para o lado correspondente à tecla que foi clicada. Durante o jogo o utilizador deve ter cuidado para não deixar cair o paralelepípedo da área de jogo. O objetivo principal é atingir o quadrado da área de jogo que tem a mesma cor do paralelepípedo, estando a personagem de jogo na vertical.

5 Trabalho Futuro

No que concerne ao trabalho futuro, pretende-se que o protótipo desenvolvido venha a ser testado em contexto real e com pessoas reais que pertençam ao público-alvo que se pretende atingir. Estas pessoas deverão ser, portanto, seniores com idades

6

iguais ou superiores a 65 anos que assistam assiduamente a conteúdo televisivo através dos seus televisores.

Para a realização dos testes, será necessário angariar cinco participantes com as características acima referidas, pelo que tal será feito junto de universidades seniores. Neste seguimento, e após a angariação de participantes, o sistema desenvolvido será instalado em casa de cada um dos participantes, onde deverá ficar por um período de cerca de um mês. Assim, será possível testar o sistema num contexto quotidiano real, para perceber se, efetivamente, o mesmo ajudará ou não os seniores a sentirem-se mais motivados em participar nos eventos ou atividades sociais que decorrem na sua área de residência. Importa salientar-se que, de modo a ser possível compreender se o sistema corresponde ou não ao seu propósito, tanto antes, como depois dos testes, será feita uma pequena entrevista semiestruturada aos participantes para recolher o mesmo tipo de informação nesses dois momentos, nomeadamente, informação relativa aos seus hábitos de interação social. Assim, após comparação dos resultados recolhidos pré e pós-testes, será possível averiguar se, na prática, um serviço deste género será ou não útil e benéfico para os mais velhos.

Agradecimentos

Esta investigação é financiada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) através de uma bolsa de investigação de doutoramento com a referência 2021.08467.BD.

Referências

1. Chou, Y. (2015). *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards*.
2. De Paula, G., Valentim, P., Seixas, F., Santana, R., & Muchaluat-Saade, D. (2020). Sensory effects in cognitive exercises for elderly users: Stroop game. *Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, 2020-July*, 132–137. <https://doi.org/10.1109/CBMS49503.2020.00032>
3. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011*, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
4. Dias, I. (2012). O uso das tecnologias digitais entre os seniores: Motivações e interesses. *Sociologia, Problemas e Práticas*, 68, 51–77. <https://doi.org/10.7458/SPP201268693>
5. Fonseca, X., Lukosch, S., Lukosch, H., Tiemersma, S., & Brazier, F. (2017). Requirements and game ideas for social interaction in mobile outdoor games. *CHI PLAY 2017 Extended Abstracts - Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 331–337. <https://doi.org/10.1145/3130859.3131304>
6. Fulop, T., Larbi, A., Khalil, A., Cohen, A. A., & Witkowski, J. M. (2019). Are We Ill Because We Age? *Frontiers in Physiology*, 10(December). <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01508>
7. Hu, Q., Lu, Y., Pan, Z., Gong, Y., & Yang, Z. (2021). Can AI artifacts influence human cognition? The effects of artificial autonomy in intelligent personal assistants.

- International Journal of Information Management*, 56(October 2020), 102250. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102250>
8. INE. (2020). Projeções de População Residente 2080 . Contudo , na Área Metropolitana de Lisboa e no Algarve a população residente poderá aumentar. *Destaque Informação à Comunicação Social*, 1–21. https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=426127543&att_display=n&att_download=y
 9. Juul, J. (2015). *Introduction to Game Time / Time to play – An examination of game temporality*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:203687168>
 10. Kadylak, T., & Cotten, S. R. (2020). United States older adults' willingness to use emerging technologies. *Information Communication and Society*, 23(5), 736–750. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1713848>
 11. Levin, O., Netz, Y., & Ziv, G. (2017). The beneficial effects of different types of exercise interventions on motor and cognitive functions in older age: a systematic review. *Eur. Rev. Aging Phys. Act.*, 14, 20.
 12. Loosin, R. C., Soriano, G. P., Juntasopeepun, P., Kunaviktikul, W., & Evangelista, L. S. (2021). Social transformation and social isolation of older adults: Digital technologies, nursing, healthcare. *Collegian*, 28(5), 551–558. <https://doi.org/10.1016/j.colegn.2021.01.005>
 13. Lucca, D. M. de. (2015). A dimensão política da competência informacional: um estudo a partir das necessidades informacionais de idosos. *Encontros Bibli*, 20(43).
 14. Nijholt, A. (2017). How To Make Cities More Fun. *Wall Street Journal*.
 15. OberCom Observatório da Comunicação. (2021). *Anuário da comunicação — 2020*. 167.
 16. OMS. (2015). ACTIVE AGEING: A POLICY FRAMEWORK. . . *Noncommunicable Diseases and Mental Health Cluster, Noncommunicable Diseases Prevention and Health Promotion Department. Geneva*. <http://www.who.int/hpr/>
 17. ONU. (1982). Plan De Acción internacional de Viena sobre el Envejecimiento. In *Asamblea sobre el envejecimiento* (p. 47). http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/gericuba/plan_de_accion_internacional_de_viena_sobre_el_envejecimiento.pdf
 18. Papalia, D., Olds, S. W., & Feldman, R. D. (2009). Human Development. In *McGraw-Hill Companies*. McGraw Hill.
 19. Silva, T., Abreu, J., Antunes, M., Almeida, P., Silva, V., & Santinha, G. (2016). +TV4E: Interactive Television as a Support to Push Information about Social Services to the Elderly. *Procedia Computer Science*, 100, 580–585. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.198>
 20. Weyerer, S., Eifflaender-Gorfer, S., Wiese, B., Luppá, M., Pentzek, M., Bickel, H., Bachmann, C., Scherer, M., Maier, W., & Riedel-Heller, S. G. (2013). Incidence and predictors of depression in non-demented primary care attenders aged 75 years and older: Results from a 3-year follow-up study. *Age and Ageing*, 42(2), 173–180. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs184>
 21. Woodhead, E. L., & Yochim, B. (2022). Adult development and aging: A foundational geropsychology knowledge competency. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 29(1), 16–27. <https://doi.org/10.1037/cps0000048>

HUGTV prototype: integrating proactive TV notifications to empower older adults' social connections

Juliana Camargo^[0000-0002-7537-5697], Telmo Silva^[0000-0001-9383-7659] and Jorge Ferraz de Abreu^[0000-0002-0492-2307]

¹ DigiMedia, Department of Communication and Arts, University of Aveiro, Aveiro, Portugal
{julianacamargo,tsilva,jfa}@ua.pt

Abstract. As is widely known, the world's population is aging, emphasizing the need to integrate older adults into society through the development of specific digital solutions. In this framework, researchers should look to the technology that can contribute to reducing the feeling of loneliness and the social isolation indicator. In addition, if this demographic lacks familiarity with recent technology resources, the exclusion will not stop escalating significantly. This is the scenario that guides this work, which consists of describing the process of creating a prototype aimed at sending (in a proactive way) personalized notifications to the TV-set, that can be easily answered via a combined voice assistant. These notifications have the potential to encourage older adults to contact their families and/or friends, mitigating the usual complexity of these interactions by doing it using only their voice. This paper describes all the process stages, from the initial interviews, and technologies involved to the preparation for the field tests. It also provides significant evidence that the integration on the TV of notifications and a personal assistant, contributes to stimulating intergenerational interactions.

Keywords: older adults, television, TV, iTV, social connections, notifications, voice assistant.

1 Introduction

Anxiety is an increasingly prevalent condition affecting people's lives. According to the World Health Organization (WHO), currently, 4,800 out of every 100,000 individuals worldwide are grappling with this issue [1]. If it is not treated properly, this condition can stay with them for life, disrupting their routine and the development of important tasks. In the case of the older adults, the target audience of this research, anxiety proves to be a limiting factor when faced with new devices and/or technological tools. According to [2], feeling fear or any negative attitude towards a new technology can lead to exclusion and unwillingness to learn how to use it. In the study [3], after analyzing different works carried out in this field, the researchers identified 10 factors as possible facilitators or determinants for the adoption of technologies by older adults: value, usability, accessibility, technical support, social support, emotion, independence, experience and confidence (the last four mentioned here are easily impacted by the levels of anxiety that the experience can provoke).

This topic was also part of a study carried out in Taiwan to explore the effects of technological anxiety, digital feedback and familiar technological skills on the adoption

of digital devices by the older adults [2]. After assessing the perceptions of 525 elderly people on these issues, the researchers found that seniors become extremely anxious when faced with technologies with which they are unfamiliar. However, when they are in front of the television (a familiar resource), they are able to perform different tasks more easily. They are even able to perform more challenging actions via this device, such as accessing health information on the internet and sending messages. And one of the main reasons is that they know how to use the remote control, its buttons and functionalities.

Such insight gathered from this large group of people is a significant indication that television is an essential element in promoting digital inclusion. Consequently, it can serve as a bridge between older adults and other generations, as it facilitates access to resources that enable these crucial social interactions.

In this context, the present study aims to assess the potential of a specific prototype, based on the television, to facilitate making calls or sending messages to family and loved ones. The objective is to determine whether integrating this device into a system made up of other technologies can enable older adults to contact their loved ones more easily and frequently. This paper outlines all the stages of the study and is organized as follows: Section 2 presents studies that address the relevance of TV in the digital inclusion process for older adults; Section 3 provides a description of the methodology employed; Section 4 discusses the results obtained in the initial stages; Section 5 details the proposed system, and finally, the conclusions drawn and prospects for future work are explained.

2 Related Work

The TV is a device that connects people, whether it's to start a conversation or to bring the family together in the living room. The gadget has a significant capacity to stimulate communications between individuals, making a significant contribution to bringing people closer together [4]. An example of this is TV series, which have an important social component: people mobilize to talk about the episodes the next day [5]. However, there are several indications that the device may represent more than that: it has the capacity to reduce the barriers between older adults and digital inclusion. In the study [6], TV-set was used to make it easier for older people to access health-related information and recent photographs of their relatives. These resources were organized into television channels that could be accessed via remote control. In total, 14 participants used the system in a real-life context and highlighted that: i) the "service as a channel" paradigm simplified access for the elderly to information available on the internet; ii) all the services tested were appreciated by the group; iii) the channels that promoted some kind of connection with the family were the most highly rated; iv) individuals with well-established habits, such as using a paper diary, were not receptive to using the TV as a diary.

The device's potential to connect generations was also assessed in the study of Tapia, Gutierrez and Ochoa [7]. An application used on the Smart TV (via Google Chromecast) allowed elderly people to exchange emails and share photos with their

families. Eight elderly people tested the system in the laboratory and were able to carry out the proposed tasks without ever having interacted with a Smart TV before. After the tests there was a focus group session and, in consensus, the participants stated that they were "enthusiastic about the solution" and that the prototype is a "way to facilitate interaction and access to content produced by their families".

A similar proposal was explored in the study conducted by Coelho, Rito and Duarte [8]. The prototype consists of an adapted version of the Facebook application for television. According to the elderly people who tested the tool, the fact that it was available on TV made it easier for them to use the social network. By being able to access and view content more easily, they said they felt closer to their families.

Also in this context, as mentioned above, the study [2] found that familiarity with the remote control and the TV interface is capable of reducing technological anxiety. Consequently, investing in digital inclusion programs and/or projects involving the use of TV proved to be a promising path. The study [9] also evaluated the potential of TV to facilitate the use of technological devices by creating a tablet with the same interface as a television. The researchers conducted tests with 14 older adults and found that the proposed system was able to reduce their usual reluctance towards new technologies and could be a powerful link between them and the new generations.

These papers highlight the role of television in the process of digital inclusion of the elderly and give clues that the device can empower them to contact whomever they wish, especially by facilitating access to resources that guarantee intergenerational interactions.

3 Procedure

The design of the HUGTV system - **H**elping **U**nite **G**enerations through **T**elevision - was based on a user-centered approach. The study began with a systematic literature review to map works centered on sending notifications to TV-set, the results of which are described in [10]. Then, based on the information collected in this initial stage, it was possible to structure a questionnaire which covered the following topics: "personal characterization", use of technological resources", "TV content consumption habits", "means used to contact family and friends" and "perceptions about sending notifications to TV-set". The questionnaire served as the basis for 20 semi-structured interviews with older adults aged between 60 and 95.

The answers collected were evaluated and used as a basis for three scenarios that were later presented in a focus group held with six older adults aged between 64 and 80 – the results of which are presented in [10]. The information collected and the analysis of the participants' discourse helped to structure an app that sends notifications to the television, developed by members of Social iVX Group, from University of Aveiro. This app was tested by six elderly people for 44 days in their homes - and its results are published in [11]. The researchers then decided to add a smart speaker (Amazon's Alexa) to the system to allow older adults to perform the actions suggested by the notifications using voice commands.

Before embarking on further field tests of the system, a gerontologist was consulted to analyze the usability and relevance of the solution. Afterwards, six elderly people (aged between 64 and 90) used the proposed solution - and showed that it still needed some adjustments [12]. Hence, the final composition of the system is the result of contributions from older adults of different ages and an expert on the subject.

4 First stage of data collection

The literature review stage [10], which took into account 15 papers carried out in this field, found that notifications sent to the television are a relevant mechanism for attracting the attention of the elderly for some specific reasons: i) they usually spend a lot of time in front of the TV; the screen is larger than those of cell phones and tablets, which makes viewing easier; iii) they do not need to press any type of button or unlock devices to receive them; and iv) the TV is already a familiar device for this audience, which tends to reduce technological anxiety [2].

Semi-structured interviews were then carried out, based on a questionnaire with 30 fixed questions, divided into three sections. The conversations lasted an average of 40 minutes and took place from December 2021 to March 2022. In general, the participants had some knowledge of technological resources, but none of them claimed to have mastered their use. Regarding the notifications, following a thorough analysis of the content from each interview, the primary pieces of information acquired were:

1. Older participants were more receptive to the use of notifications in the TV System;
2. The greatest rejection was among participants aged between 60 and 75, mainly because they already receive notifications on their cell phones - and are more familiar with the device than the older public;
3. As age increases, the rate of rejection of notifications falls and, consequently, the rate of acceptance increases;
4. The same happens with people who live alone - acceptance was 100% among these participants and 73% among those who live with family members.

Held in March 2022, the focus group with six students from the Senior University of Cacia (aged between 64 and 80) was important for confirming these perceptions and raising other hypotheses. Three scenarios were presented: 1) call notifications; 2) message notifications; 3) health-related notifications. In short, older adults stressed that: "these are interesting possibilities to make it easier for the elderly to contact their loved ones". These inputs supported the creation of the OverTV application, the result of a partnership between the University of Aveiro and MEO, Portugal's leading IPTV provider.

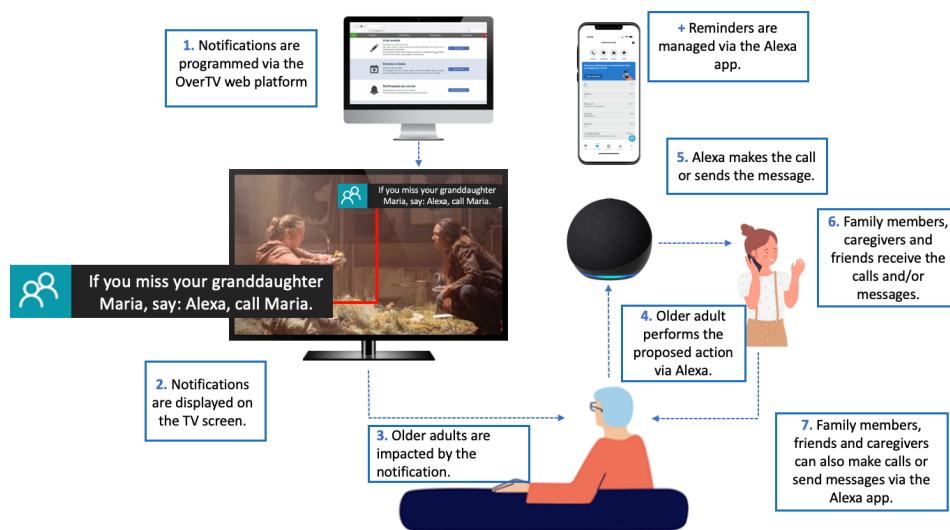
The prototype was field-tested by six individuals aged between 58 and 85 for 44 days and allowed us to assess that i) most of the older adults carried out the actions proposed by the notifications; ii) the system was able to bring the participants closer to their families.

5 The system

The previous steps and the analysis of studies carried out in this field [13] [14][15] [16] [17] [18] highlighted the need to include a voice component in the system - so that the elderly could perform the actions without having to type/use other devices.

The proposed system therefore combines different technologies. Starting with the application developed as part of the OverTV project. The messages sent to the TV screen suggest actions that encourage the elderly to get in touch with their families, and/or friends. Some examples: "Dona Ana, if you miss your granddaughter, say: Alexa, call Joana"; "Today is Joana's birthday! Say: Alexa, send a message to Joana and congratulate her". The action can be done via the Alexa smart speaker, reducing the difficulty levels for making calls or sending messages. The relative in question has the Alexa app installed on their cell phone and can easily access the interactions made by older adults. They can also share music playlists and send virtual hugs to their grandparents or parents, for example (the system's operation is detailed in the **Fig. 1**).

Fig. 1. Description of the technologies and operation of the HUGTV system.



Before testing this system with older adults, it was decided to hear the detailed opinion of a gerontologist to assess the relevance of the solution (the professional was able to use and evaluate the system for 42 minutes). Her main comments are systematized in the **Table 1**.

Table 1. systematization of the opinions collected from the expert.

TOPICS	EXPERT EVALUATION
Font	The font seems too small.
Exhibition	The notification must be displayed for at least 20 seconds.
Colors	Avoid flashy colors, as they can make reading difficult.
Frequency	Don't send too many notifications so as not to frustrate the elderly, as their relatives may not be available to answer the calls.
Expectations	The solution may not be enough to end social isolation, which is an extremely deep-rooted issue, but it can help to alleviate and promote connections. That's why it's important to be careful when introducing the system to seniors.

After making the necessary adaptations, an improved version of the system - described in [12] - was tested by six older adults (aged between 64 and 90), in their homes, over seven days. These tests took place in Brazil in February 2023 and showed that:

Table 2. Systematization of the results collected in the field tests.

TOPICS	OLDER ADULTS' EVALUATION
Acceptance	- Of the 6 individuals, 5 said that they would use the system on a daily basis and would recommend it to their friends. - The only person who said they wouldn't use it (67-year-old said that they wouldn't because they already contact their relatives easily via cell phone.
Voice commands	- Not having to type to send messages or call was a benefit of the system mentioned by all participants.
Frequency of use	- 5 participants said that they called their relatives more than usual - and the reason was precisely the ease of using voice commands.
Actions	- Of the total of 120 notifications sent for 7 days (20 for each participant), 38 calls were made by the elderly – an average of 6.3 per individual. The objectives of these calls were, in general, “to keep in touch with their relatives”, “curiosity about the assistant” and “distraction”.
Loneliness/social isolation	- 3 participants stated that they felt "totally accompanied", 1 stressed that he felt "something accompanied" and 1 answered "neither alone nor accompanied". After the testing period, the volume of participants who said they felt "fully accompanied" rose to 5. Only 1 person remained in the neutral zone.

It is important to note that the notifications sent in Brazil were sent using the Amazon Fire system, as the OverTV project is only available in Portugal. That did not modify the general dynamics of the system.

6 Conclusions and Future Work

At all stages of the project, there was evidence that older adults were receptive to receiving notifications on TV. Having easier access to information about their relatives or contacting them in a simpler way had a positive impact on the participants.

Familiarity with the device (mentioned in [2] [6] [7] [8], [9]) was confirmed in the interviews, focus group and previous field tests. Because they are faced with a technology they already know, they feel more secure in relation to the TV - they can read the notifications, interpret them and close them when they need to, using only the remote control. With regard to the smart speaker, in the tests carried out in Brazil, older adults had initial difficulties, but these were soon overcome after training on how to use the technology. At the end of the test period, the group generally said that they used the assistant for tasks that went beyond the proposed actions, such as "asking for the weather forecast", "finding out the time" and "asking for music they would like to listen to". In consensus, they said that this technology ends up becoming a "kind of companion" in moments of solitude. In other words, as well as facilitating social interactions, it ended up filling the day-to-day lives of the elderly and providing them with information that they would find difficult to access via another device - an indication of the potential of voice resources in the process of digital inclusion.

All these phases - and their respective results - helped guide the choice of system components. The technologies used were carefully evaluated to ensure the best user experience. The next step in the study is to test the final solution, with all its components, with a larger group of participants (an estimated 15 people, over a minimum period of 30 days). The results of these evaluations will be published in future papers.

Acknowledgements. This work is funded by National Funds through the FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia (reference 2021.08671.BD).

References

1. WHO: World mental health report. (2022).
2. Wang, C.H., Wu, C.L.: Bridging the digital divide: the smart TV as a platform for digital literacy among the elderly. *Behaviour and Information Technology*. 41, 2546–2559 (2022). <https://doi.org/10.1080/0144929X.2021.1934732>.
3. Lee, C., Coughlin, J.F.: PERSPECTIVE: Older Adults' Adoption of Technology: An Integrated Approach to Identifying Determinants and Barriers. *Journal of Product Innovation Management*. 32, 747–759 (2015). <https://doi.org/10.1111/jpim.12176>.
4. Abreu, J.T.F.: Design de Serviços e Interfaces num Contexto de Televisão Interactiva Jorge Trinidad Ferraz de Abreu Design de Serviços e Interfaces num Contexto de Televisão Interactiva. (2007).
5. Gauntlett, D., Hill, A.: TV Living: Television, culture and everyday life.

6. Amaxilatis, D., Chatzigiannakis, I., Mavrommati, I., Vasileiou, E., Vitaletti, A.: Delivering elder-care environments utilizing TV-channel based mechanisms 1. IOS Press (2009).
7. Tapia, J.M., Gutierrez, F.J., Ochoa, S.F.: Using smart TV applications for providing interactive ambient assisted living services to older adults. In: Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). pp. 514–524. Springer Verlag (2016). https://doi.org/10.1007/978-3-319-48746-5_53.
8. Coelho, J., Rito, F., Duarte, C.: “You, me & TV” — Fighting social isolation of older adults with Facebook, TV and multimodality. *International Journal of Human Computer Studies*. (2017). <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.09.015>.
9. Andreadis, A., Zambon, R., Parlangei, O.: TV as an experience conveyer for better acceptance of ICT services by older adults. *Univ. Access Inf. Soc.* 20, 359–374 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00731-w>.
10. Camargo, J., Silva, T., Abreu, J.: Connect Elderly to Other Generations Through iTV: Evaluating Notifications’ Potential. (2022). https://doi.org/10.1007/978-3-031-22210-8_2.
11. Camargo, J., Silva, T., Ferraz de Abreu, J.: iTV to connect generations: a field trial of a solution to send personalized notifications. Presented at the November 17 (2023).
12. Camargo, J., Silva, T., Abreu, J.: Interconnecting Personal assistants and TVs: a friendly approach to connect generations. Presented at the September (2023). <https://doi.org/10.1145/3573381.3596469>.
13. Hugo, N., Israr, T., Boonsuk, W., Ben Miloud, Y., Cloward, J., Liu, P.P.: Usability Study of Voice-Activated Smart Home Technology. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing* (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0_54.
14. Ziman, R., Walsh, G.: Factors affecting seniors’ perceptions of voice-enabled user interfaces. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings* (2018). <https://doi.org/10.1145/3170427.3188575>.
15. O’Brien, K., Liggett, A., Ramirez-Zohfeld, V., Sunkara, P., Lindquist, L.A.: Voice-Controlled Intelligent Personal Assistants to Support Aging in Place. *J Am Geriatr Soc.* (2020). <https://doi.org/10.1111/jgs.16217>.
16. Volkmann, T., Sengpiel, M., Karam, R., Jochems, N.: Participatory design of historytelling voice assistance with older adults. In: *Communications in Computer and Information Science* (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-52677-1_6.
17. Hanley, M., Azenkot, S.: Understanding the Use of Voice Assistants by Older Adults. Cornell Tech. (2019).
18. Kowalski, J., Skorupska, K., Kopeć, W., Jaskulska, A., Abramczuk, K., Biele, C., Marasek, K.: Older adults and voice interaction: A pilot study with google home. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings* (2019). <https://doi.org/10.1145/3290607.3312973>.

Hacia un portafolio de Juegos Serios para la Estimulación Cognitiva y de la Memoria de Personas con Alzheimer usando la Televisión Interactiva: Indagación en un Centro Gerontológico

Ana Camacho¹[0000-0001-6689-8667], María José Abasolo²[0000-0003-4441-3264],
Rita Oliveira³[0000-0001-6041-9469]

¹ Facultad de Informática de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP), Argentina-Facultad de Ingeniería-Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), Ecuador

² Facultad de Informática de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP), Argentina

³ DigiMedia, Departamento de Comunicación y Arte, Universidad de Aveiro

ana.camachoc@info.unlp.edu.ar, mjabasolo@lidi.info.edu.ar, ritaoliveira@ua.pt

Resumen. Los juegos serios han surgido como una estrategia prometedora para mejorar la memoria de los adultos mayores. La presente investigación persigue la creación de un prototipo de portafolio de juegos serios a través de la televisión digital interactiva (TVDi) destinado a ralentizar el deterioro de la memoria en adultos mayores. En el artículo se presenta una encuesta realizada a pacientes de un centro gerontológico para indagar sobre el uso de tecnología, y en particular del uso de la televisión, y las preferencias de los juegos manuales que acostumbran a jugar. Los resultados indicaron que la mayoría de los adultos mayores encuestados tiene interés en aprender nuevas tecnologías y que aproximadamente la mitad de ellos usan el control remoto fácilmente. Además, se realizaron entrevistas a personal administrativo y terapéutico para una mejor comprensión de la aplicación de los juegos cognitivos manuales que realizan en el centro gerontológico. Destacaron la importancia de dar prioridad a los juegos cognitivos populares, que entre la población encuestada fueron las sopas de letras y los ejercicios de parejas de imágenes.

Palabras Claves: Adultos Mayores, Alzheimer, cognición, memoria, televisión, interactividad

1 Introducción

El proceso de envejecimiento está acompañado de cambios cognitivos, y uno de los aspectos más notorios es la alteración de la memoria y de las habilidades cognitivas, las cuales representan desafíos significativos para su preservación, por tal motivo los juegos serios han surgido como una estrategia prometedora para mejorar la memoria de los adultos mayores [1].

Los juegos de memoria para adultos mayores son una estrategia de apoyo para entrenar las capacidades cognitivas de este grupo etario, que los ayuda a mejorar la agilidad mental, aumentar la capacidad de concentración y la memoria, todo esto de una manera estimulante y divertida que conlleva a mejorar el bienestar general de las personas de este grupo poblacional [2]. Estos juegos serios también conocidos como juegos educativos o serious games, son una herramienta innovadora que puede tener beneficios significativos sobre todo para las personas con Alzheimer [3].

Los juegos de memoria diseñados para el manejo de la atención, la memoria y la resolución de problemas, también son conocidos como "juegos serios", tienen un enorme potencial para la salud cognitiva y para frenar el deterioro de la memoria. Sin embargo, es importante enfatizar que estos juegos "no deben considerarse un sustituto de las intervenciones y terapias médicas tradicionales" [4]. En cambio, los juegos serios deberían verse como adiciones valiosas y prometedoras a estas intervenciones existentes. Estos juegos pueden proporcionar una forma emocionante de ejercitar la mente, mantenerla activa y mejorar habilidades cognitivas como la memoria, la concentración y la resolución de problemas.

En el contexto de la enfermedad de Alzheimer, como lo señalan diversos autores en [5] [6] [7], la TVDi ha demostrado tener beneficios significativos en la calidad de vida de los pacientes y de sus cuidadores. En el caso de las personas con Alzheimer, la TVDi puede ofrecer programas interactivos diseñados específicamente para estimular la mente de las personas que tienen dicha enfermedad, ya que pueden incluir ejercicios de memoria, juegos cognitivos y contenido educativo, ayudando a mantener activas las funciones cognitivas y la memoria a corto plazo. El diseño de una aplicación y sus interfases deben manejar características similares de un modelo mental ya aprendido por las personas con Alzheimer para que les sea más fácil su uso y de esta manera lograr el objetivo de ralentizar el avance de dicha enfermedad. Cabe mencionar que distintos tipos de juegos serios han sido desarrollados alrededor del mundo, siendo aplicables en celulares, tabletas y computadores [8].

Sarijeh, P. F., & Noghani [9] exponen de manera rigurosa la revisión bibliográfica hasta marzo 2023 sobre la eficacia de los juegos serios en la mejora de la memoria, tanto en su aspecto verbal como no verbal. Indican que estos juegos pueden ser un instrumento fundamental y prometedor no sólo para los pacientes con Alzheimer sino también para con otros tipos de trastornos cognitivos.

La investigación respalda la idea de que los juegos serios pueden ser una herramienta efectiva para mejorar la memoria en personas mayores, lo que podría tener un impacto significativo en su calidad de vida y bienestar cognitivo. Sin embargo, se necesitan investigaciones adicionales para comprender mejor cómo se pueden integrar de manera óptima en las estrategias de cuidado de la salud para la tercera edad.

Este documento procede como parte de una investigación doctoral donde es necesario un concepto para la creación de un prototipo de uso de juegos serios que puedan ser accedidos por un usuario, en este caso, adultos mayores. Este prototipo debe trabajar con una colección de juegos seleccionados de acuerdo con las necesidades de reconocimiento para la mejora cognitiva trabajados desde una televisión de manera interactiva, de tal manera de cubrir tiempos de ocio en el adulto mayor desde la comodidad de su propio televisor.

Para la presentación del presente tema de investigación se contó con una entrevista a usuarios sobre procesos y preferencias al usar juegos serios, así como entrevistas al personal médico y administrativo del Gerontológico Arsenio de la Torre Marcillo.

El resto del documento se estructura de la siguiente forma: La sección 2 describe la metodología de la investigación; la sección 3 expone la indagación: población, encuesta y entrevistas; la sección 4 presenta los resultados y finalmente la sección 5 expone las conclusiones y trabajo futuro.

2 Metodología

Para la concepción del prototipo de juego, la investigación se enmarca en el tipo de investigación descriptiva, con el fin de ordenar, clasificar y acortar información de un fenómeno de estudio. Se optó por una estrategia que combina el uso de una encuesta estructurada y entrevistas.

La encuesta se diseñó para indagar en las opiniones, experiencias y preferencias de un grupo de usuarios diagnosticados con Alzheimer en fase preclínica. Se hizo hincapié en aspectos relacionados con el uso de la televisión, su manejo y las preferencias de los juegos manuales realizados en el entorno gerontológico. Esto permitió una comprensión más profunda de las necesidades y expectativas de los pacientes en cuanto a los juegos cognitivos.

Adicionalmente, se llevaron a cabo entrevistas con el personal administrativo terapéutico del centro gerontológico. Estas entrevistas proporcionaron una visión más amplia y detallada sobre la aplicación y los resultados de los juegos cognitivos manuales en el contexto del centro.

Esta combinación de métodos cualitativos y cuantitativos permitió una recopilación exhaustiva de datos, brindando una comprensión completa de las necesidades de los usuarios y los requisitos para el diseño del prototipo de juego. Además, facilitó la identificación de áreas clave que deben ser abordadas en el desarrollo del juego para asegurar su relevancia y utilidad terapéutica.

3 Indagación

3.1 Entrevista al personal del centro

Se realizaron entrevistas a profesionales del Centro Gerontológico, tales como directora, neuropsicóloga y terapeuta, con el objetivo de comprender mejor la composición y necesidades de los usuarios.

La directora del Centro detalló la población de pacientes del Centro. En la entrevista con una neuropsicóloga del centro se determinó el grupo de pacientes más adecuado para realizar el estudio para participar en un futuro con los juegos serios de TVDi para estimulación cognitiva y de la memoria que se quieren desarrollar. Se destacó la importancia de seleccionar pruebas adecuadas que evalúen el progreso cognitivo de los usuarios, tanto al inicio como al final de su interacción con la plataforma.

Una terapeuta de talleres especializada en lo que denominan gimnasia cerebral, destacó la importancia de implementar niveles de intensidad en los juegos cognitivos. Esta estructura permite a los adultos mayores progresar según sus capacidades individuales y facilita el seguimiento de su desempeño y avance en los ejercicios cognitivos.

3.2 Población de adultos mayores

El Centro Gerontológico Arsenio de la Torre Marcillo en la ciudad de Guayaquil (Ecuador) atiende adultos mayores, y se encuentra comprometido con la atención integral y gratuita de adultos mayores, brindando servicios que abarcan aspectos físicos, psicológicos y sociales. El centro se presenta como un escenario crucial para comprender los efectos de intervenciones terapéuticas de índole cognitivo. En la tabla 1 se presenta la clasificación de los grupos de adultos mayores que realiza el Centro Gerontológico.

La clasificación explicada en líneas anteriores permite una gestión más efectiva de las actividades y cuidados proporcionados a los adultos mayores.

Se realizó la elección de método de muestreo por conveniencia, para contar sólo con los pacientes que según sus características son los más relevantes para el estudio. El centro atiende un total de 700 pacientes, de los cuales se seleccionaron 77 pacientes que se encuentran en la fase preclínica del Alzheimer dentro del Grupo B2, que es parte de la clasificación que realiza el Centro Gerontológico explicado en el cuadro precedente. Este grupo, el cual incluye a adultos mayores con un leve deterioro cognitivo y menor resistencia a la actividad física, sería el más adecuado para realizar el estudio, y permitirá la evaluación inicial y el seguimiento de las intervenciones.

3.3 Diseño de la encuesta a adultos mayores

Para la recolección de información se utilizó una encuesta cerrada como instrumento principal. La encuesta ofrece a los participantes opciones predefinidas de respuesta, lo que permite recopilar datos de manera estructurada. Aunque este enfoque limita la amplitud y variedad de las respuestas, proporciona datos cuantificables y comparables. Esto fue crucial para comprender las necesidades de los pacientes en relación con la utilidad de las plataformas de juegos terapéuticos para el seguimiento y monitoreo de pacientes con Alzheimer en fase preclínica a través de la televisión digital interactiva.

La encuesta consta de dos partes: la primera parte contiene 12 preguntas sobre el uso de tecnología, televisión y del control remoto (Tabla 2) y la segunda parte contiene 18 preguntas cerradas sobre los juegos para la mejora cognitiva a través de la televisión (Tabla 3).

Tabla 1. Clasificación de Grupos de Adultos Mayores del Centro Gerontológico Arsenio de la Torre.

Grupo A	Grupo B1	Grupo B2	Grupo C
Adultos mayores entre 65 a 70 años.	Adultos mayores entre 70 y 80 años.	Adultos mayores de 70 años o más.	Adultos mayores de 70 años o más.
Permanecen activos.	Independientes físicamente.	Presentan un deterioro sensitivo leve (visión y audición reducida).	Dependencia física total.
Son independientes.	Con un leve deterioro cognitivo.	Menor resistencia a la actividad física.	Mayor deterioro sensitivo.
Presentan mayor iniciativa y exigencias.	Se mantienen activos a partir de iniciativas presentadas por otros.	Movilidad reducida y moderado deterioro cognitivo.	O severo deterioro cognitivo.

Tabla 2. Encuesta sobre el uso de tecnología, televisión y control remoto

Uso de tecnología	
Nivel de experiencia con dispositivos de tecnología (celulares, tablets, televisores inteligentes, etc)	1= Muy poca experiencia, 5 =Muy experimentado
¿El uso de la tecnología es de mi agrado?	Si – No – Ni de acuerdo ni en desacuerdo
¿Encuentro fácil utilizar teléfonos inteligentes, tablets, televisores inteligentes, computadoras o cualquier dispositivo electrónico para diversas actividades?	Si – No- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
¿Tienes acceso a una televisión o televisión inteligente en su hogar?	Si – No
¿Con qué frecuencia utiliza la televisión?	1 = Nunca, 5 = Todos los días
¿Estaría interesado en aprender más sobre cómo utilizar nuevas tecnologías o aplicaciones en el futuro?	Si – No
¿Considero que mis compañeros disfrutan de la tecnología?	Si – No

Tabla 2. Encuesta sobre el uso de tecnología, televisión y control remoto (continuación)

Contenidos de TV	
¿Qué tipo de contenido suele disfrutar en su televisor inteligente? (Selecciona todas las que correspondan)	Juegos, Aplicaciones educativas, contenido de salud y bienestar, noticias, programas de entretenimiento, otros (especifica)
¿Encuentra que el tamaño del texto en pantalla del televisor inteligente es legible?	1= Nunca, 5= Siempre
Usabilidad del Control Remoto	
¿Encuentra los botones del control remoto lo suficientemente cómodos para usarlos?	1= Nunca, 5= Siempre
¿Los botones más importantes (encendido, cambio de canal, volumen, flechas) están claramente identificados en el control remoto?	1= Totalmente en desacuerdo, 5= Totalmente de acuerdo
¿Siente que los botones del control remoto responden de manera adecuada cuando los presiona?	1= Nunca, 5= Siempre
Interacción general con la TV	
Utilizando el control remoto del TV, ¿La navegación por los menús del televisor inteligente es clara y comprensible?	1= Totalmente en desacuerdo, 5= Totalmente de acuerdo
¿Encuentra fácilmente las aplicaciones que desea usar en el televisor inteligente?	1= Nunca, 5= Siempre
¿Cómo calificaría la facilidad de uso general del televisor inteligente y su control remoto?	1= Muy difícil, 5= Muy fácil
¿Qué características adicionales le gustaría tener en el Smart TV o el control remoto para hacerlo más fácil y conveniente de usar?	

Tabla 3. Encuesta sobre juegos para mejora cognitiva

Juegos para la mejora cognitiva	
¿Está familiarizado con la idea de juegos diseñados para ejercitar y mejorar la memoria y las habilidades cognitivas?	Si – No
¿Qué tipo de juegos para la memoria ha utilizado anteriormente?	Rompecabezas, sopas de letras, ejercicios de parejas de imágenes, etc.
¿Encuentra que estos juegos son una actividad divertida y entretenida?	Si – No
¿Tiene alguna preferencia en cuanto a la dificultad de los juegos?	Prefiere desafíos más simples – Prefiere desafíos más complejos
¿Qué tipo de juegos de memoria prefiere?	Sopas de letras, juegos de palabras, juegos de parejas de imágenes, juegos con números
¿Cómo calificaría la dificultad que prefiere en los juegos de memoria?	1= Muy desafiante, 5= Muy fácil
¿Tiene algún juego de memoria favorito? Si es así, ¿Cuál es y qué le gusta de él?	
¿Prefiere los juegos de memoria que se pueden completar en:	Un corto período de tiempo – Aquellos que requieren más tiempo de dedicación.
¿Tiene alguna preferencia en cuanto a la presentación visual de los juegos de memoria?	Colores brillantes, diseño simple, con sonido, todos los anteriores.
¿Te sientes más atraído por juegos que presentan desafíos?	Visuales, auditivos o de otro tipo
¿Prefieres juegos de memoria con temáticas específicas, como nombres de países, películas, etc.?	Si – No
Juegos y tecnología	
¿Ha utilizado alguna vez aplicaciones o juegos específicos para mejorar su memoria o agilidad mental?	Si – No
¿Le gustaría que estos juegos estuvieran el televisor y pueda interactuar con ellos?	Si – No

4 Resultados de la indagación

A continuación, se presentan los resultados más relevantes de la encuesta, facilitando la comprensión de los resultados en cada sección y aspecto analizado.

4.1 Datos demográficos

En la figura 1 se muestran los datos de edad de la población encuestada. En relación al género la población es sólo femenina, ya que el grupo designado por el Gerontológico que es el grupo B2, sólo está conformado por mujeres. Esta variabilidad en las edades de las encuestadas puede proporcionar una perspectiva amplia y enriquecedora sobre las preferencias y experiencias relacionadas con el uso de dispositivos inteligentes y juegos terapéuticos. Es importante considerar que las inferencias derivadas de estos datos pueden contribuir a diseñar intervenciones adaptadas a las diferentes necesidades y características de cada grupo etario, optimizando así la utilidad de la plataforma para una población diversa en términos de edad.

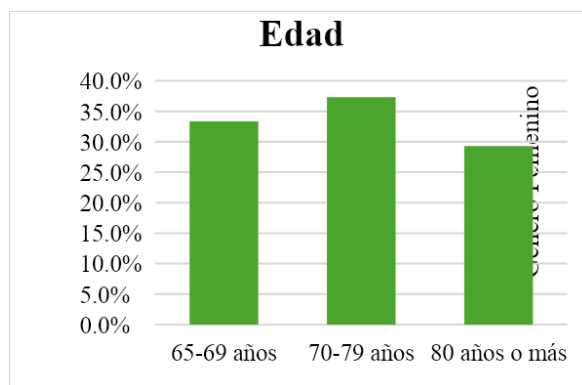


Figura 1 Edad de los encuestados

4.2 Uso de la tecnología

En la figura 2 se muestra el nivel de experiencia de los participantes, el cual revela una distribución diversa en términos de familiaridad con la tecnología, ya que un reducido porcentaje, el 2.60% "Muy poca experiencia", y un 29.87% "Poca experiencia", sugiere la necesidad de asistencia adicional para estos grupos. La mayoría de los participantes, un 58.44%, reportó tener una "Experiencia moderada", lo cual representa una base sólida de usuarios que se sentirán cómodos al interactuar con una plataforma de juegos terapéuticos. Un 6.49% de los participantes se clasificó como "Experiencia considerable", y un pequeño porcentaje del 2.60% se ubicó en la categoría de "Muy experimentado", lo que sugiere la importancia de considerar opciones de personalización para adaptarse a sus habilidades y preferencias específicas.

El 100% de los encuestados reveló que tienen acceso a la televisión. En la figura 3 se muestra que una mayoría del 94.80% que ve la televisión todos los días; un pequeño porcentaje del 2.60% ve varias veces a la semana la televisión; mientras que sólo el 1.30% representa a quienes ven una vez a la semana o casi nunca.

Acerca de la facilidad del uso de dispositivos tecnológicos como celulares, tablets, etc, los resultados demuestran que el 68,83% si les resulta fácil su uso, mientras que un 3.90% considera que no es así y un 27.27% no está ni a favor ni en contra. Todo esto indica que se sienten cómodos utilizando la tecnología moderna, aunque todavía existe un grupo significativo que se muestra indeciso o tiene dificultades en su uso.

Un 97.40% de los encuestados expresó interés en adquirir nuevos conocimientos tecnológicos.

Otro de los puntos a tratar en la encuesta es el relacionado a que si los adultos mayores piensan si a sus compañeros disfrutan de la tecnología, los resultados indicaron que a un 53.25% no les agrada, mientras que a un 46.75% consideran que si les gusta la tecnología, esto demuestra que existe una percepción dividida, lo cual refleja diversas actitudes y niveles de familiaridad con la tecnología, destacando la necesidad de considerar estrategias inclusivas que fomenten el disfrute para este grupo etario.

El 83.30% de los participantes respondió afirmativamente indicando que el uso de la tecnología en forma de juegos para la mejora cognitiva sería de su agrado. Por otro lado, el 6.30% expresó desagrado, indicando que no les agrada utilizar tecnología con este propósito, y el 10.40% manifestó estar neutral en su opinión.

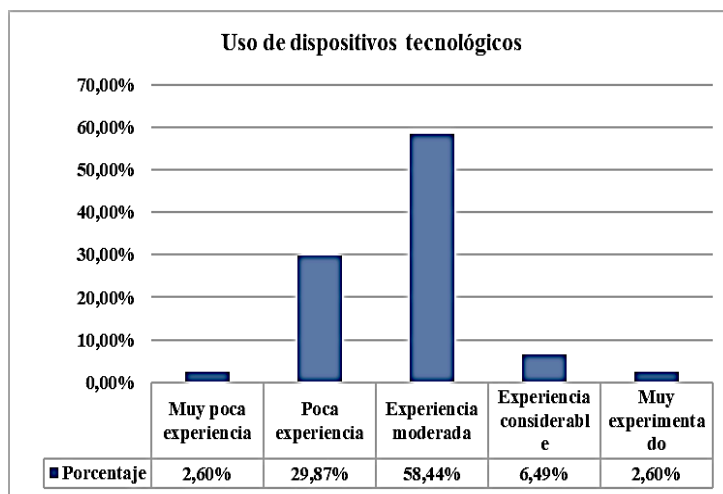


Figura 2 Uso de dispositivos tecnológicos



Figura 3 Frecuencia uso de televisión

4.3 Contenidos de TV

Los contenidos de TV que prefieren ver los encuestados se muestran en la figura 4. En primer lugar, es notable que el 50.60% de los encuestados muestra un fuerte interés en el "Salud y bienestar", lo cual destaca la importancia de considerar el interés en mantener una buena salud física, cognitiva y emocional. En segundo lugar, se observa un alto porcentaje del 51.90% que disfruta de "Programas de entretenimiento", lo que lleva a considerar el interés por elementos lúdicos y entretenidos en la plataforma. El "Noticias" también obtuvo un porcentaje significativo del 39.66%, lo que indica un interés considerable en mantenerse informado; en cuanto a las "Aplicaciones educativas" y "Juegos", ambos obtuvieron un 0%, lo que sugiere un desconocimiento por estas categorías específicas, mientras que el 6.90% de los participantes mencionó "otros" tipos de contenido.

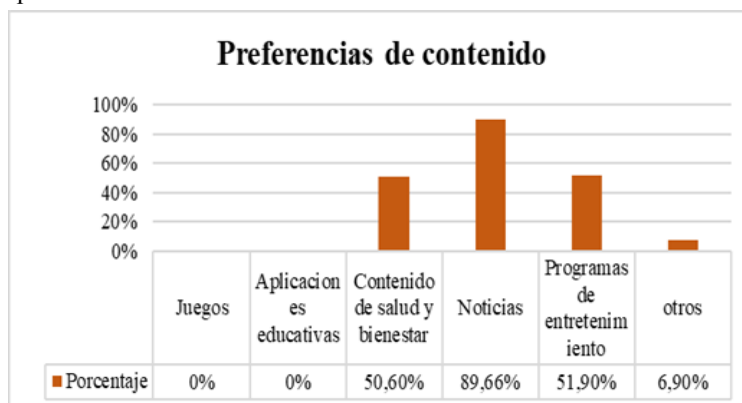


Figura 4 Preferencias de Contenido

4.4. Usabilidad del control remoto

En relación al uso del control remoto de la televisión, la figura 5 nos indica que la gran mayoría, un 55.30% siempre encuentra los botones lo suficientemente cómodos para su uso, y un 39.50% respondió que casi siempre experimenta esta comodidad.

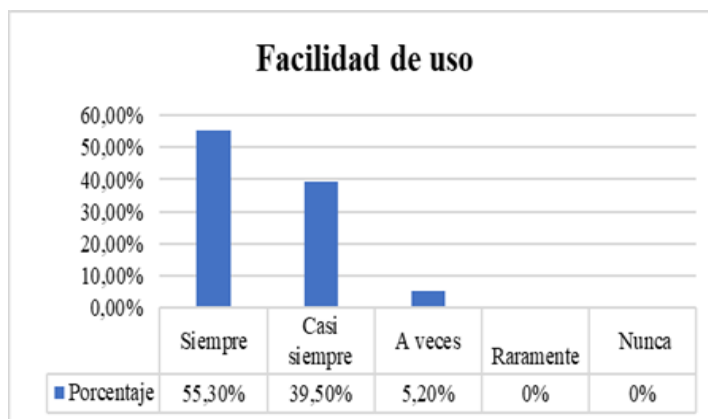


Figura 5 Facilidad uso del control remoto

4.5 Juegos para la mejora cognitiva

Un 98.70% de los participantes indicó estar familiarizado con los juegos para la mejora cognitiva, mientras que solo el 1.30% manifestó lo contrario. Esto es un factor positivo, ya que sugiere que la mayoría de los participantes ya tienen conocimiento de este tipo de intervenciones terapéuticas cognitivas basadas en juegos.

En la figura 6 se muestran las preferencias por los diferentes juegos. Un 46,80% de los encuestados disfruta de la sopa de letras, indicando una preferencia por juegos que desafían el reconocimiento de palabras y letras. Los rompecabezas y ejercicios de parejas de imágenes han sido utilizados por una porción significativa de participantes, con un 16,90% y 29,90% respectivamente. Un 5% de los participantes mencionó haber utilizado otros tipos de juegos de memoria no especificados, mientras que un 1,40% indicó que han realizado juegos de formar figuras. Ningun encuestado seleccionó todos los juegos, esto podría indicar que los pacientes tienen preferencias más específicas en lugar de disfrutar de una variedad de juegos para la memoria.

El 81,80% expresó una preferencia por desafíos más simples, mientras que un 18,20% por desafíos más complejos.

En relación con la preferencia de juegos con temáticas específicas, se puede evidenciar que un 96,10% de los participantes se inclinan hacia esta preferencia lo cual puede interpretarse como un interés y agrado generalizado por actividades que involucren la memoria y la cognición a través de estos temas específicos como países, películas. Sólo un pequeño porcentaje de 3,90% indicó no tener preferencia por juegos de memoria con temáticas específicas.

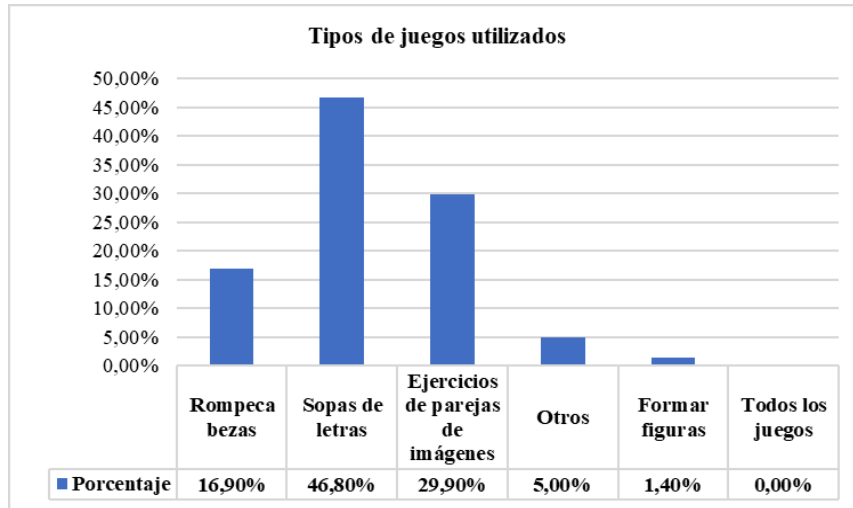


Figura 6 Tipos de juegos utilizados

4.6 Juegos y tecnología

Según los datos obtenidos, como se aprecia en la figura 7, el 35.06% de los encuestados ha utilizado alguna vez aplicaciones o juegos destinados a mejorar su memoria, por otro lado, el 64.94% indicó que nunca ha hecho uso de estas herramientas. Estos resultados revelan que una mayoría no ha explorado el uso de juegos para el entrenamiento cognitivo, lo que podría deberse a falta de conocimiento, dificultades de acceso a la tecnología o posible resistencia al uso de la misma, esto resalta la importancia de promover el uso de la tecnología para el bienestar cognitivo de los encuestados.

En cuanto a la pregunta de si les gustaría que estos juegos estuvieran en la televisión y poder interactuar con ellos, como se aprecia en la figura 8, el 90.90% de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que sólo el 9.10% demostró lo contrario, por lo cual dichos resultados muestran un alto nivel de interés de utilizar su televisor como medio para acceder a juegos de entrenamiento cognitivo, lo que sugiere que la familiaridad y comodidad con estos juegos podrían facilitar la adopción de aplicaciones diseñadas para la mejora de la memoria.

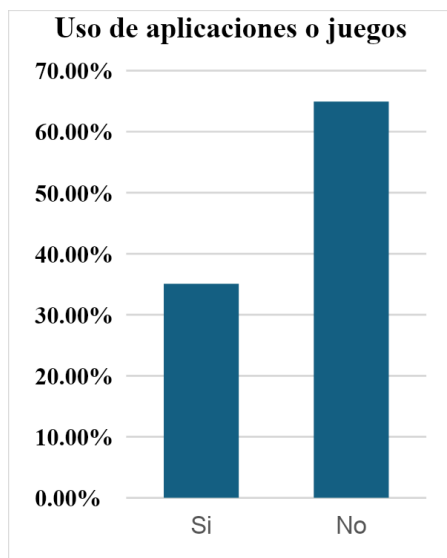


Fig. 7 Uso de juegos o aplicaciones

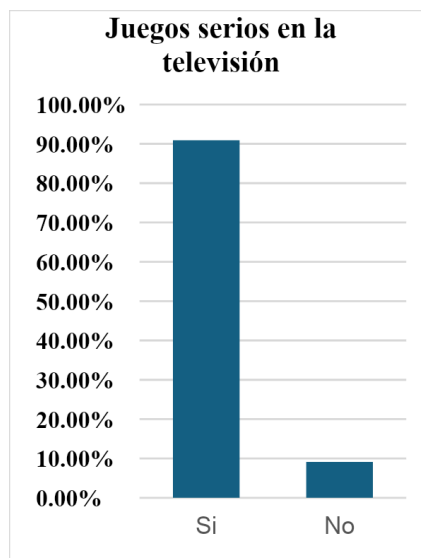


Fig. 8 Juegos serios en la televisión

5 Conclusiones

En esta investigación se indaga acerca del uso y preferencia de tecnología, y en particular del uso de la televisión, y las preferencias de los juegos manuales que acostumbran a jugar los adultos mayores. Se emplearon métodos de investigación descriptiva, incluyendo encuestas y entrevistas, para comprender las preferencias de los usuarios del Centro Gerontológico Arsenio de la Torre Marcillo, así como del personal médico y terapéutico.

Los juegos serios como una estrategia prometedora para mejorar la memoria y las habilidades cognitivas en personas mayores, especialmente aquellas que sufren de Alzheimer en fase preclínica.

Las entrevistas a neuro psicólogos y los resultados de las encuestas a adultos mayores del centro proporcionan una base sólida para el desarrollo de un prototipo de contenidos para estimulación cognitiva por medio de la televisión. Por una parte, se seleccionaron una serie de juegos cognitivos para implementar un prototipo de portafolio de juegos implementados para TVDi y por otra parte, se seleccionó la población idónea para realizar una experiencia con el prototipo.

Se propone un concepto de retroalimentación positiva y gráficas de seguimiento del progreso del usuario, que permiten a los cuidadores y profesionales de la salud evaluar el impacto de los juegos cognitivos en la memoria y el bienestar de las personas mayores.

En resumen, la investigación proporciona un marco para el desarrollo de un prototipo de estimulación cognitiva basado en juegos serios para personas con Alzheimer, con un enfoque en la adaptación a las necesidades del usuario, la

accesibilidad, la seguridad y la integración tecnológica para el seguimiento del progreso.

Como trabajo futuro se considera el análisis, desarrollo y la implementación de un prototipo realizando la evaluación de herramientas óptimas para un ensamblaje funcional del mismo, así como, la puesta en marcha contando con la evaluación a usuarios y la retroalimentación de expertos.

Referencias

- [1] A. E. López Núñez, “Instrumentos lúdicos para la estimulación cognitiva del adulto mayor con demencia tipo Alzheimer DTA.,” 2021, Accessed: Jan. 29, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/3093>
- [2] L. S. Ma. A. Aguilar, Sara; Gutiérrez, “Estimulación de la atención y la memoria en adultos mayores con deterioro cognitivo,” 2018, Accessed: Sep. 25, 2023. [Online]. <https://www.incmnsz.mx/2017/Geriatria/Pautas-estimulacion-cognitiva3.pdf>
- [3] A. María, G. Herrera, D. Sánchez, T. Laura, and C. Torres López, “Uso de juegos serios y realidad virtual en la evaluación de la memoria espacial para el diagnóstico temprano de Alzheimer : una revisión sistemática,” 2022, Accessed: Sep. 25, 2023. [Online]. Available: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/30193>
- [4] J. Antonio, L. Regalón, I. M. Céspedes, niversidad De Granma, and G. Cuba, “Los juegos serios en el entrenamiento y la rehabilitación cognitiva Serious Games in Training and Cognitive Rehabilitation,” *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 2019, no. 2, pp. 140–157, Accessed: Sep. 25, 2023. [Online]. Available: http://https://www.academia.edu/74918978/Los_juegos_serios_en_el_entrenamiento_y_la_rehabilitaci%C3%B3n_cognitiva
- [5] A. Streater, L. Yates, M. Orrell, J. Rosen, A. Taylor Smith, and J. Schneider, “Interacting with television in one’s own home: The development of a cognitive stimulation television pilot episode for older people with dementia (Innovative Practice),” vol. 19, no. 8, pp. 2881–2888, Mar. 2019, doi: 10.1177/1471301219836001
- [6] D. Carvalho, T. Silva, and J. Abreu, “Interaction Models for iTV Services for Elderly People” *Communications in Computer and Information Science*, vol. 1004, pp. 89–98, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-23862-9_7.
- [7] B. Gorrín Padrón, “Las TIC y nuestros mayores. Reforcemos la estimulación cognitiva,” 2017, Accessed: Jun. 11, 2024. [Online]. Available: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/5721>

- [8] C. Martos Fito, "Diseño de un prototipo de juego serio para enfermos de Alzheimer," 2022, Accessed: Feb. 18, 2024. [Online]. Available: <https://repositori.tecnocampus.cat/handle/20.500.12367/1988>
- [9] Peiman Fereidouni Sarijeh and Fatemeh Noghani, "Effectiveness of serious games on verbal and non-verbal memory in the elderly with cognitive disorders: a systematic review and meta-analysis," *J Gerontol*, vol. 8, no. 2, pp. 44–55, 2023, doi: 10.22034/JOGE.8.2.44.

Exponential Technologies for the Transformation of Medicine

Javier Cabo-Salvador¹, José Miguel Ramírez², Verónica Cabo¹, Isabel de Castro³, Yoan Martínez López⁴, Beatriz Sainz⁷, Isabel de la Torre⁷, Gabriel Dorado¹, Raykenler Yzquierdo Herrera⁵, Joaquín Aguilar², Jon Arambarri², Enrique García², Aylin Febles⁶ y Carlos de Castro^{2*}

¹Universidad a distancia de Madrid UDIMA

jcabo@telefonica.net

² Universidad de Córdoba, CTI, Córdoba, Spain

{carlos, z82agcoj, z82agcoj, bbl1dopeg [egsalcines](mailto:egsalcines@uco.es)}@uco.es

³Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC)

isabel.decastro@imibic.org

⁴Universidad de Camagüey, Cuba

ymlopez2022@gmail.com

⁵Universidad Central del Este, Republica Dominicana

ryzquierdo@uce.edu.do

⁶Union de Informáticos de Cuba

afeblese@gmail.com

⁷Universidad de Valladolid

{beasai@uva.es, itordie@gmail.com}

Abstract. Exponential technologies like iDTV, the metaverse, IoT, wearables, AI, and telemedicine are revolutionizing healthcare, albeit not without challenges around quality, safety, ethics and law. The convergence of technology and health is transforming medicine through computational intelligence, synthetic reality, data analytics, machine learning, and blockchain. Medicine is changing via synthetic reality for medical learning, surgical training, data-driven precision surgery, surgical robots, and guided interventions. This shift demands interdisciplinary collaboration between healthcare and technology to ensure proper training, data privacy, optimized tools, and addressing the medicine of the future - 6P medicine (predictive, preventive, personalized, precision, proactive, participatory). With the concept of personalized precision medicine, treatment is no longer one-size-fits-all but tailored to individuals' genomic and biochemical characteristics. Technologies like surgical robots, AI, VR, digital twins, blockchain, and wearables allow customized interventions, telehealth, automated diagnosis, and individualized care. While promising, successful implementation requires healthcare professionals to develop dual expertise in medicine and technology to provide quality, ethical and effective data-driven healthcare. Interdisciplinary skills are key to addressing current challenges and harnessing exponential technologies to advance personalized precision medicine.

Keywords: iDTV, Healthcare, Internet of Medical Things (IoMT), Augmented Reality, Artificial Intelligence, Precision Medicine, Interdisciplinary Collaboration, Blockchain

1 Introduction

Exponential technologies such as virtual reality, artificial intelligence, digital twins, medical internet of things, and ubiquitous computing are transforming healthcare delivery worldwide [64].

Disruptive technologies like virtual and augmented reality are already being applied in medical education with promising results [65]. Artificial intelligence is demonstrating its usefulness in diagnosis and precision medicine through the analysis of large volumes of medical data [66]. Digital twins enable simulations and predictions about the evolution of patient health [67]. The medical internet of things and wearable devices generate huge amounts of real-time data on patients [63].

These innovations harbor immense potential to improve healthcare efficiency, quality, and accessibility. However, their successful implementation faces ethical, legal, and technical challenges that must be carefully addressed. It is necessary to guarantee patient privacy and data security, as well as adequate training of healthcare professionals to maximize the benefits of these exponential technologies. The objective of this study is to analyze the impact of exponential technologies on the transformation of medicine, their promising applications, and the challenges faced in their implementation. It aims to shed light on how to enhance the benefits of these innovations while mitigating their risks. Exponential technologies, including interactive digital television (iDTV), the metaverse, the Internet of Things (IoT), wearables, artificial intelligence (AI), and telemedicine, are transforming the delivery of health services worldwide. These innovations harbor immense potential to improve efficiency, quality, and accessibility in healthcare. However, realizing such potential requires addressing critical technical, ethical, and legal challenges to safeguard the quality of care and patient safety [36, 37]. As an interactive televisual platform, iDTV allows bringing medical and health information into patients' homes. It facilitates patient education and their participation in health promotion. Remote patient monitoring and the provision of telemedicine are other key possibilities of this technology. However, protecting privacy, strengthening cybersecurity, and ensuring reliability of patient data remain cardinal imperatives [38, 43].

The emerging technologies of virtual and augmented reality that constitute the metaverse promise to revolutionize medical education and practice. The immersive simulation of medical procedures and interactive virtual training will transform medical education. Tele-rehabilitation and real-time remote patient monitoring will also greatly benefit from these advances. However, patient privacy, confidentiality of medical data, and thorny ethical issues require prudent and urgent attention [39].

The interconnection of everyday devices and objects through the IoT opens up promising possibilities for remote patient monitoring and fluid health data collection. Such capabilities can potentially improve the efficiency and accessibility of medical care. However, robust data security and privacy mechanisms remain sine qua non conditions for the successful adoption of this technology [40, 47].

Wearable devices, including smart watches and activity trackers, allow round-the-clock remote patient monitoring, early diagnosis, and rapid interventions. Coupling these devices with IoT infrastructure has the potential to enable real-time health data capture and personalized care. Therefore, ensuring data accuracy and reliability of wearable devices is fundamental [41, 45].

AI can assist in clinical decision making, enable early disease diagnosis, and personalize medical care. Together with IoT and wearables, AI can empower comprehensive health data aggregation and analysis. However, the complex ethical and legal issues surrounding privacy, data protection, and accountability in AI-enabled clinical decision-making must be addressed before its successful translation into practice [42, 46].

Telemedicine has demonstrated efficacy in providing remote health services including primary care, chronic disease management, and emergency services. However, concerns remain around preserving the confidentiality of patient information, quality of care, and the adequacy of provider training compared to in-person consultations. A nuanced approach is required to maximize the benefits of telemedicine while minimizing risks [48, 49, 50].

U-health, denoting electronic health, and the metaverse, representing an augmented virtual reality paradigm, are emerging technologies poised to disrupt medical service delivery. By enabling simulation-based surgical training, virtual care delivery, and diagnosis, these technologies have the potential to revolutionize medical education and practice. However, several challenges must be addressed, including designing robust data privacy and security mechanisms and adequate training of healthcare professionals, to facilitate seamless adoption of these exponential technologies while maintaining the highest quality and safety standards [1, 2, 44].

Therefore, interdisciplinary collaboration between technologists and health experts is imperative to create effective, ethically sound, and technologically optimized exponential health solutions. Building this symbiotic partnership will be key to accelerating the growth of data-driven and digitally-enabled personalized precision medicine, and to successfully bringing healthcare into a new and brave world of incredible possibilities.

2 Chronic patients as the first cause of health spending

In recent decades, industrialized countries have experienced an increase in longevity and life expectancy. For example, in Spain, life expectancy has increased from 69 years in 1960 to 82 years in 2020, an increase of 13 years. According to a Bayesian model published in The Lancet, life expectancy in the 35 most industrialized countries is expected to increase to 87 years by 2030. However, this increase in longevity is not always accompanied by an increase in quality-adjusted life years (QALYs)¹.

The exponential increase in longevity has led to a corresponding increase in healthcare costs, including public spending, specialized care, primary care, prescription drugs, and personnel costs, as well as an increase in GDP [7]. The aging population in Europe and Spain has resulted in a society dominated by multi-pathological chronic patients [59].

Chronic processes account for an estimated 70-75% of total health spending in industrialized countries, and chronic diseases are the leading cause of primary care visits and hospitalizations in Spain, with chronic diseases affecting up to 70% of people over 65 years of age [8].

The World Health Organization (WHO) has set the goal of reducing mortality from chronic diseases by 25% by 2025. Therefore, the management of chronic patients and the integration of social and health services are a major global challenge [9].

The traditional approach to managing acute patients through matrix process-oriented management is no longer valid for complex chronic patients, and a paradigm shift is needed [10].

This paradigm shift requires an approach inspired by utility-based innovation, in which most patient data is automatically recorded through wearable devices, IoT, and applications (ubiquitous computing), and then reinforced through sophisticated analytical artificial intelligence mechanisms and new sciences such as big data and data mining, applying the medicine of the future through U-Health and biomedical engineering with AI and the "metaverse" [11].

3 Metaverse and healthcare

The metaverse, as a fusion of virtual, augmented and synthetic reality technologies, presents itself as a promising tool in various areas of biomedicine, biomedical engineering, medical education and surgery [12].

The potential of these emerging technologies extends from patient care, through medical education, to performing surgical interventions. As technology continues to advance, the metaverse will continue to offer new and exciting possibilities in the field of medicine. [13,14].

The metaverse is a new virtual universe that combines elements of augmented reality, extended reality, virtual reality, and physical reality.

This mixed or synthetic reality allows users to interact in a decentralized way and create an immersive experience using devices such as virtual reality glasses and augmented reality glasses. According to an article published in the journal "Frontiers in Virtual Reality", the metaverse is an evolution of virtual reality and augmented reality, in which users can interact in a more realistic and socially immersive way, opening up new possibilities in areas such as education, health, and business [14].

The metaverse, a virtual world accessed through virtual reality technology, has been touted as the next key digital experience. It is intended to provide the next evolution of human interaction after social networks and teleworking. In addition, Web 3.0 and non-fungible tokens open up new possibilities for the creation and exchange of digital assets. According to an article published in the journal "Blockchain in Healthcare Today",

blockchain technology and non-fungible tokens can allow patients to control and share their medical information securely and in a decentralized manner, which could improve medical care and clinical research [15].

These technologies have great potential in areas such as biomedicine and biomedical engineering, particularly in the tele-rehabilitation and tele-education of chronic patients. Recent research published in the Journal of Medical Internet Research [16] indicates that tele-rehabilitation may serve as a feasible and efficacious approach to enhance physical ability and quality of life for patients suffering from chronic conditions including COPD and Parkinson's disease.

They can also be useful in medical education and surgery, allowing more realistic and intuitive simulations that can help students easily interact with anatomical structures and analyze available real-time data. According to an article published in the "Journal of Surgical Education", virtual reality simulation can improve the training of medical and surgical students by providing a more realistic practical experience and improving the understanding of anatomy [17].

In conclusion, the metaverse and associated technologies have the potential to transform the way we interact with the digital and physical world, especially in areas such as education and health. As these technologies continue to evolve, it is important to explore their potential and limitations to make the most of their benefits [18].

These technologies are transforming the way we interact with technology and have great potential in areas such as biomedicine and biomedical engineering. The technological revolution in medicine and surgery is changing the way clinical practice is taught and performed. The incorporation of these technologies into clinical practice can improve the efficiency, accuracy and quality of medical care, improving patients' lives [19, 20].

3 U-HEALTH and mIoT

Personalized and Precision Surgery focuses on precision, research, and education, allowing data storage and processing and surgery integrated with Big Data. Thanks to these techniques, accurate and personalized virtual models of organs and tissues can be created, allowing surgeons to plan and simulate surgical procedures with greater precision. Additionally, these models can also help predict potential complications and assess the outcome of the intervention before carrying it out [21]. As noted by recent studies [22], the use of synthetic reality technologies in medical education and surgical training provides more lifelike and intuitive simulations compared to traditional animal models, videos, and e-learning tools. These emerging technologies offer healthcare professionals an opportunity to hone their skills in an immersive virtual setting where they can engage with surgical instruments and anatomy in a highly realistic manner [22]. Healthcare professionals can practice and improve their skills in a virtual environment that allows them to interact with surgical objects and tools in a more realistic way. This helps reduce risks and errors during real surgical procedures and improves patient safety [23]. Data processing and surgery integrated with Big Data are key tools in modern surgery. The analysis of large amounts of data can help physicians identify patterns and trends that may be useful in decision making. As noted by Smith et al. [24], analyzing substantial datasets can assist physicians in detecting patterns and trends valuable for clinical decision-making. As an illustration, assessing prior patient data could aid in forecasting surgical outcomes for new patients and enhancing surgical precision. Additionally, the integration of Big Data with surgery allows real-time monitoring of the patient's vital signs and feedback during the surgical procedure, which further improves accuracy and safety [25].

The use of surgical robots such as the Da Vinci and additive technology allow complex surgeries to be planned with greater precision and personalization. Surgical robots can perform precise and delicate movements that human surgeons cannot, improving accuracy and reducing the risk of human error. Additive technology, for its part, allows the manufacture of organ and tissue models based on medical image data, allowing surgeons to plan and practice personalized and precise surgical procedures [26].

This technological advance is leading to a paradigm shift in therapeutic interventions in the new Guided Surgery. Guided Surgery focuses on the use of advanced imaging techniques and navigation technology to guide the surgeon during the surgical procedure in real time. This technique allows the surgeon to see accurate real-time images of the patient's anatomy, which helps reduce the risk of damaging healthy organs and tissues during the operation [26]. Additionally, Guided Surgery can also reduce patient recovery time and improve the final outcomes of the intervention.

Ubiquitous computing (U-Health) and artificial intelligence, along with the development of multiple biosensors, allow the recording of biological and molecular data such as ECG, oxygen saturation, blood pressure, heart rate, temperature, and raw genomic data, among others. This data can be digitally transferred to a "virtual hospital" and from there, forwarded to a physical hospital from the patient's own home. With the help of artificial intelligence and machine learning, it is possible to remotely monitor physiological parameters and vital signs in real time that traditionally could only be measured with sophisticated equipment in the hospital environment. Additionally, artificial intelligence and machine learning can detect which patients are at risk of decompensation and may need to be admitted to a traditional hospital setting [27,28,29,60,63].

Ubiquitous computing in Health or u-Health, along with the use of biometric sensors and suitable platforms, as well as the development of personalized and encrypted electronic health records such as HiDi Sapiens and synthetic reality, makes it possible to integrate all these tools to address the complex field of the medicine of the future. As described in recent studies [30, 31], the organized information kept in personalized and secured personal health records, together with genetic and molecular data accessed through technologies like CRISPR-Cas9 gene editing, machine learning and data mining, permit the development of prevention, diagnosis and treatment plans that are customized based on the genomic and biochemical features of each patient.

The advantages of u-Health include the possibility of managing patients with both acute and chronic diseases from a holistic approach, with all the technology available around the patient to improve their well-being from their own home. In addition, with the genomic data incorporated into the personalized medical records and the help of genetic engineering tools, it is possible to predict disease risks and genetically model the future biomedicine of our offspring [30,32].



Fig. 1. Personalized smart hip prosthesis (Dr. J. Cabo)

This prosthesis has been obtained through 3D additive technology, incorporating interactive chips and drugs for pain control. Dr. J. Cabo.

Personalized precision medicine, with the help of u-Health and AI, allows predicting the risk of suffering from diseases and designing specific treatments for each patient. This "à la carte medicine" incorporates personalized immunotherapies, such as immune checkpoint inhibitors, and advanced services such as surgery with personalized surgical implant prostheses obtained through 3D additive technology. I

addition, virtual and augmented reality can be used to improve the planning and execution of surgical procedures. [33,34].

Ubiquitous computing technology (U-Health) and the medical internet of things (mIoT) are transforming how health data is collected and used. With the development of multiple biosensors, biological and molecular data can be recorded in real time, allowing remote monitoring and management of patient health. U-Health and mIoT also allow the integration of data from multiple sources to create a personalized and encrypted clinical history. Artificial intelligence (AI) and machine learning can analyze this data to detect which patients are at risk of decompensation and who may need to be admitted to a traditional hospital setting. [35, 36].

As proposed by Smith and Jones [40], precision personalized medicine represents a novel technique where therapies are tailored and customized for each patient founded on organized data from the patient's medical records, as well as their genetic and molecular profiles. This allows the design of preventive, diagnostic and therapeutic strategies tailored to the genomic and biochemical characteristics of each patient. U-Health and mIoT allow the collection and analysis of these data, which facilitates more precise and effective medical decision making. In addition, with the help of tools such as gene editing and machine learning, the risks of diseases can be predicted and the biomedical future of offspring can be genetically modeled. [37,38].

Among the advantages of U-Health and mIoT is the possibility of managing patients with both acute and chronic diseases from a holistic approach, with all available technology around the patient to improve their well-being from their own home. This also allows greater patient participation in the care of their own health. In addition, the integration of genomic data into the personalized clinical history allows the early identification of diseases and the prevention of hereditary diseases. [35,39].

Another area in which U-Health and AI are having a significant impact is in implant surgery. With the help of 3D additive technology and virtual and augmented reality, custom prostheses can be designed that fit the patient perfectly and improve their quality of life. In addition, prostheses can incorporate interactive chips and drugs for pain control. [6,7]. In summary, U-Health and mIoT are transforming how health data is collected and used. Precision Personalized Medicine allows the design of personalized and individualized treatments based on the genetic and molecular information of each patient. U-Health and AI allow remote monitoring and management of patient health, which facilitates more precise and effective medical decision making. In addition, the integration of genomic data into the personalized clinical history allows the early identification of diseases and the prevention of hereditary diseases.

4. iDTV and digital twins in u-health

As explained by Smith et al. [69], digital twins are computational models of patients that consolidate various data sources such as electronic health records, medical images, biometric sensor data, and genomic and molecular data. By using computational simulation methods, these digital twin models can be utilized to forecast disease progression and effects of treatments under different clinical situations [70]. For example, in patients with heart disease, the digital twin incorporates cardiac imaging, blood biomarkers, body sensor measurements, and cardiovascular risk factors [71]. Interventions such as changes in medication, surgeries, or exercise programs are then simulated to predict their effect on cardiac health [72].

Digital twins also enable the evaluation of different therapeutic options in silico, choosing the most effective one for a patient prior to clinical implementation [73]. In oncology, they allow simulating tumor growth and the effects of chemotherapies and radiotherapies [74]. They are also valuable tools for training healthcare professionals in safe scenarios [75]

As more patient data is integrated, the digital twin increases in accuracy. The use of artificial intelligence techniques enhances the precision of predictions and therapeutic recommendations [76,77]. Digital twins thus constitute a promising technology to advance towards more personalized and precise medicine [78], considering key ethical aspects such as privacy, informed consent, and transparency [79].

Interactive television (iDTV) also presents itself as a very suitable medium for the application of U-Health, allowing bidirectional interaction between the user and the environment, access to multimedia content, the ability to customize information, and adaptation to the individual needs of each user. Additionally, iDTV also offers the possibility of implementing facial and gesture recognition technologies, which allows the creation of digital twins and the personalization of content offered based on the user's emotions and preferences. These digital twins can be used to create affective intelligent agents that can interact with the user and provide personalized information based on their emotional and physical state [51,61].

The creation of digital twins can also be carried out by monitoring the user's interactions with devices such as smartwatches (Apple Watch, etc.) and EEG headsets (Muse, etc.). These devices allow the monitoring of brain activity, gestures, and user movements, which can be used to create a digital twin that can be used to personalize the information provided to the user. Additionally, these devices can also be used to monitor patients in telemedicine settings and for early detection of pathologies [52].

Interaction with intelligent agents is also becoming an increasingly used tool in the monitoring and treatment of chronic patients. Intelligent agents can be used for real-time remote patient monitoring, early detection of pathologies, and early intervention if necessary. Additionally, intelligent agents can also be used to provide personalized information and advice to patients, which can improve treatment compliance and patients' quality of life. The growing popularity of virtual assistants like GPT-3 has demonstrated the potential of intelligent agents in monitoring and treating chronic patients [53,62].

In summary, U-Health presents itself as a key tool in the future of medicine, allowing remote patient monitoring, personalization of information provided to the user, and early detection of pathologies. iDTV, wearable devices, and intelligent agents are key tools in the implementation of U-Health and the creation of a more personalized and accurate approach to medicine [54].

The possibility of using artificial intelligence to create digital twins of patients is also being explored, which can be used to perform simulations and predictions of the evolution of their health. This would allow more personalized and effective care, as doctors could design treatments tailored to the specific needs of each patient. Additionally, these digital twins can also be used to train doctors and improve the accuracy of diagnoses and treatments [55].

According to a study by Lee and Park [56], an additional developing technology in health tracking includes applying digital twins to build affective intelligent agents. Such agents could engage with patients and furnish emotional and motivational reinforcement, thereby assisting in enhancing their welfare and quality of life. Finally, it is worth highlighting the role that virtual reality is playing in health monitoring. Virtual reality can be used to create training and simulation environments for healthcare professionals, allowing them to improve their skills and knowledge in safe and controlled environments. In addition, virtual reality is also being used in patient rehabilitation, as it allows the creation of immersive and motivating environments that promote injury recovery. [57].

In conclusion, the combination of various emerging technologies such as iDTV, artificial intelligence, digital twins, virtual reality, the metaverse, and intelligent agents is transforming the way patient health is monitored and managed. These technologies allow for more personalized and effective care, which can improve patient well-being and the efficiency of the healthcare system as a whole. However, it is important to keep in mind that these technologies also pose significant challenges, such as the need to ensure the privacy and security of patient data, and the need to train healthcare professionals in the use of these technologies. [58].

Referencias

1. Chakraborty, C., Banerjee, A., Kolekar, M. H., Garg, L., & Chakraborty, B. Springer-Verlag: Internet of Things and Big Data for Healthcare Technologies. <https://www.springer.com/gp/book/9783030788483> (2021).
2. Xia, L., Wang, Y., Sun, X., & Yang, Y.: Survey on depth and RGB image-based 3D hand shape and pose estimation. *Virtual Reality in Healthcare: A Review. Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 3(4), 295-317. <https://doi.org/10.1016/j.vrih.2021.05.002>
3. Jia, J., & Liu, X.: Security and Privacy in U-Healthcare Big Data: Opportunities and Challenges. In *Big Data Analytics for Cyber-Physical Systems: Machine Learning for the Internet of Things* (pp. 265-290). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41964-9_9 (2020).
4. Kshetri, N.: Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005> . (2018).
5. Koufi, V., & Malamateniou, F.: The role of training and education on adopting new healthcare information systems: Lessons learned from a systematic literature review. *Journal of Biomedical Informatics*, 84, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2018.07.014> (2018).
6. Imran, M., Din, I. U., Ahmad, N., Ali, G., & Nawaz, R.: Secure Authentication for U-Healthcare Using Blockchain. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Science and Education Technology (ICCSET 2021)* (pp. 424-430). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6671-6_49 (2021). Abadía-Taira, M. B. (2019). La cronicidad, un nuevo paradigma. *Panorama social*, 29, 41-51.
7. European Union: Health at a Glance: Europe: State of Health in the EU Cycle. (2020). OECD. 2020
8. Muñoz-Rivas, N., Cánovas-Martínez, E., & Abadía-Taira, M. B.: Medicine of the future: wearable technology and big data. *Frontiers in Digital Health*, 2, 4. (2020).
9. Desa, U. N: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: *World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)*. (2019).
10. Ramos, J., Soguero, C., Mora, I., Rojo, J.L., & Cabo-Salvador. J.: M-Health y su impacto en la calidad asistencial. En: J. Cabo-Salvador. (Ed.), *Gestión de la calidad en las organizaciones sanitarias*, (pp. 1009-1052). Madrid, España: Díaz de Santos (2014).
11. Musamih A.; Yaqoob I; Salah K; Jayaraman R; Al-Hammadi Y; Omar M; Ellahham S.: *Metaverse in Healthcare: Applications, Challenges, and Future Directions*. <https://doi.org/10.1109/MCE.2022.3223522> (2022).
12. Vargas-Cerdas, S., Rodríguez-Sánchez, J. F., & Rodríguez-Flórido, M. A.: *Metaverse and Health: An Overview of the Latest Trends in Biomedicine, Biomedical Engineering, Medical Education, and Surgery*. *Healthcare*, 9(2), 221. doi: 10.3390/healthcare9020221 (2021).
13. Stojanovic, S. D., & Djordjevic-Kajan, S.: The role of the metaverse in medicine. *Vojnosanitetski preglad*, 77(1), 1-7. <https://doi.org/10.2298/vsp180915228s> (2020).
14. *Frontiers in Virtual Reality: Metaverse for Virtual Reality Applications*. <https://www.frontiersin.org/research-topics/20201/metaverse-for-virtual-reality-applications>. (2021).
15. *Blockchain in Healthcare Today.: The Future of Healthcare is Decentralized: How Blockchain and NFTs are Changing the Game*. [Artículo en línea]. Disponible en: <https://blockchainhealthcaretoday.com/index.php/journal/article/view/123/319> [Último acceso: 26 de marzo de 2023].
16. Mousavi, B., Wu, W., Schreurs, R., & Haakma, R.: Tele-rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of medical internet research*, 22(9), e23144. doi: 10.2196/23144 (2020).
17. Chen, X., Tan, J., Xiang, L., & Li, J.: The application of virtual reality technology in medical education: a novel approach to improve surgical skills and teamwork. *Journal of Surgical Education*, 77(5), 1135-1142. doi: 10.1016/j.jsurg.2020.03.008 (2020).
18. Liang X, Wang Q, Jiang S, Guo Y. Metaverse: A Visionary Conceptual Framework for Future Internet. *IEEE Network*.;32(2):112-117. (2018).
19. Liao S, Duong T, Lee J, Ghanouni P.: Virtual and augmented reality in medical education and health care: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*.16(2):e0246409 (2021)
20. Hu Z, Li Y, Li Q, et al. Virtual reality technology assisting surgery for upper cervical spine diseases: a systematic review from 2009 to 2019. *Eur Spine J*. 2021;30(2):479-489.
21. Kotecha, A., & Fowler, D. L.: Precision Surgery. In *Medical Robotics* (pp. 225-237). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30712-8_17] (2020).

22. Yang, K., & Kwak, J.: A review of virtual reality research in construction engineering and management. *Advances in Civil Engineering*, 2020. [\[https://doi.org/10.1155/2020/8858769\]](https://doi.org/10.1155/2020/8858769) (2020).
23. Cai, H., & Zheng, Y. : Medical big data analysis and processing. In *Medical Big Data and Cloud Computing* (pp. 1-17). Springer, Singapore. [\[https://doi.org/10.1007/978-981-15-4065-5_1\]](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4065-5_1) (2021).
24. Kim, Y. T. : Robot-assisted surgery: Current status and future directions. *Journal of Medical Systems*, 43(4), 85. [\[https://doi.org/10.1007/s10916-019-1215-6\]](https://doi.org/10.1007/s10916-019-1215-6) (2019).
25. Ding, X., Chen, X., Zhao, C., & Shang, J. : Surgical navigation technology: present and future. *Computer Assisted Surgery*, 1-7. [\[https://doi.org/10.1080/24699322.2021.1895572\]](https://doi.org/10.1080/24699322.2021.1895572) (2021).
26. Chen, T. Y., Chen, Y. T., Huang, H. K., & Wu, Y. H.: Medical image processing for computer-aided diagnosis. In *Computer-Aided Diagnosis* (pp. 1-23). Springer, Singapore. [\[https://doi.org/10.1007/978-981-15-4891-9_1\]](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4891-9_1) (2020).
27. Poon CCY, Zhang YT, Bao SD, et al. A ubiquitous healthcare solution for eldercare on demand. *Telemed J E Health*;12(5):560-565. doi:10.1089/tmj.2006.12.560 (2006).
28. Lymberis A, Gatzoulis L. Ubiquitous health monitoring and management: opportunities and challenges. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*;10(1):22-45. doi:10.1109/TITB.2005.856689 (2006).
29. Wong CK, Wang Y, Yeung DY. Ubiquitous health monitoring system for elderly with diseases. *Stud Health Technol Inform*;121:220-228. PMID: 17094509. (2006).
30. Kim, J., & Ryu, H.: The Current Status and Future Direction of Electronic Medical Records in Korea. *Healthcare Informatics Research*, 24(4), 253–261. <https://doi.org/10.4258/hir.2018.24.4.253> (2018).
31. Eapen, Z. J., Vavalle, J. P., & Granger, C. B.: Precision medicine and personalized care for heart failure: will machine learning be the game changer?. *JACC. Heart failure*, 7(5), 371–380. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2018.12.016> (2019).
32. Ramos-Rodríguez, E.: CRISPR-Cas9 genome editing: current applications and future prospects for neurological disorders. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2020.00111> (2020).
33. Katsoulakis, E., Pappas, P., & Papalois, A.: 3D Printing and Virtual Reality: A Narrative Review of the Current State of Affairs in Surgery. *Annals of Transplantation*, 26, e931910. (2021).
34. Shu, L., Li, X., Li, Z., Ren, X., & Wen, L. (2021). Intelligent diagnosis and precision treatment of breast cancer based on artificial intelligence and gene detection. *Future Oncology*, 17(5), 511-524.
35. Ghosh, S., & Shin, S. Y. (2020). Ethical issues and considerations for designing and conducting wearable health research. *Journal of Biomedical Informatics*, 110, 1-10
36. Iyawa, G. E. (2021). Applications of the internet of things (IoT) in healthcare: A review. *Heliyon*, 7(1), e05953. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05953>
37. Masood, A., Sharif, F., & Ali, S. A. (2021). IoT-based healthcare systems: A review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(6), 5861–5887. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03350-2>
38. Kumar, A., & Singh, P. (2021). Interactive digital television (iDTV) based health services and applications: A comprehensive review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(8), 8637–8660. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03846-0>
39. Wu, Q., Sun, M., Shen, L., & Du, X. (2021). Exploring the potential of metaverse for healthcare: A review. *Journal of Medical Systems*, 45(6), 64. <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01781-5>
40. Lugiái, F., Pham, Q. V., & Tantithamthavorn, C. (2021). Internet of things for healthcare: A comprehensive survey. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(7), 7131–7166. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03369-6>
41. Hernández-Orallo, J., Flórez-Revuelta, F., & Kose-Bagci, H. (2021). A review of wearable technologies for elderly care that can accurately track indoor position, recognize physical activities and monitor vital signs in real time. *Sensors*, 21(1), 206. <https://doi.org/10.3390/s21010206>
42. Hassan, M. A., Azam, N., Ahmad, A., & Amin, M. B. (2021). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 7(2), 15–20. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2021.03.002>
43. Kumar, A., & Singh, H. (2021). Interactive digital television for healthcare: A systematic review. *Health informatics journal*, 27(2), 146-155. doi: 10.1177/1460458220961808
44. Wu, J., Du, Y., Hu, X., & Gu, X. (2021). Application of metaverse technology in medical education and training. *Annals of translational medicine*, 9(1), 78. doi: 10.21037/atm-20-4002

45. Lugiai, S., Riggio, R., Atzori, L., & Pilloni, V. (2021). Privacy in Internet of Things Healthcare Applications. In *EAI/Springer Innovations in Communications and Computing* (pp. 1-8). Springer. doi: 10.1007/978-3-030-78105-5_1
46. Hernández-Orallo, E., García-Zapirain, B., & García-Sáez, G. (2021). Wearable Technology for Healthcare: Monitoring and Diagnosis. *Sensors*, 21(11), 3631. doi: 10.3390/s21113631
47. Hassan, T., Hasan, M., Abbas, H., Hussain, M., & Alghamdi, M. (2021). An IoT-Based Architecture for Personalized Healthcare Monitoring Systems. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 1-17. doi: 10.1155/2021/6642619
48. Chen, J., Lam, C. P., & Li, Y. (2021). Telemedicine and artificial intelligence in healthcare. In *Artificial Intelligence in Healthcare* (pp. 313-333). Springer, Cham.
49. Ohannessian, R., Duong, T. A., & Odone, A. (2020). Global telemedicine implementation and integration within health systems to fight the COVID-19 pandemic: a call to action. *JMIR Public Health and Surveillance*, 6(2), e18810.
50. Sarfo, L. A., Awuah, R. B., Asimwe, A., Ssendikadiwa, C., & Kouyate, S. (2021). Telemedicine in Sub-Saharan Africa: systematic review of applications in the delivery of health services. *African Journal of Primary Health Care & Family Medicine*, 13(1), 1-7
51. Li, Y., Zhang, D., Jin, Y., Wang, H., & Liu, B. (2018). Affective computing based on personalized digital twins in the Internet of Things. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(3), 1753-1762.
52. Alharbi, A., Althobaiti, M., Aldosari, M., Alamri, A., & Alghamdi, A. (2021). Wearable devices and mobile applications in healthcare: A systematic review. *Health Informatics Journal*, 27(2), 146-156.
53. Yang, X., Song, Y., & Wang, L. (2021). A review of intelligent agent technologies in healthcare. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 3942.
54. Covelo, C., Montero, J., & Cano, J. C. (2020). U-health: Una revisión de las tecnologías emergentes aplicadas a la salud personalizada. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E36), 1-15.
55. García-Saiz, D., Gómez-de la Cruz, E. J., & de Miguel-Molina, M. (2020). Digital Twins for Health: An Overview. *IEEE Access*, 8, 142594-142607.
56. Izquierdo-Gracia, P., Torres-Sospedra, J., & Belmonte-Fernández, Ó. (2021). Affective Digital Twins: A Review of Their Applications and Challenges. *IEEE Access*, 9, 23853-23866.
57. López-Menchero, E., Díaz-Caballero, A. J., Escolar-Reina, P., Vidaña- Márquez, E., & Hernández-Morales, M. (2020). A systematic review of the use of virtual reality in training and rehabilitation of healthcare professionals. *Journal of Clinical Medicine*, 9(10), 3255.
58. Barnes, S.J., Brouters, K.D., & Ghauri, P.N. (2021). The transformation of healthcare in the digital age: Challenges and opportunities. *International Journal of Information Management*, 57, 102290.
59. Bodenheimer, T. & Berry-Millett, R. (2009). *Care management of patients with complex health care needs*. Princeton, NJ: Robert Wood Johnson Foundation.
60. Busse, R., Blümel, M., Scheller-Kreinsen, D., & Zentner, A. (2009). *Managing chronic disease in Europe: The initiative for sustainable healthcare financing in Europe*. Retrieved from: <http://www.sustainhealthcare.org/navigation/CDM>
60. Cabo-Salvador, J. (2017). El impacto de la u-health, inteligencia artificial robótica y nanotecnología en la medicina y el derecho. *Proceedings XXIV Congreso Nacional de Derecho Sanitario*, (pp.1-43). Madrid, España. https://www.aeds.org/img/aeds/files/documents_information/confmagistraljcabo-2pdf.pdf
61. Cabo-Salvador, J., de Castro C, Cabo, V., Ramos, J., & López, M. (2017). El futuro de la IPTV integrada con la inteligencia artificial en la gestión socio sanitaria integrada. *Disease Management. In: Proceedings of the 6th Iberoamerican Conference on Disease Management: Applications and Usability for Interactive TV. JAUTI* (pp.115-129). https://www.researchgate.net/publication/362279336_EL_FUTURO_DE_LA_SALUD_EL_HOSPITAL_VIRTUAL_DIGITAL_EN_CASA_Autores_Javier_Cabo_Carlos_De_Castro_Veronica_Cabo_isabel_Isabel_De_la_Torre_Isabel_De_Castro_J_Miguel_Ramirez
62. Cabo-Salvador, J., Velarde, J.M., Cabo, V., de Castro, C., & Ramos, J. (2018). Monitoring and treatment of chronic patients through uHealth: Keys to sustainability (efficiency) and quality of care. *Sistemas & Telemática*, 16(45), 55- 83. https://www.researchgate.net/publication/327520938_Monitoring_and_treatment_of_chronic_patients_through_uHealth_Keys_to_sustainability_efficiency_and_quality_of_care

63. Cabo-Salvador, J., Ramirez-Uceda JM, Cabo, V., Ramos, J., & de Castro, C. (2018). Ubiquitous computing and its applications in the disease management in a ubiquitous city. *Journal of Computer and Communications*,6(3), 19 .
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=83132>
64. Meskó, B., Drobni, Z., Béneyei, É., Gergely, B., & Györfy, Z. (2017). Digital health is a cultural transformation of traditional healthcare. *Mhealth*, 3, 38.
<https://doi.org/10.21037/mhealth.2017.08.07>
65. Abril-Jiménez, P., Vera-Pérez, J.F. y Aleixandre-Benavent, R. (2022). Realidad virtual, aumentada y mixta en educación médica. *Health and Technology*.
<https://doi.org/10.1007/s12553-022-00678-5>
66. Neff, G. & Nagy, P. (2022). Automating the medical gaze: Diagnostic vision and algorithmic images in digital medicine. *Health Informatics Journal*.
<https://doi.org/10.1177/14604582221074414>
67. Liang, S.F. et al. (2021). Artificial Intelligence in Precision Medicine: Applications, Challenges and Future Trends. *Cells*, 10(11), 2969.
<https://doi.org/10.3390/cells10112969>
68. Rivas-Moya, N. et al. (2021). Technological Trends and Challenges in the Era of Precision Medicine and Ubiquitous Health: In Silico Clinical Trials and Digital Twins for Healthcare 4.0. *Diagnostics*, 11(11), 2105
<https://doi.org/10.3390/diagnostics11112105>
69. [1] Clifton, L., Clifton, D.A., Pimentel, M.A.F., Watkinson, P.J. & Tarassenko, L. (2020). Predictive monitoring of mobile patients by combining clinical observations with data from wearable sensors. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 23(4), 1314-1322. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2019.2893945>
70. Krittanawong, C., Zhang, H.J., Wang, Z.Y., Aydar, M. & Kitai, T. (2022). The rise of artificial intelligence and the uncertain future for physicians. *European Journal of Internal Medicine*, 102248. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2022.102248>
71. Marino, D., Sulis, E. & Mancon, A. (2020). AnthropicArtificialIntelligence. Healthcare modelling through Digital-Twins. In C. Stephanidis (Ed.), *HCI International 2020 - Posters* (pp. 519-527). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50732-9_63
72. Shah, S.J., Katz, D.H., Selvaraj, S., Burke, M.A., Yancy, C.W., Gheorghade, M., Bonow, R.O., Huang, C.C. & Deo, R.C. (2022). Phenomapping for novel classifications of heart failure with preserved ejection fraction. *Circulation*, 141(11), 891-906. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.055083>
73. Wilsford, D., Chan, V., Gu, Y., Hingorani, M. & Nogin, A. (2022). Digital Twin: Personalized cardiac modeling for intervention. *Methods*, 204, 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2021.11.014>
74. Chu, L., Gao, S., Li, W., Jin, K., Li, C., Han, S., Shi, S., Li, J., Yang, X., Gou, X., He, Y. & Wang, X. (2021). Applications of digital twin technology in clinical diagnosis and treatment. *Bioscience reports*, 41(1), BSR20210622. <https://doi.org/10.1042/BSR20210622>
75. Kohan, L., Carvalho, A.R.S., da Silva, A.N.R. & Cuminato, J.A. (2021). The use of digital twins for training healthcare professionals. *Healthcare*, 9(10), 1268. <https://doi.org/10.3390/healthcare9101268>
76. Wichmann, C.S., Brunner, J.O., Ellinger, P. et al. (2022). Artificial intelligence and machine learning in cardiovascular medicine: possibilities, challenges, and limitations *European Heart Journal*, 43(4), 353-363. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab598>
77. Wang, J., Li, X., Lu, L. & Zhang, Y. (2022). Clinical Application of Artificial Intelligence in Cardiovascular Diseases: Status, Challenges and Future Directions. *Theranostics*, 12(4), 1748-1763. <https://doi.org/10.7150/thno.67828>
78. Liu, X., Faes, L., Kale, A.U., Wagner, S.K., Fu, D.J., Bruynseels, A., Mahendiran, T., Moraes, G., Shamdass, M., Kern, C., Ledsam, J.R., Schmid, M.K., Balaskas, K., Topol, E.J., Bachmann, L.M., Keane, P.A. & Denniston, A.K. (2021). A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Digital Health*, 3(6), e271-e297. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00012-2](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00012-2)
79. Vayena, E., Blasimme, A. & Cohen, I.G. (2022). Machine learning in medicine: Addressing ethical challenges. *PLoS medicine*, 18(11), e1003825. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003825>

Video Content Creation and Consumption |



Personalized extra information to documentary videos, generated through an iTV crossmedia system – Improved Interfaces

Alcina Prata¹, Teresa Chambel², Jorge Ferraz de Abreu³

¹Superior School of Technology (ESTS), Polytechnic Institute of Setúbal

{alcina.prata@estsetubal.ips.pt}

²Lasige Faculty of Sciences, University of Lisbon

{mtchambel@ciencias.ulisboa.pt}

³Digimedia, Department of Communication and Arts, University of Aveiro

{jfa@ua.pt}

Abstract. Crossmedia systems, due to the use of different devices with specific characteristics, are a good tool to support a diversity of contexts of use through flexible solutions. From the diversity of devices that may be involved, iTV and mobile devices are privileged ones and thus have become an obligatory part of this crossmedia environments. This paper briefly addresses the design challenges that need to be considered in the design of crossmedia environments capable of generating personalized extra information to documentary videos, from different devices. The system designed to illustrate our research, and which evolved from previous versions, is called eiTV and generates a personalized web-based content, which provides extra information about users' selected topics of interest while watching a specific video from a documentary genre. The web-based content may be generated, accessed, personalized, shared and (immediately or later) viewed through iTV, PC and mobile devices depending on the users' needs. In this paper, some system functionalities were tested with a specific focus on two proposed interfaces to select the topics of interest. The evaluation was carried out through the use of high-fidelity prototypes, with the participation of 50 elements, from 17 to 52 years old, and the good results are presented and discussed.

Keywords: Crossmedia, Transmedia, Video, Web-content, iTV.

1 Introduction

Crossmedia is a very important buzzword. Crossmedia systems refer to those where the same message is distributed through different channels/platforms (the keyword is repetition; the same content being delivered through different devices/platforms) [1-2]. At this point it is consensual that, due to their characteristics, number of devices involved and capability to support a diversity of context of use through flexible and personalized solutions, crossmedia environments, since its appearance in the nineties, have been gaining space in a diverse number of areas [1-3] and the prevision is that they will continue to grow [11]. The success and adoption of these environments was mainly propelled by different factors as the use of new and appealing

devices and environments (mainly the social networks), technological advances, new and viewers change in terms of interests and habits and the systems characteristics, which the most relevant are, flexibility, diversity and mobility, so essential to support today's lifestyle [3] and a world that, in fact, is crossmedia in its essence [4].

One of the areas that, particularly, benefited from crossmedia systems was learning [5-7], very important considering that, lifelong learning became a necessity. When it comes to the medium used to support learning through crossmedia systems, video is one of the richest and favorite ones. In what relates to the devices used to access the videos (even when referring to TV consumption) it is spread amongst many different devices [8-9], being TV, PC, and mobile devices, the privileged ones. There is no universal preferred device, the preferences depend highly on the age range and technological literacy. Each device can open the door to flexible environments through structure and interaction. However, the design of these crossmedia environments/systems faces some challenges that may affect their effective use and need to be addressed [10-11].

The eiTV system designed and developed to illustrate our research, has been through an evolution process of 4 generations of prototypes, all ranging from low to high fidelity prototypes. The first-generation prototype's conceptual goal was to explore the design of an application capable to generate, from iTV, personalized web-based contents as additional information to the program being watched, in response to informal learning opportunities, to be seen through PC, TV or mobile [12]. The second-generation was propelled by a 'beyond iTV' desire as well as with the appropriateness of a portal instead of an isolated application. Thus, this generation is more aligned with the concept of 'going beyond iTV in the cloud' [13]. The third-generation conceptual focus was on mobility taking the best advantage from mobile phones, in terms of mobility and specific features [14-15]. Finally, the fourth-generation conceptual foundation keywords were diversity and socialization. Diversity in terms of available video genres (on the previous generations only series videos were used) and socialization in terms of interaction model functionalities to supports users' communication needs. Thus, this generation main concern was, adapt the existent interaction model to conceptually accommodate diverse types of videos, providing the system with a different level of flexibility and continuity. The first step was the redesign of our system interaction model considering the dynamics and characteristics of documentary videos and the design of the 'V0 fourth generation prototypes', which are described in detail in [4, 16]. After the good results achieved with these prototypes where, for the first time, the videos were from a documentary and thus more complex due to its dynamic nature and lean forward cognitive associated mode [4-16], the V1 fourth generation prototypes (the contribution of this paper) were conceptualized and developed to provide continuity to the V0 identified research opportunities and a solution to the V0 detected problems [4-16]. Concluding, the research question is: *is it possible to create an easy, intuitive, and non-intrusive interaction model that allows interacting with documentary videos in the context of the previous developed eiTV system?*

After this introduction, Section 2 includes a review of related work and concepts, Section 3 mentions important design challenges of crossmedia applications and presents some of the most important design decisions, Section 4 describes the evaluation process and, finally, Section 5 presents the conclusions and perspectives for future research and developments.

2 Related Work

This section addresses some of the more relevant related research studies in crossmedia environments that include the same or similar devices and/or have informal/formal learning goals and uses integrated social communication tools. The TAMALLE project [17] developed a ‘dual device system’ for informal English language learning, based on watching iTV and selecting what to access later on mobile phones. This was an interesting system capable to accommodate different cognitive modes and different contexts of use, especially, if considering the mobile phone possibilities. Obrist et al. [18] developed a “6 key navigation model” and its interface for an electronic program guide running on the TV, PC and mobile phone. The different devices were not used in a complementary way since the intention was to test a similar interface, on three different devices. They have perceived that viewers prefer fewer navigation keys and a unified UI with the same functionalities across devices. This confirmed our prototypes UI design last decisions. Newstream [19] provides extra information about what is being watched and related websites, using TV, PC and mobiles. Depending on the viewers’ needs, that extra information may be viewed immediately, stored for later view, or pushed to another device. Each device maintains awareness of each other and can: move interaction to the device that makes the most sense in a specific context, use several devices simultaneously, and use the mobile device as a remote to the TV and PC. Limitations include: the system relies almost exclusively on social networks to receive and share content, for interaction and dialogues; and the limited viewer direct influence on the new content presented as extra information. Our work is more flexible in these concerns. 2BEON [20], currently called WeOnTV is, an iTV application which supports the communication between viewers, textually and in real-time, while watching a specific program. It also allows viewers to see which of their contacts are online, which programs they are watching, and instant messaging on the iTV, demonstrated to be important to give viewers a sense of presence and was implemented with smartphones as “secondary input devices”. This work demonstrates the importance of sharing information with viewers’ contacts about what they are watching on TV, which supports our own decision to include a sharing functionality in eiTV. Cronkite [21] provides extra information to viewers of broadcast news. While viewers are watching a news story, they feel the need to know more about it, they press the “interest” button on their remote and the system provides them with extra information on the computer display. The extra information, is about the story that they are watching rather than specific topics of interest inside the story, which is somehow limited. To have the system working, both TV and PC need to be simultaneously on. The system is limited considering that the extra information is not stored for latter view (and that might be the viewers’ preference). Our application stores the related information for later use, the simultaneous use of iTV and PC is a possibility but not the only option, viewers may select very specific topics of interest inside a story instead of the whole story and some specific functionalities, as asynchronous communication tools, were also contemplated.

Recently, the first study about the effect of operation latency on user experience and operation performance for crossmedia systems was published. [11]. The authors found out that, as the operation latency increased above certain values, the user satisfaction dropped. The study presents some specific time values that will be a good input for our future prototype evaluation process.

3 eiTV CrossMedia Design

This Section briefly addresses the main functionalities (with a specific focus on the create functionality, which was the contribution of this paper) and the design options concerning the eiTV Crossmedia system, in response to previously identified cognitive and affective fundamental aspects to the effective design of crossmedia environments and interfaces where video plays a key role. Those aspects, which detailed description may be found in our previous work [5], are: Norman's classification of two fundamental cognitive modes, experiential and reflective [22]; the main challenges of crossmedia interaction design: consistency, interoperability, the technological literacy needed for the different devices [23], and the different interaction scenarios and contexts involved [26]; the perception of the system as a whole unit instead of different devices and the UX related issues [25]; the UX evaluation methods and measures relevant, when ubiquitous TV is involved [18]; continuity across the different devices [26] and contexts of use; synergic use [27]; each device characteristics and design guidelines [4-5].

3.1 eiTV Architecture and Navigational Model

The eiTV system architecture is a portal aggregator of all the functionalities which may be accessed from any of the devices (iTV, PC and mobile devices) thus working as a true 'ecosystem of devices'. Through the portal we may: generate web-based contents; see, edit and share web-based contents, upload files, change profile, etc. In sum, everyone may receive web contents generated by the eiTV, a characteristic that provides flexibility to the application. As to the navigation, a menu style navigation, which provides users much more control over their choices considering that all the functionalities may be accessed at any moment, directly through the menu or through the chromatic keys, was implemented. This navigation model improves: the application interoperability since it shows people how it works; the UX which becomes more coherent considering that users easily perceive the system as a whole unit; the crossmedia interaction continuity through different devices and the interaction consistency considering that it becomes easier to reuse users interaction knowledge. Due to its flexibility this model is also more adapted to changes in cognition modes, levels of attention and technological literacy.

4.1 Eitv Functionalities

a) The Create functionality, the focus of this work, allows users to watch videos and select topics of interest for further information. On previous designed and tested prototypes (the fourth generation V0 prototypes presented in [4, 16]) the videos used were about documentaries. To improve these interfaces, which revealed to have some weaknesses, as may be seen in detail from [4-16], the interaction models were improved, and two new models arose from there (a1 and a2, which may be seen in Figure 1):

a1) The selectable topics appear underlined in the subtitles and due to the nature and characteristics of the videos being used (documentary), each line may contain one selectable topic. Let's imagine the traditional subtitle with 2 lines. The first line selectable topic appears underline and with a blue shade for a few seconds (see Figure 1), then the shade migrates to the second line topic while the first line topic becomes grey (signaling that it is no longer selectable, at least at that moment). Using a blue shade, that appears while the topic is being pronounced, activates the UX by recreating other interfaces commonly used (as for instance the Orwell game)

that are perceived as usable and intuitive due to the feedback that provides. By using a design solution that is typically used through the web in an iTV interface, we expected to create a certain continuity amongst the different devices and experience as well as provide the system with more flexibility. To choose a topic the user just needs to press the OK button while the topic is active. The subtitle topics appear in the up-right corner of the screen to provide visual feedback on the choices that were made (the selected topics appear in white color and with the ✓ symbol in front. The topics that were not selected appear in grey and strikethrough). Important to mention that this option is activated by default but, to assure personalization and a low level of interference, it may be easily deactivated by pressing the “i” button. When the videos being watched don’t have subtitles, only the selectable topic words appear onscreen, in the right-up corner of the screen, one in each line, and the blue shadow effect is used as described before.

a2) In this interaction model the selectable topics appear underlined and, also, one selectable topic was made available per line. However, contrary to the interaction model a1), the information about the available and selected topics are in front of the title, in an independent area and box, to create a continuity effect and try not to disperse the attention from the main title. The blue shade effect, already described in a1), was used, as well as the possibility to deactivate the extra information box.

In both interaction models a1) and a2), the information about a topic was made available in three levels, from less to high informative (as presented in Table 1):

Table 1. Levels of information about a topic

Level	Description/Ambit	Interface:
Level 1 (topics)	Only implies the use of the designed solutions to select topics of interest	1. remote OK button when watching the video from the TV 2. to touch the screen (when watching the video from the mobile) 3. use the mouse or touch the screen when watching from the PC)
Level 2 (summary)	Implies the immediate display of extra information as a brief summary about the topics	The immediate extra information appears: 1. overlaid onscreen or 2. embedded onscreen
Level 3 (structured)	Implies the immediate display of extra information, namely a structured list of that topic main aspects or options that the user may choose	The immediate extra information appears: 1. overlaid onscreen or 2. embedded onscreen

At any moment of the viewing experience, the user may change between levels of information just by pressing buttons 1, 2 or 3 or by using the directional buttons or by using the mouse or touch screen (depending on the device being used). Thus, the eiTV navigation is adaptable to users with different technological literacy. It was decided to keep the 3 levels of information, with embedded and overlaid options on levels 2 and 3, since we saw from the previous prototypes [13-14], that they play an important role to accommodate users’ changes in cognition modes, levels of attention, goals, needs and interaction preferences. These options also give users the possibility to personalize their viewing/interactive model, so important when video is involved [4].

Interaction model a1)



Interaction model a2)



b) Other functionalities, which are detailed explained on previous work [5], were conceptualized to provide the system with flexibility, continuity, and unity, namely: Search functionality, to search videos based on different criteria (to provide the system with flexibility); Share functionality, which allows sharing the web-based content or the retrieved video with other users; User Profile functionality which allows users' to create their profile manually or by importing their personal data from social networks (under their strict consent), thus improving flexibility; DF functionality which allows having each device doing what it is most suited (as an example, in terms of mobile devices, some of tools explored were mobile flexibility and mobility, location-based search using the GPS functionality and, add immediately, or latter, shot pictures or videos, that may be related to the video being watched, as additional information to the web-based content or, instead, really integrated as part of the web-based content); Devices Synchronization functionality, which gives users the possibility to synchronize devices and make them work as a true ecosystem of devices; Chat functionality, designed to provide users with more flexibility and to support their social communication needs (so important amongst the youngest population) without losing the sense of unity (considering that they don't need to use external means and devices to communicate, just the ones included in the eiTV system in a specific an integrated way). Important to remind that, for the purpose of this paper, only the create functionality was implemented in high fidelity.

Some of our priorities were: the consistency in UX and the perception of the system as a coherent unity, independently of the number of devices being used. Thus, we decided to keep a coherent layout in terms of colors, symbols and other graphic elements, as navigational buttons, to better contextualize users, give them a sense of unity in their UX, allow a smooth transition among media and devices and provide consistency in terms of look and feel. Users are aware that they may access their eiTV system through different devices

whenever they create web contents, helping to conceptually understand the system as an ‘ecosystem of devices’.

5 Evaluation

The formulated research question was: *is it possible to create an easy, intuitive, and non-intrusive interaction model that allows interacting with documentary videos in the context of the previous developed eiTV system?* From here it is possible to see that we need to evaluate the proposed interaction model for the documentary videos (which must be adequate for iTV, mobile and PC). The UX evaluation is important in any type of system and context [29] so, it was conducted. The UX methods and measures considered relevant for this specific case were observation, case studies, lab experiments, experience sampling method, questionnaire, interviews and focus groups. In a previous phase, we designed 4 proposals to the Create functionality interaction model. These were tested with the help of 5 usability experts and 10 users. That evaluation (which was not described in this paper due to space constraints) allowed us to choose the 2 best proposals (a1 and a2), the ones that were implemented and evaluated through high fidelity prototypes. The evaluation occurred from May to September 2022, and counted with 50 participants, ranging from 17 to 52 years old, which were grouped into 2 evaluation groups: Group 1 (G1) composed of 25 participants, aged between 17 and 50 who already participated on previous evaluations and Group 2 (G2) composed of 25 participants, aged between 19 and 52 who never were in contact with the eiTV system. Inside each group the participants were categorized into 3 subgroups as follows: 5 with high technological literacy; 10 with medium technological literacy and 10 with poor technological literacy. Both subgroups with high technological literacy were composed of 1 person with less than 25 years old, 2 persons between 25 and 40, and 2 persons with more than 40. Both the subgroups with medium technological literacy and both the subgroups with low technological literacy were composed of 10 persons (as previously mentioned) in which: 2 persons were less than 25 years old, 4 persons had between 25 and 40, and 4 persons had more than 40. As to the participants technological literacy categorization, it was possible via the use of a questionnaire with questions as: do you use Internet? e-mail? Facebook? Instagram? WhatsApp? How many hours a day? From which devices? etc. The idea of using a group of evaluators that already participated on previous evaluations was to understand to what extent this system resulted more complex and/or hard to use when compared with the previous versions. The idea of using a group of evaluators that never interacted with the system was to try to perceive how easy, useful, interesting it was for them, how usable the interfaces were, and, amongst other factors, what impact the application had on them. Important to refer that the described evaluation methodology was used with previous versions of the eiTV system with quite success [12-16] and, that was why, we decided to replicate it. The evaluation process started with a demonstration of the high-fidelity prototype using the three devices involved (iTV, PC and mobile) and the functionalities being tested. Then, users were asked to use the system to see a documentary video and generate a web-based content using both interaction models (first using a1 and, next, using a2) to choose topics of interest (through information levels 1, 2 and 3 –explained in Table 1). This was done first through iTV, next from PC and finally through mobile. Users were also asked to use the chat functionality to contact someone while watching the videos. Finally, users were asked to fill a questionnaire and were interviewed. The

questionnaire used was based on the USE questionnaire (usefulness, satisfaction, and ease of use) [29]; the NASA TLX questionnaire (cognitive overload) [30]; and usability heuristics.

In terms of the interaction models proposed, and when running from iTV, both medium and high technological literacy categories reacted well to difficulties. In the groups with low technological literacy, and contrary to the expectations, the older participants reacted well in the presence of difficulties. As explained before, in the G2 low technological literacy group (the group that was participating for the first time), we counted with 10 participants (2 below 25 years old; 4 between 25 and 40 and 4 persons above 40). In the presence of difficulties, the two participants below 25 years reacted with higher resistance and discouragement than the older ones. This was unexpected but may be a consequence of dealing with the evaluation of iTV interfaces. In fact, the youngest generation is no longer connected to the iTV, their context of use has shifted almost completely to mobile phone and PC. As a natural consequence the older population became more used to deal with iTV and with the associated difficulties.

From Table 2 it is possible to see that, for group G1, the PC is the preferred device to generate the web-based content (40%) while for group G2 the preferred device is the iTV (44%). It is the first time that the iTV was considered the preferred device to generate a web content which is a very good indicator. In spite having older people participating in the experience, which may explain the preference for the TV set, the interaction models proposed resulted from a natural evolution and redesign of the previous versions [4-16] to achieve an intuitive and usable solution, which seems to be the case.

As already happened before, in both groups, the less preferred device to create the web-based content was the mobile device. The majority found the mobile interfaces easy to use, well designed and intuitive but the size of the screen was one of the main reasons why they considered it more adequate to consult and edit the web content than to generate it. The results indicate that users didn't feel very interested in interacting directly with the video through the mobile, they prefer to do it from iTV and PC, not due to the interaction model (has it happened before) but due to the devices characteristics, and these findings were an important step.

Table 2. Preferred Device to Generate the Web-based Content

Device to generate the Web Content	G1	G2
iTV	8 (32%)	11 (44%)
PC	10 (40%)	8 (32%)
mobile	7 (28%)	6 (24%)

As to the interaction models proposed (a1 and a2), both models were easily used, adopted, and considered intuitive but, as may be seen from Table 3, model a1) was the preferred in both groups (G1 - 64%; G2 - 56%). However, it is possible to see that for Group G2 (the ones that were using the prototypes for the first time) the difference of preference between model a1) and a2) is smaller which may indicate that, for them, both options are almost equally acceptable. Several G1 users considered that, in spite not being hard to use and understand, the box in front of the title was intrusive and different from the traditional use. Considering that the G2 users didn't mention this situation, these comments may just indicate a certain resistance in changing their conceptual model of the system, more than a real interface problem.

Table 3. Preferred Interaction Model (average values after using the interfaces in through the 3 devices)

Interaction Model	G1	G2
a1)	16 (64%)	14 (56%)
a2)	9 (36%)	11 (44%)

In terms of the chat functionality, something that was implemented on high fidelity prototypes for the second time, both groups reacted well as may be seen from Table 4. The qualitative evaluation was also very good. These results were expected considering that the usability concerns detected in the first version (which may be found in [4, 16]) were corrected.

Table 4. Evaluation of the chat functionality

Chat functionality:	G1	G2
Useful	25 (100%)	23 (92%)
Easy to use	20 (80%)	21 (84%)
Easy to learn	22 (88%)	20 (80%)
Like to have it	24 (96%)	23 (92%)
Recommend to a friend	20 (80%)	19 (76%)

The preferred device to use the chat was the mobile (somehow expected). When through the iTV, the use of the mobile as keyboard was considered interesting (but distractor from the videos being watched and confusing). As to the intention of transmitting a sense of unity through the chat, it was achieved with success (G1: 100%; G2: 96%).

As a whole, the eiTV crossmedia system was evaluated and the results are presented in table 5.

Table 5. Overall Evaluation of the Whole eiTV System

Whole Application	G1	G2
Useful	25 (100%)	22 (88%)
Easy to use	21 (84%)	20 (80%)
Easy to learn	22 (88%)	20 (80%)
Like to have it	24 (96%)	21 (84%)
Recommend to a friend	24 (96%)	18 (72%)

As can be seen, the evaluation of groups G1 and G2 is similar which is a very good indicator, but as expected, was better in G1, the group that already participated on previous evaluation and thus developed a certain sense of belonging with the system and a closer relationship with the evaluation team. The results achieved from G2, the group that never interacted with the application, were good and optimistic. In terms of qualitative evaluation, when asked why not interested in having the system: 2 users answered that they already use lots of other applications, 1 user said that he doesn't like documentaries and 1 user said that the system probably consumes a lot of space.

Important to refer that educational tests were not carried out. As mentioned previously, the generated web-based contents aggregate additional information based on the users' topics of interest so, they may be considered informal learning environments. Thus being, assessing how learning was improved by this portal was outside the scope of our work.

6 Conclusions and Future Work

The research question is: *is it possible to create an easy, intuitive, and non-intrusive interaction model that allows interacting with documentary videos in the context of the previous developed eiTV system?* From the results obtained the answer is yes. Both, the interaction models proposed (a1 and a2), to create the personalized web-based contents from documentary videos, were considered easy, intuitive, and non-intrusive of the viewing experience. In this work, only the create functionality was implemented and tested but, in high fidelity prototypes, through the three devices (iTV, Mobile and PC), with the three information levels (1, 2 and 3) available onscreen. The evaluation results were very good and showed that we have achieved better results with the interaction model proposed in this paper than we have achieved with the first version. In many aspects, the designed functionalities (mainly the Create) and the system flexibility were perceived as useful and an added value in the crossmedia research area. Some design options allowed to accommodate the changes in users' cognitive mode (e.g., information levels), and the prototype was designed and tested in a real scenario and context of use with all the devices involved. Considering the design framework followed, the trends and convergence in the use of multiple devices, and the results of this and previous studies, we have reasons to believe that our goal for this crossmedia system is worth pursuing and that we can achieve quite good results in different contexts and scenarios. However, this study presents some limitations: considering that the context of use was limited to a living room the mobility of the system was not tested; only the create functionality was implemented and tested, and only the documentary interfaces were evaluated. Thus, as future work, we intend to improve the interfaces, implement, and test de system as a whole unit (with documentaries, news, and series videos) and continue exploring the devices technological advances to create new input solutions and functionalities capable to better support users' needs and different cognitive modes in different scenarios and contexts. A continuous improvement of the interfaces and navigation model, so they may become easier to learn and be adopted by an elderly population, is also a goal. Finally, we intend to evaluate our interaction model considering the recent findings about operation latency in the context of crossmedia systems [11] already mentioned in the related work section.

References

1. Moloney, K.: Multimedia, Crossmedia, Transmedia... What's in a name? Published on 21 of April (2014)
Available at: <https://transmediajournalism.org/2014/04/21/multimedia-crossmedia-transmedia-whats-in-a-name/> , last accessed 2023/09/23
2. Gambarato, R.: Crossmedia, Multimedia and Transmedia (2020)
Published on 20 of October 2020. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=G3wdbajO6js>, last accessed 2023/09/23
3. Jenkins, H.: Transmedia missionaries: Henry Jenkins (2009)
Published in 23 of July 2009. Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=bhGBfuyN5gg>, last accessed 2023/09/20
4. Prata, A., Chambel, T., de Abreu, J.F.: Personalized Web-Based Contents, Generated Through a Cross-Media Environment, as Additional Information to Documentary Videos. In: Abásolo, M.J., de Castro Lozano, C., Olmedo Cifuentes, G.F. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI 2022. Communications in Computer and Information Science, vol. 1820, pp. 3-19. Springer, Cham (2023)
5. Prata, A., Chambel, T.: Personalized Interactive Video-based Crossmedia Informal Learning Environments from iTV, PC and Mobile Devices – the Design Challenges. In: Abásolo M. (eds) Applications and Usability of Interactive TV.

- jAUTI 2020. Communications in Computer and Information Science, pp. 89-104. Springer (2021)
6. Bonometti, S.: Learning in Cross-Media Environment. In: International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies, vol. 12(4), pp. 48-57, October (2017). DOI: 10.4018/IJWLTT.2017100105
 7. Brudy et al. (2019)], Brudy, F., Holz, C., Rädle, R., Wu, C., Houben, S., Klokrose, C., Marquardt, N.: Cross-Device Taxonomy: Survey, Opportunities and Challenges of Interactions Spanning Across Multiple Devices. In: CHI'19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1-28 (2019)
 8. Cardoso, B.: A Unificação no Consumo de Conteúdos Audiovisuais: contributos para a experiência de utilização e sugestões para operadores. In: PhD thesis, Communications and Arts Department, Aveiro university, on 14 January 2022, Portugal (2022)
 9. Abreu, J., Almeida, P., Velhinho, A., Varsori, E.: Returning to the TV Screen. In: Managing Screen Time in an Online Society, pp. 146–171. IGI Global (2019).
<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8163-5.ch007>
 10. Taplin, J.: Long Time Coming: has Interactive TV Finally Arrived?. Opening Keynote. In: Proceedings of 9th European Conference on Interactive TV and Video: Ubiquitous TV (EuroiTV'2011), in coop with ACM, pp. 9, Lisbon, Portugal (2011)
 11. Liu, X., Zhang, Y., Yan, Z., Ge, Y.: Defining 'seamlessly connected': user perceptions of operation latency in cross-device interaction. In: International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 177, pp. 103068 (2023)
 12. Prata, A., Chambel, T., & Guimarães, N. (2012). Personalized Content Access in Interactive TV-Based Cross Media Environments. In Yiannis Kompatsiaris, Bernard Merialdo, & Shiguo Lian (Eds.), TV Content Analysis Techniques and Applications (pp. 331-368). CRC-PRESS, Taylor & Francis Group, March 2012. ISBN: 978-1-43985-560-7
 13. Prata, A., & Chambel, T. (2013). The Design of Flexible Video-Based Crossmedia Informal Learning Contexts Beyond iTV, to be published soon in the Elsevier Entertainment Computing Journal.
 14. Prata, A., Chambel, T.: Mobility in a Crossmedia Environment Capable of Generating Personalized Informal Learning Contents from iTV, PC and Mobile Devices. In: Proceedings of JAUTI 2019 – VIII Conferência Iberoamericana sobre Aplicações e Usabilidade da TV Interativa, pp. 59-71, Rio de Janeiro, Brasil (2019)
 15. Prata, A., Chambel, T.: Mobility in Crossmedia Systems, the Design Challenges that Need to Be Addressed. In: Abásolo M., Kulesza R., Pina Amargós J. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI 2019. Communications in Computer and Information Science, vol. 1202. Springer, Cham (2020)
 16. Prata, A., Chambel, T., Abreu, J.: Cross-media Environment to Generate Personalized Web-based Contents as Additional Information to Documentary Videos. In: Proceedings of the 11th Iberoamerican Conference on Applications and Usability for Interactive TV (jAUTI'2022), pp: 15-27. Cordoba, Spain (2022)
 17. Pemberton, L., Fallahkhair, S.: Design Issues for Dual Device Learning: interactive television and mobile phone. In: Proceedings of 4th World Conference on mLearning - Mobile Technology: the future of Learn in your hands (mLearn'2005), Cape Town, South Africa (2005)
 18. Obrist, M., Knoch, H.: How to Investigate the Quality of User Experience for Ubiquitous TV?. Tutorial. In: Proceedings of EuroiTV'2011, 9th European Conference on Interactive TV and Video: Ubiquitous TV, Lisbon, Portugal (2011)
 19. Martin, R., Holtzman, H.: Newstream. A Multi-Device, Cross-Medium, and Socially Aware Approach to News Content. In: Proceedings of the 8th European Interactive TV Conference (EuroiTV 2010), in coop with ACM, pp. 83-90, Tampere, Finland (2010)
 20. Abreu, J.: Design de Serviços e Interfaces num Contexto de Televisão Interactiva. In: PhD Thesis, Communications and Arts Department, Aveiro University, Portugal (2007)
 21. Livingston, K., Dredze, M., Hammond, K., Birnbaum, L.: Beyond Broadcast. In: Proceedings of ACM IUI'2003, The Seventh International Conference on Intelligent User Interfaces, pp. 260-262, Miami, USA (2003)
 22. Norman, D.: Things that Make us Smart. Addison Wesley Publishing Company (1993)

23. Segerståhl, K.: Utilization of Pervasive IT Compromised? Understanding the Adoption and Use of a Cross Media System. In: Proceedings of 7TH International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM'2008) in cooperation with ACM SIGMOBILE, pp. 168-175, Umea, Sweden (2008)
24. Norman, D.: The Design of Everyday Things. New York: Basic Books (2002)
25. Segerståhl, K., Oinas-Kukkonen, H.: Distributed User Experience in Persuasive Technology Environments. In: de Kort, Y., IJsselsteijn, W., Midden, C., Eggen, B., Fogg, B.J. (eds) Persuasive Technology. PERSUASIVE 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol. 4744. Springer, Berlin (2007)
26. Florins, M., Vanderdonckt, J.: Graceful Degradation of User Interfaces as a Design Method for Multiplatform Systems. In: Proceedings of the ACM International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'04), pp. 140-147, Funchal, Madeira, Portugal (2004)
27. Nielsen, J.: Coordinating User Interfaces for Consistency. In: Neuaufgabe 2002 ed., the Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies, San Francisco, CA, USA (1989)
28. Abreu, J., Almeida, P., Silva, T.: A UX evaluation approach for second-screen applications. In: Communications in Computer and Information Science, Vol. 605, pp. 105–120 (2016)
29. Lund, A.: Measuring Usability with the USE Questionnaire. (2001)
Available at: <https://garyperlman.com/quest/quest.cgi?form=USE>, last accessed 2023/06/08.
30. NASA. NASA TLX Paper and Pencil Version (2019)
Available at: <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/tlxpaperpencil.php>, last accessed 2023/09/23.

Additional information to news videos, generated through an iTV based crossmedia system

Alcina Prata¹, Teresa Chambel², Miguel Sales Dias³

¹Superior School of Technology (ESTS), Polytechnic Institute of Setúbal

{alcina.prata@estsetubal.ips.pt}

²Lasige Faculty of Sciences, University of Lisbon

{mtchambel@ciencias.ulisboa.pt}

³ISCTE-IUL – University Institute of Lisbon

{miguel.dias@iscte-iul.pt}

Abstract. The proliferation of different devices with different characteristics led us to the appearance of crossmedia systems, which have been gaining space due to their flexibility and capability to deal with a diversity of contexts of use. These systems success resides, mainly, in their capacity to provide flexible solutions to the interaction through different devices, especially if each device is used to do what it is most suited for. Several devices may be part of these systems, but iTV and mobile devices are the privileged ones. This paper briefly addresses the design challenges that need to be considered in the design of crossmedia systems capable of generating personalized additional information to news videos, from different devices with a particular focus on iTV. The system designed to illustrate our research, and which evolved from previous versions, where different video types were tested, is called eiTV and generates a personalized web-based content, which provides additional information about users' selected topics of interest while watching a specific news video. The web-based content may be generated, accessed, personalized, shared and (immediately or later) viewed through iTV, PC and mobile devices depending on the users' needs. In this paper, some system functionalities were tested with a specific focus on two proposed interfaces to select the topics of interest in a news video. The eiTV system high-fidelity prototypes were evaluated with the participation of 30 elements, from 20 to 55 years old, and the promising results achieved are presented and discussed.

Keywords: Crossmedia, Transmedia, Video, News Videos, Web-based content, iTV.

1 Introduction

Since its appearance in the nineties, crossmedia and transmedia systems/environments have become the reality [1-2]. These systems/environments characteristics, number of devices involved and their capability to support a diversity of context of use through flexible and personalized solutions, were the reason for their success in a multiplicity of areas [1-3]. The success and adoption of these environments was mainly propelled by different factors as the use of new and appealing devices and environments (mainly the social networks), technological

advances, new and user change in terms of interests and habits, and the systems characteristics, which the most relevant are, flexibility, diversity, and mobility, so essential to support today's lifestyle [3] and a world that, in fact, is crossmedia in its essence [4].

One area that highly benefited from crossmedia systems was learning [5-7], independently of being formal or informal. As to the medium used to support learning through crossmedia systems, video is one of the richest and favorite ones while the preferred devices to access the videos (even when referring to TV consumption), are TV, PC, and mobile devices [8-9]. There is no universal preferred device, the preferences may vary and depend highly on many factors as, for instance, age range, technological literacy, mobility needs, consumption habits, cognitive mode, etc and each device may open the door to flexible environments through structure and interaction. However, the design of these crossmedia environments/systems faces some challenges that may affect their effective use and need to be addressed [10-11].

The designed and developed eiTV system (which name was chosen to suggest the use of the Internet to provide additional contents to the interactive TV, in personalized and interconnected way), which main goal was to illustrate our research, has been through an evolution process of 4 generations of prototypes, all ranging from low to high fidelity prototypes. The main concern in the 4 generation was to explore the model and functionalities that better supported: viewers change in cognition modes (also implying contributions to the application flexibility and personalization), continuity across devices, contextualization, and User Experience (UX) taking the best on each device being used. The first-generation prototype's conceptual goal, was to explore the design of an application capable to generate, from iTV, personalized web-based contents as additional information to the program being watched, in response to informal learning opportunities, to be seen through PC, TV or mobile [12]. The second-generation conceptual shift was based on a 'beyond iTV' desire as well as with the appropriateness of a portal instead of an isolated application. Thus, we may say that this generation is more aligned with the concept of 'going beyond iTV in the cloud' [13]. The third-generation conceptual focus was on mobility taking the best advantage from mobile phones, in terms of mobility and specific features [14-15]. Finally, the fourth-generation conceptual foundation keywords were diversity and socialization. Diversity in terms of available video genres (on the previous generations only series videos were used) and socialization in terms of interaction model functionalities to supports users' communication needs. Thus, this generation main concern was, adapt the existent interaction model to conceptually accommodate diverse types of videos, providing the system with a different level of flexibility and continuity. The first step was the redesign of our system interaction model [4, 16-17] considering the dynamics and characteristics of documentary videos. Next, we conducted the study presented in this paper which main goal and contribution was the redesign of the interaction model and interfaces to accommodate news videos without conflicting with the previous conceptualized eiTV solutions to accommodate series and documentary videos. Concluding, the research question is: *is it possible to create an easy, intuitive, and non-intrusive interaction model that allows interacting with news videos in the context of the previous developed eiTV system in an integrated manner?*

As to the structure of this document, Section 2 presents a review of related work and concepts. Section 3 describes some of the most important design decisions while Section 4 describes the evaluation process. Finally, Section 5 presents the conclusions and perspectives for future research and developments.

2 Related Work

The TAMALLE project [18] developed a ‘dual device system’ for informal English language learning, based on watching iTV and selecting what to access later, on the mobile phone. This was an interesting system capable to accommodate different cognitive modes and different contexts of use, especially, if considering the mobile phone possibilities. This work was important to our research due to the good results achieved by providing users with mobility in the use of the system. Obrist et al. [19] developed a “6 key navigation model” and its interface for an electronic program guide running on the TV, PC and mobile phone. The different devices were not used in a complementary way since the intention was to test a similar interface, on three different devices. They have perceived that viewers prefer fewer navigation keys and a unified UI with the same functionalities across devices. This confirmed our prototypes UI design last decisions. Newstream [20] provides extra information about what is being watched and related websites, using TV, PC and mobiles. Depending on the viewers’ needs, that extra information may be viewed immediately, stored for later view or pushed to another device. Each device maintains awareness of each other and are able to: move interaction to the device that makes the most sense in a specific context, use several devices simultaneously, and use the mobile device as a remote to the TV and PC. Limitations include: the system relies almost exclusively on social networks to receive and share content, for interaction and dialogues; and the limited viewer direct influence on the new content presented as extra information. Our work is more flexible in these concerns. 2BEON [21], currently called WeOnTV is, an iTV application which supports the communication between viewers, textually and in real-time, while watching a specific program. It also allows viewers to see which of their contacts are online, which programs they are watching, and instant messaging on the iTV, demonstrated to be important to give viewers a sense of presence and was implemented with smartphones as “secondary input devices”. This work demonstrates the importance of sharing information with viewers’ contacts about what they are watching on TV, which supports our own decision to include a sharing functionality in eiTV. Cronkite [22] provides extra information to viewers of broadcast news. While viewers are watching a news story, they feel the need to know more about it, they press the “interest” button on their remote and the system provides them with extra information on the computer display. The extra information, is about the story that they are watching rather than specific topics of interest inside the story, which is somehow limited. To have the system working, both TV and PC need to be simultaneously on. The system is limited considering that the extra information is not stored for latter view (and that might be the viewers’ preference). Our application stores the related information for later use, the simultaneous use of iTV and PC is a possibility but not the only option, viewers may select very specific topics of interest inside a story instead of the whole story and some specific functionalities, as asynchronous communication tools, were also contemplated.

In a recent study about operation latency in the context of crossmedia systems [11], the authors explored the effect of operation latency on user experience and operation performance for four cross-device tasks, and found out that, as the operation latency increased, the user satisfaction dropped. The study presents some specific time values that will help us in our future prototype evaluation process.

3 Crossmedia Design in eiTV

This Section briefly presents the main functionalities (with a specific focus on the create functionality, what's new in this paper) and the design options concerning the eiTV Crossmedia system, in response to previously identified cognitive and affective fundamental aspects to the effective design of crossmedia environments and interfaces where video plays a key role. Those aspects, which detailed description may be found in our previous work [5], are: Norman's classification of two fundamental cognitive modes, experiential and reflective [23]; the main challenges of crossmedia interaction design: consistency, interoperability, the technological literacy needed for the different devices [24], and the different interaction scenarios and contexts involved [26]; the perception of the system as a whole unit instead of different devices and the UX related issues [26]; the UX evaluation methods and measures relevant, when ubiquitous TV is involved [19]; continuity across the different devices [27] and contexts of use; synergic use [28]; each device characteristics and design guidelines [4-5].

3.1 Architecture and Navigation Model of the eiTV

In terms of architecture, the eiTV system works as a portal aggregator of all the functionalities. The portal may be accessed from any of the devices (iTV, PC and mobile devices), thus working as a true 'ecosystem of devices'. Through the portal it is possible to: generate web-based contents; see, edit, and share web-based contents, upload files, change profile, communicate via chat, etc. Everyone may receive web-based contents generated by the eiTV, a characteristic that provides flexibility to the application.

In terms of navigation model, a menu style navigation was implemented. It provides users much more control over their choices, improves the system interoperability, implies a more coherent UX considering that users easily perceive the system as a whole unit and improves the system continuity through different devices and the interaction consistency. Due to its flexibility this model is more adapted to changes in cognition modes, levels of attention and technological literacy.

3.2 Functionalities of the eiTV

a) The **Create functionality**, the one that was the focus of this work and the only one being implemented and tested, allows users to watch videos and select topics of interest for further information. On these prototypes (the fourth generation V2 prototypes) the videos used were about news. Due to the dynamic nature and characteristics of these videos, several topics of interest may arise almost simultaneously and should be made available in an integrated, contextualized, flexible and not intrusive way. Four interaction models were designed and tested in low fidelity prototypes which, after evaluation, allowed us to choose the two final interaction models (a1 and a2, which can be seen in Figure 1). A1 and a2 were designed and tested in high fidelity prototypes, and work as explained next:

a1) In the interaction model a1) five selectable topics appear onscreen, in white color, and with the most likely selectable topic underlined and bold. The topic underlined, is always the one in the third position and correspond to the one being talked about on that moment. So basically, the first 2 topics correspond to issues that were already talked about, the third topic is the one being talked about at that moment, and the fourth and fifth topics are the next on the line and will move to the third position when being talked about. The list of

topics appears in the up-left corner of the screen, over a transparent curtain, and moves automatically as a scroll down menu while the narrative goes on (see Figure 1). To choose a topic the user just needs to press the OK button while the topic is active. The availability of 5 topics simultaneously helps to create a sense of continuity and provides the users with more time to decide if they want to choose the topic or not thus providing more flexibility in a very dynamic context. As to the use of a scroll down menu style, it activates de UX by recreating a type of interface commonly used online. To provide visual feedback on the choices that were made the selected topics appear with the ✓ symbol in front. Important to mention that this option is activated by default but, to assure personalization and a low level of interference, it may be easily deactivated by pressing the “i” button.

a2) In this interaction model the list of 5 topics appears on the same place and with the same dynamic. The difference is that, instead of underlined, the selectable topic appears with a blue shade while active (see Figure 1). Using a blue shade that appears while the topic is being pronounced activates the UX by recreating other interfaces commonly used (as for instance the Orwell game) that are perceived as usable and intuitive due to the feedback that it provides. By using a design solution that is typically used through the web in an iTV interface, we expected to create a certain continuity amongst the different devices and experiences as well as provide the system with more flexibility.

In both interaction models a1) and a2), the information about a topic was made available in three levels, from less to high informative (as presented in Table 1):

Table 1. Levels of information about a topic

Level	Description/Ambit	Interface:
Level 1 (Topics)	Only implies the use of the designed solutions to select topics of interest	1. Remote OK button when watching the video from the TV 2. To touch the screen (when watching the video from the mobile) 3. Use the mouse or touch the screen when watching from the PC)
Level 2 (Summary)	Implies the immediate display of extra information as a brief summary about the topics	The immediate extra information appears: 1. Overlaid onscreen or 2. Embedded onscreen
Level 3 (Structured)	Implies the immediate display of extra information, namely a structured list of that topic main aspects or options that the user may choose	The immediate extra information appears: 1. Overlaid onscreen or 2. Embedded onscreen

At any moment, the user can change between levels of information by pressing buttons 1, 2 or 3 or by using the directional buttons or by using the mouse or touch screen (depending on the device being used). Thus, the eiTV navigation is adaptable to users with different technological literacy. It was decided to maintain the 3 levels of information, with embedded and overlaid options on levels 2 and 3, since we saw from previous prototypes [13-14], that they play an important role to accommodate users’ changes in cognition modes, levels of attention, goals, needs and interaction preferences. These options also give users the possibility to personalize their viewing/interactive model, so important when video is involved [4].

Interaction model a1)



Interaction model a2)



Fig. 1. Proposed interaction models (in this case the iTV is being used and we are in the information level 1, the less intrusive considering that no extra information is made available)

b) Other functionalities, which are explained in detail on previous work [5], were conceptualized to provide the system with flexibility, continuity, and unity, namely: Search functionality, to search videos based on different criteria (to provide the system with flexibility); Share functionality, which allows sharing the web-based content or the retrieved video with other users; User Profile functionality which allows users' to create their profile manually or by importing their personal data from social networks (under their strict consent), thus improving flexibility; DF functionality which allows having each device doing what it is most suited (as an example, in terms of mobile devices, some of tools explored were mobile flexibility and mobility, location-based search using the GPS functionality and, add immediately, or latter, shot pictures or videos, that may be related to the video being watched, as additional information to the web-based content or, instead, really integrated as part of the web-based content); Devices Synchronization functionality, which gives users the possibility to synchronize devices and make them work as a true ecosystem of devices; Chat functionality, designed to provide users with more flexibility and to support their social communication needs (so important amongst the youngest population) without losing the sense of unity (considering that they don't need to use external means and devices to communicate, just the ones included in the eiTV system in a specific an integrated way).

Consistency in UX and the perception of the system coherent unity, independently of the device being used, were also a priority. Thus, a coherent layout in terms of colors, symbols and other graphic elements, as

navigational buttons, to better contextualize users, give them a sense of unity in their UX, and to allow a smooth transition amongst media and devices, was followed. This provided users with a sense of sequence and continuity, respected the context of use, and helped in the perception of the application as a unity. Important to remind that, for the purpose of this paper, only the create functionality was implemented in high fidelity.

5 Evaluation

The formulated research question was: *is it possible to create an easy, intuitive, and non-intrusive interaction model that allows interacting with news videos in the context of the previous developed eiTV system in an integrated manner?* From here it is possible to see that we needed, at least, to evaluate two things: the proposed interaction models for the news videos (which must be adequate for iTV, mobile and PC) and, also, evaluate the integration of the most adequate one with the existent eiTV system (where documentary and SCI series videos were already tested). In any type of system and context, the UX evaluation is very important [30]. The UX methods and measures considered relevant for this specific case were: observation (internal and external), case studies, lab experiments, questionnaires (USE, NASA, TLX, usability heuristics) and interviews.

In a preliminary phase, four ‘Create functionality interaction models’ were tested in low-fidelity prototypes. That evaluation (with 4 usability experts and 15 users), allowed us to choose the two interaction models (a1 and a2) that were implemented in the high-fidelity prototypes presented and discussed in this paper. Considering that it was a preliminary phase, and due to space constraints, the four interaction models, and evaluation, were not addressed here.

The evaluation of the final high-fidelity ‘Create functionality interaction models’ a1) and a2) and the evaluation of the best interaction model integrated with the existent eiTV system, occurred from March to October 2023, with the participation of 30 users (ranging from 20 to 55 years old) which were grouped into 2 evaluation groups: Group 1 (G1) composed of 15 participants, aged between 20 and 55 who already participated on previous evaluations and Group 2 (G2) composed of 15 participants, aged between 21 and 51 who were never in contact with the eiTV system. Inside each group, the participants were categorized into 3 subgroups as follows: 5 with high technological literacy; 5 with medium technological literacy and 5 with poor technological literacy. All the subgroups included 1 person below 25 years old, 2 persons between 25 and 40, and 2 persons above 40. As to the participants technological literacy categorization, it was possible via the use of a questionnaire with questions as: do you use Internet? e-mail? Facebook? Instagram? WhatsApp? How many hours a day? From which devices? etc. The idea of using a group of evaluators that already participated on previous evaluations (the ones from G1) was to understand to what extent this system resulted more complex and/or hard to use when compared with the previous versions. As to using a group of evaluators that never interacted with the system (the ones from G2) the intention was to try to perceive how easy, useful, interesting it was for them, how usable the interfaces were and, amongst other factors, what impact the application had on them, particularly, considering this new level of complexity. Important to refer that the described evaluation methodology was used with previous versions of the eiTV system with quite success [12-16] and, that was why, we decided to replicate it.

The evaluation process started with a demonstration of the high-fidelity prototype using the three devices involved (iTV, PC and mobile) and the functionality being tested. Next, the evaluation process was carried out in 3 major phases as explained:

Phase 1 – users were asked to perform tasks that allowed us to evaluate the specific interfaces (a1 and a2), created for choosing topics of interest, from the three devices, while watching **news videos**. Each user started by visualizing a **news video** and generated a web-based content (first using the interaction model a1 and next using the interaction model a2. In both cases they were asked to use the three information levels). After creating the web-based content, users were asked to access and edit that content. These activities were performed first through the PC, next through the mobile phone, and finally through iTV. Finally, users were asked to fill a questionnaire and were interviewed. The questionnaire, used in all the 3 phases, was based on the USE questionnaire (usefulness, satisfaction, and ease of use) [30]; the NASA TLX questionnaire (cognitive overload) [31]; and usability heuristics. To evaluate the interaction model integrated with the existent eITV system was also a goal, so we needed to understand where the eITV designed system was perceived, amongst other things, as more useful, and easy to use (if when interacting with news, documentary, or series videos). Thus, we proceeded to the next phases:

Phase 2 - users were asked to view a **documentary video**, choose topics of interest, and generate a web-based content through the iTV. Then, users were asked to fill the questionnaire and next they were interviewed.

Phase 3 – the process described in phase 2 was replicated but with **series video**, instead of documentary.

Considering that on phase 2 and 3 our main priority was the evaluation of the iTV interaction models all the tests were performed in one contextual scenario (a simulated ‘living room’).

As to the interaction models proposed (a1 and a2), and from all the devices, both models were easily used, adopted, and considered intuitive but, as may be seen from Table 2, in what relates to the use of the interfaces from iTV, model a1) was the preferred in G2 (60%) while model a2) was the preferred in G1 (53%). No one found the models too intrusive or confusing and the majority of the G1 elements that preferred a2) were the ones that participated in the evaluation of generation v1 meaning that, for them, the blue bar used to provide users with visual feedback was familiar. Interesting to see that when there was no previous memory of the system (users from group G2) the chosen model was a1), the one without the blue bar. This seems to indicate that, when there is no previous knowledge of the interface, the preferred interaction model is the one that mostly resembles the interaction model of some popular TV channels. It makes sense considering that more than 50% of the users that preferred the interaction model a1) are used to interact with the iTV in a daily basis.

Table 2. Preferred Interaction model (when from iTV)

Interaction Model	G1	G2
a1)	6 (40%)	9 (60%)
a2)	8 (53%)	6 (40%)
none	1 (7%)	0 (0%)

Both medium and high technological literacy categories reacted well to difficulties. In both (G1 and G2) low technological literacy subgroups, as expected, the older participants reacted with more resistance and discouragement in the presence of difficulties than the users below 25. In fact, 2 users from G2 (one with 41 and one with 48 years old) felt some difficulties while interacting with the news videos from iTV. In spite

being more engaged in the use of iTV than the youngest generations, the older generations are not so used to digital interaction and, when they are, that tend to be associated with mobile phone interaction models.

In terms of the ‘create functionality’ information levels, as can be seen from Table 3, the preferred information levels were 1 (when through PC and iTV) and 2 (when through mobile), independently of the group (G1 or G2) which was expected considering that these 2 levels are less intrusive. However, when through the mobile, the preferred information level was number 2. This was unexpected considering the small size of the screen. However, we noticed that, from the 8 G1 users that chose level 2, 7 were below 35 years old. New generations are more used to actively interact with mobiles and complex applications, which probably explains their preference for level 2. In spite not being the preferred to anyone, information level 3 was considered very useful, mainly when from the PC and by the older population. These results clearly indicate the importance of maintaining the three information levels, even when from news videos, which have a specific dynamic nature.

Table 3. Preferred Levels of Information through each device

Level of information /device used	iTV		PC		Mobile	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
Level 1	7 (47%)	9 (60%)	7 (47%)	9 (60%)	6 (40%)	7 (47%)
Level 2	7 (47%)	6 (40%)	5 (33%)	5 (33%)	8 (53%)	8 (53%)
Level 3	1 (7%)	0 (0%)	3 (20%)	1 (7%)	1 (7%)	0 (0%)

As a whole, the eiTV crossmedia system was evaluated and the results are presented on Table 4.

Table 4. Overall Evaluation of the Whole eiTV System

Whole Application	G1	G2
Useful	14 (93%)	13 (87%)
Easy to use	13 (87%)	11 (73%)
Easy to learn	14 (93%)	12 (80%)
Like to have it	14 (93%)	11 (73%)
Recommend to a friend	15 (100%)	11 (73%)

As may be seen from Table 4, the evaluation of G1 and G2 its close which is a very good indicator, but as expected, was better in G1, the group that already participated on previous evaluation and thus developed a certain sense of belonging with the system. The results achieved from G2, the group that never interacted with the application, were good and optimistic. In terms of qualitative evaluation, when asked why not interested in having the system: 2 users answered that they usually don’t feel the need to know more about topics, 1 user said that he don’t like to interact while watching videos and 1 user said that he may use it from time to time.

As may be seen from Table 5, the possibility to choose topics of interest to know more about the topics that are being discussed, was considered more useful in the documentary videos (50%). However, users have used it more while watching news videos (43%). They have used it less while watching videos about the CSI series (50%) which was expected due to these videos’ low dynamic nature. As to the system easiness of use, for 63% the easiest video to use it was while watching CSI series videos which makes sense considering that it is the most simplified and less complex interaction model. For 43% of users the hardest video to use it was while watching documentaries which was somehow unexpected considering that the news video genre its more

dynamic and requires more complex interaction model. When asked about why they have considered the documentary interaction models harder to use than the news interaction models they said that it was not due to the designed interaction models/interfaces but due to the associated cognitive state: while watching documentary videos, they felt a certain pressure to choose topics of interest even without the need to know more about them, which didn't occur while watching news videos. Thus, their perception of complexity was associated to the pressure of using the system and not to the interaction model/interfaces designed which they have considered easy to use (27 – 90%) and learn (26 – 87%).

Table 5. Results for the three different video types: CSI, Documentaries and News

The possibility to choose topics	CSI	Documentaries	News
Where was more useful?	6 (20%)	15 (50%)	9 (30%)
Where you used it more?	7 (23%)	10 (33%)	13 (43%)
Where you use it less?	15 (50%)	10 (33%)	5 (17%)
Where was easier to use?	19 (63%)	8 (27%)	3 (10%)
Where was harder to use?	6 (20%)	13 (43%)	11 (37%)

Note that educational tests were not carried out. The generated web-contents aggregate additional information based on the users' topics of interest so, they may be considered informal learning environments. Thus being, assessing how learning was improved by this portal was outside the scope of our work.

6 Conclusions and Future Work

The research question is: *is it possible to create an easy, intuitive, and non-intrusive interaction model that allows interacting with news videos in the context of the previous developed eiTV system in an integrated manner?* From the results obtained the answer is yes. Both, the interaction models proposed (a1 and a2), to create the personalized web-contents from news videos, were considered easy, intuitive, and non-intrusive of the viewing experience. On the other hand, the designed interaction model also allowed interacting with news videos in the context of the previous developed eiTV and in an integrated manner. In this work, only the create functionality was implemented and tested but, in high fidelity prototypes, through the three devices (iTV. Mobile and PC), with the three information levels (1, 2 and 3) available onscreen, and with interfaces adapted to videos of a very different nature (videos about news, documentaries, and CSI series). The evaluation results achieved were considered very optimistic. In many aspects, the designed functionalities and the system flexibility were perceived as useful, easy to use and learn, not intrusive or disturbing of the viewing experience and an added value to the crossmedia research area. The designed options allowed to accommodate the changes in users' cognitive mode (e.g., information levels), and the prototypes were designed and tested in a real scenario and context of use with all the devices involved. Finally, considering the design framework followed, the trends and convergence in the use of multiple devices, and the results of this and previous studies, we have reasons to believe that our goal for this crossmedia system is worth pursuing and that we can achieve quite good results in different contexts and scenarios. However, this study presents some limitations: considering that the context of use was limited to a living room the mobility of the system was not tested; only the create functionality was implemented and tested. As to future work, we intend to improve some details about the interfaces and interaction model, implement and test de system as a whole unit (with all the functionalities,

running from all the devices and for the three types of videos: news, documentaries and CSI series) and continue exploring the devices technological advances to create new input solutions and functionalities capable to better support users' needs and different cognitive modes in different scenarios and contexts. The continuous improvement of the interfaces and navigation model, so they may become easier to learn and be used by an elderly population, is also a goal. Finally, we intend to evaluate our interaction model considering the recent findings about operation latency in the context of crossmedia systems [11] already mentioned in the related work section.

References

1. Moloney, K.: Multimedia, Crossmedia, Transmedia... What's in a name? Published on 21 of April (2014)
Available at: <https://transmediajournalism.org/2014/04/21/multimedia-crossmedia-transmedia-whats-in-a-name/> , last accessed 2023/09/23
2. Gambarato, R.: Crossmedia, Multimedia and Transmedia (2020)
Published on 20 of October 2020. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=G3wdbajO6js>, last accessed 2023/09/23
3. Jenkins, H.: Transmedia missionaries: Henry Jenkins (2009)
Published in 23 of July 2009. Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=bhGBfuyN5gg>, last accessed 2023/09/20
4. Prata, A., Chambel, T., de Abreu, J.F.: Personalized Web-Based Contents, Generated Through a Cross-Media Environment, as Additional Information to Documentary Videos. In: Abásolo, M.J., de Castro Lozano, C., Olmedo Cifuentes, G.F. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI 2022. Communications in Computer and Information Science, vol. 1820, pp. 3-19. Springer, Cham (2023)
5. Prata, A., Chambel, T.: Personalized Interactive Video-based Crossmedia Informal Learning Environments from iTV, PC and Mobile Devices – the Design Challenges. In: Abásolo M. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI 2020. Communications in Computer and Information Science, pp. 89-104. Springer (2021)
6. Bonometti, S.: Learning in Cross-Media Environment. In: International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies, vol. 12(4), pp. 48-57, October (2017). DOI: 10.4018/IJWLTT.2017100105
7. Brudy et al. (2019)], Brudy, F., Holz, C., Rädle, R., Wu, C., Houben, S., Klokmoose, C., Marquardt, N.: Cross-Device Taxonomy: Survey, Opportunities and Challenges of Interactions Spanning Across Multiple Devices. In: CHI'19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1-28 (2019)
8. Cardoso, B.: A Unificação no Consumo de Conteúdos Audiovisuais: contributos para a experiência de utilização e sugestões para operadores. In: PhD thesis, Communications and Arts Department, Aveiro university, on 14 January 2022, Portugal (2022)
9. Abreu, J., Almeida, P., Velhinho, A., Varsori, E.: Returning to the TV Screen. In: Managing Screen Time in an Online Society, pp. 146–171. IGI Global (2019).
<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8163-5.ch007>
10. Taplin, J.: Long Time Coming: has Interactive TV Finally Arrived?. Opening Keynote. In: Proceedings of 9th European Conference on Interactive TV and Video: Ubiquitous TV (EuroiTV'2011), in coop with ACM, pp. 9, Lisbon, Portugal (2011)
11. Liu, X., Zhang, Y., Yan, Z., Ge, Y.: Defining 'seamlessly connected': user perceptions of operation latency in cross-device interaction. In: International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 177, pp. 103068 (2023)
12. Prata, A., Chambel, T., & Guimarães, N. (2012). Personalized Content Access in Interactive TV-Based Cross Media Environments. In Yiannis Kompatsiaris, Bernard Merialdo, & Shiguo Lian (Eds.), TV Content Analysis Techniques and Applications (pp. 331-368). CRC-PRESS, Taylor & Francis Group, March 2012. ISBN: 978-1-43985-560-7
13. Prata, A., & Chambel, T. (2013). The Design of Flexible Video-Based Crossmedia Informal Learning Contexts Beyond

- iTV, to be published soon in the Elsevier Entertainment Computing Journal.
14. Prata, A., Chambel, T.: Mobility in a Crossmedia Environment Capable of Generating Personalized Informal Learning Contents from iTV, PC and Mobile Devices. In: Proceedings of JAUTI 2019 – VIII Conferência Iberoamericana sobre Aplicações e Usabilidade da TV Interativa, pp. 59-71, Rio de Janeiro, Brasil (2019)
 15. Prata, A., Chambel, T.: Mobility in Crossmedia Systems, the Design Challenges that Need to Be Addressed. In: Abásolo M., Kulesza R., Pina Amargós J. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI 2019. Communications in Computer and Information Science, vol. 1202. Springer, Cham (2020)
 16. Prata, A., Chambel, T., Abreu, J.: Cross-media Environment to Generate Personalized Web-based Contents as Additional Information to Documentary Videos. In: Proceedings of the 11th Iberoamerican Conference on Applications and Usability for Interactive TV (jAUTI'2022), pp: 15-27. Cordoba, Spain (2022)
 17. Prata, A., Chambel, T., Abreu, J.: Personalized extra information to documentary videos, generated through an iTV crossmedia system – Improved Interfaces. In: Proceedings of the 12th Iberoamerican Conference on Applications and Usability for Interactive TV (jAUTI'2023). Havana, Cuba (2023)
 18. Pemberton, L., Fallahkhair, S.: Design Issues for Dual Device Learning: interactive television and mobile phone. In: Proceedings of 4th World Conference on mLearning - Mobile Technology: the future of Learn in your hands (mLearn'2005), Cape Town, South Africa (2005)
 19. Obrist, M., Knoch, H.: How to Investigate the Quality of User Experience for Ubiquitous TV?. Tutorial. In: Proceedings of EuroiTV'2011, 9th European Conference on Interactive TV and Video: Ubiquitous TV, Lisbon, Portugal (2011)
 20. Martin, R., Holtzman, H.: Newstream. A Multi-Device, Cross-Medium, and Socially Aware Approach to News Content. In: Proceedings of the 8th European Interactive TV Conference (EuroiTV 2010), in coop with ACM, pp. 83-90, Tampere, Finland (2010)
 21. Abreu, J.: Design de Serviços e Interfaces num Contexto de Televisão Interactiva. In: PhD Thesis, Communications and Arts Department, Aveiro University, Portugal (2007)
 22. Livingston, K., Dredze, M., Hammond, K., Birnbaum, L.: Beyond Broadcast. In: Proceedings of ACM IUI'2003, The Seventh International Conference on Intelligent User Interfaces, pp. 260-262, Miami, USA (2003)
 23. Norman, D.: Things that Make us Smart. Addison Wesley Publishing Company (1993)
 24. Segerståhl, K.: Utilization of Pervasive IT Compromised? Understanding the Adoption and Use of a Cross Media System. In: Proceedings of 7TH International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM'2008) in cooperation with ACM SIGMOBILE, pp. 168-175, Umea, Sweden (2008)
 25. Norman, D.: The Design of Everyday Things. New York: Basic Books (2002)
 26. Segerståhl, K., Oinas-Kukkonen, H.: Distributed User Experience in Persuasive Technology Environments. In: de Kort, Y., IJsselsteijn, W., Midden, C., Eggen, B., Fogg, B.J. (eds) Persuasive Technology. PERSUASIVE 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol. 4744. Springer, Berlin (2007)
 27. Florins, M., Vanderdonck, J.: Graceful Degradation of User Interfaces as a Design Method for Multiplatform Systems. In: Proceedings of the ACM International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'04), pp. 140-147, Funchal, Madeira, Portugal (2004)
 28. Nielsen, J.: Coordinating User Interfaces for Consistency. In: Neuaufgabe 2002 ed., the Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies, San Francisco, CA, USA (1989)
 29. Abreu, J., Almeida, P., Silva, T.: A UX evaluation approach for second-screen applications. In: Communications in Computer and Information Science, Vol. 605, pp. 105–120 (2016)
 30. Lund, A.: Measuring Usability with the USE Questionnaire. (2001)
Available at: <https://garyperlman.com/quest/quest.cgi?form=USE>, last accessed 2023/06/08.
 31. NASA. NASA TLX Paper and Pencil Version (2019)
Available at: <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/tlxpaperpencil.php>, last accessed 2023/09/23.

Nuevos entornos virtuales en el aula de la clase de inglés para el octavo año de educación secundaria

New virtual environments in the english classroom for the eighth grade secondary school classroom

Maite del Pilar Rada Mendoza. Universidad del Cauca. Docente. Popayán, Cauca (Colombia). mrada@unicauca.edu.co

Jose Luis Arciniegas Herrera. Universidad del Cauca. Docente. Popayán, Cauca (Colombia). jlarci@unicauca.edu.co

Ulises Hernández Pino. Universidad del Cauca. Investigador. Popayán, Cauca (Colombia). ulises@unicauca.edu.co

Resumen:

El PND de Colombia (2022-2026), "*Colombia, potencia mundial de la vida*", busca garantizar el derecho fundamental a la educación, lo cual permitirá el desarrollo integral de niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos, mediante estrategias que permitan el fortalecimiento de sus competencias en inglés, en el cual hace parte importante el MEN. Se ha diseñado una prueba en la asignatura de inglés, para un grado de bachillerato, con estudiantes como grupo control y un grupo experimental de una institución educativa de la ciudad de Popayán, Cauca, con respecto al uso del servicio de distribución de video y del sistema de recomendación, creados por investigadores de la Universidad del Cauca. Para ello, se aplica la prueba diseñada sobre el grupo denominado experimental en un entorno controlado y dentro de las instalaciones de la institución educativa. Se analizó comparativamente los resultados obtenidos en la prueba desarrollada con los estudiantes del grupo control y el grupo experimental y a partir de ellas, se definieron las estrategias de adopción y de transferencia de las tecnologías desarrolladas a través del proyecto. El grupo experimental mostró un incremento en las evaluaciones, después de ver el video.

Palabras Clave: Sistema de Recomendación; Distribución de video; Entornos en aula

Abstract:

The PND of Colombia (2022-2026), "*Colombia, world power of life*", seeks to guarantee the fundamental right to education, which will allow the integral development of children, adolescents, young people and adults, through strategies that allow the strengthening of their competencies in English, in which the MEN plays an important role. A test has been designed in the subject of English, for a high school grade, with students as a control group and an experimental group of an educational institution of the city of Popayán, Cauca, with respect to the use of the video distribution service and the recommendation system, created by researchers of the Universidad del Cauca. For this purpose, the test designed for the experimental group was applied in a controlled environment and within the facilities of the educational institution. The results obtained in the test developed with the students of the control group and the experimental group were comparatively analyzed and, based on them, the adoption and transfer strategies of the technologies developed through the project were defined. The experimental group showed an increase in evaluations after watching the video.

Keywords: Recommender system; Video distribution; Classroom environments.

Introducción:

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (PND 2022-2026) *“Colombia, potencia mundial de la vida”* tiene como objetivo sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida, a partir de la construcción de un nuevo contrato Social, que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestra forma de relacionarnos con el ambiente, y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza.

En el parte General del Plan Nacional de Desarrollo, el ítem 2. *“Seguridad humana y justicia social”*, dentro del catalizador B. *“Superación de privaciones como fundamento de la dignidad humana y condiciones básicas para el bienestar”*, ítem 3. *“Educación de calidad para reducir la desigualdad”*, indica que *“la educación es un medio fundamental para superar la desigualdad y para hacer de nuestro país una sociedad del conocimiento y de los saberes propios”*, por ende, se debe garantizar el derecho fundamental a la educación, que permita el desarrollo integral de las niñas, los niños, los adolescentes, los jóvenes y los adultos, mediante estrategias de acceso y permanencia.

Por otra parte, la educación debe ser de calidad y para ello, es necesario contar con las capacidades y el desarrollo del docente como medio de enseñanza, y permitir el fortalecimiento pedagógico, curricular y de ambientes de aprendizaje.

En busca de la calidad de la educación, el ítem 3. *“Educación de calidad para reducir la desigualdad”*, cuenta con el sub-ítem i. *“Programa de Educación Intercultural y Bilingüe”*, cuyo objeto es fortalecer el aprendizaje de *“las lenguas extranjeras, nativas, criollas y de señas colombiana en educación preescolar, básica y media con el fin de preservar la riqueza cultural, lingüística y étnica del país en nuestros niños, niñas, adolescentes y jóvenes”*. Para el logro de este objetivo, el Programa de Educación Intercultural y Bilingüe, implementará acciones (mentorías y formación a docentes y directivos docentes) y realizará el acompañamiento (en el uso de recursos pedagógicos gratuitos físicos y en línea), no solamente en zonas urbanas sino además en zonas rurales.

Así mismo, en busca de esa calidad, el catalizador C. *“Expansión de capacidades: más y mejores oportunidades de la población para lograr sus proyectos de vida”*, en el ítem 5. *“Educación, formación y reconversión laboral como respuesta al cambio productivo”*, es necesario disminuir las brechas de las competencias y cualificaciones para lograr una transformación productiva hacia empleos más dignos, siendo prioritario para mujeres, jóvenes y las personas de la EPC. En este ítem se desarrollará el punto d. *“Talento digital para aumentar la productividad laboral y la empleabilidad de las personas”*, en el cual se diseñará y se implementará una estrategia integral para promover el uso y la apropiación de las tecnologías digitales, donde se propone: *“(i) crear programas de formación de competencias digitales por medio de soluciones público-privadas que permitan llegar a más personas en el territorio nacional con énfasis en programación, ciencia de datos y bilingüismo”* (PND 2022-2026).

El Ministerio de Educación Nacional –MEN- y el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, se hacen partícipes de estos objetivos y ponen todos sus esfuerzos en la búsqueda activa y el acompañamiento a jóvenes desescolarizados, para promover su acceso a la oferta institucional.

Por otra parte, el Programa Nacional de Bilingüismo, a través de la estrategia *“Inspiring Teachers”*, entre 2020 y 2021, ha beneficiado a más de 4.800 docentes a través de diplomados y cursos de fortalecimiento de competencias pedagógicas en la enseñanza del inglés. Con la estrategia *“Contenidos Innovadores”*, desarrollada a través de un

ecosistema de recursos multiplataforma que incluye Be(The)1: Challenge, más de 330.000 estudiantes del país fortalecen sus competencias en inglés mientras juegan con la app. Esta estrategia se complementa con los programas de radio ECO Kids y ECO Teens, que cuentan con más de 3.000 recursos educativos (MEN, 2021).

Todo lo anterior, tiene como propósito, hacer de Colombia el país mejor educado de América Latina para el año 2025, mediante la estrategia en educación básica y media mediante el aprendizaje del inglés, en el programa “*Colombia Bilingüe*”. En la figura 1, se muestra en un diagrama del MEN, la estrategia 3 de este programa (MEN, 2015).



Figura 1. Estrategia 3 de recursos pedagógicos y materiales (MEN, 2015).

Los Derechos Básicos de Aprendizaje –DBA- en la asignatura de inglés, son una herramienta fundamental para asegurar la calidad y equidad educativa de todos los niños, niñas y jóvenes en el país y describen saberes y habilidades que los estudiantes deben aprender en el área de inglés a lo largo de los grados 6° a 11° en el sistema educativo colombiano; estos permiten identificar los aspectos claves en el desarrollo de la competencia comunicativa, la comprensión y, la expresión oral y escrita de los estudiantes en la lengua extranjera. Se estructuran y guardan coherencia con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencia –EBC-.

Adicionalmente, los DBA también sirven de apoyo al desarrollo de propuestas curriculares integradas a los Proyectos Educativos Institucionales –PEI- particulares que se concretan en los planes de área y de clase y sirven como referentes que permitirán a la comunidad saber si los estudiantes están logrando los aprendizajes esperados y poder definir las acciones de mejoramiento permanente. Para cada grado, se cuenta con un listado de DBA y estos se estructuran de la siguiente manera (Figura 2) (MEN, 2016).

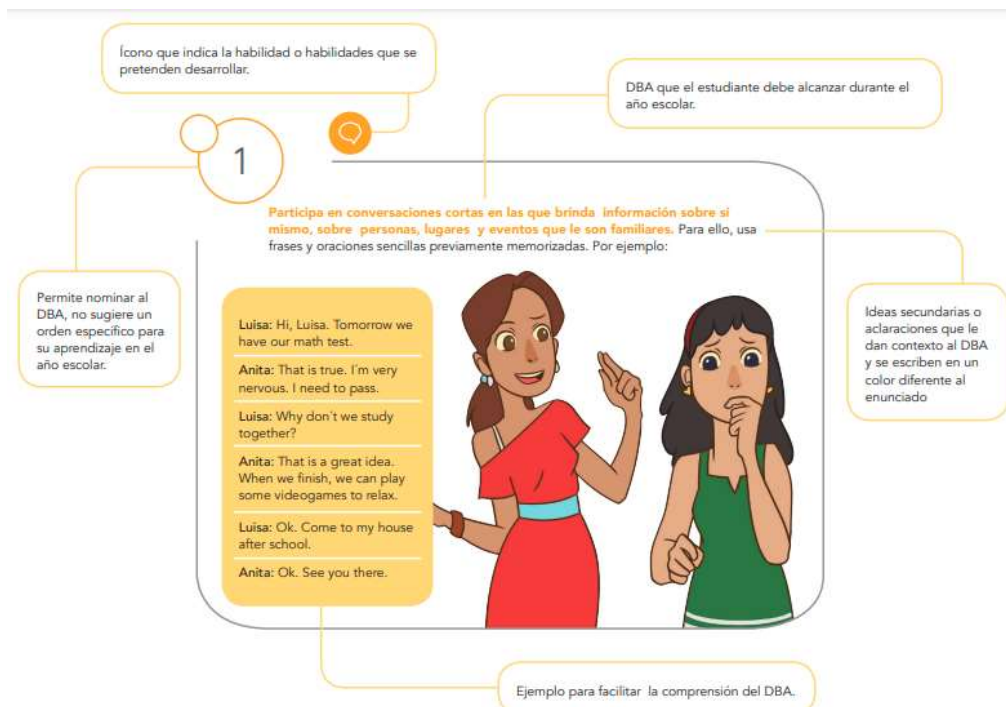


Figura 2. Estructura y Componentes del DBA (MEN, 2016).

Para el grado 8, los DBA del MEN, apuntan hacia las habilidades de escucha, lectura, escritura, monólogo y conversación en 8 competencias.

Según Moreno (2020), previo a la llegada del coronavirus, la existencia de una crisis de aprendizaje a nivel mundial era incuestionable, ya que se evidenciaba un proceso educativo que ya evolucionaba muy lento y con inconsistencias. De forma paralela, desde el banco mundial en su artículo titulado “Poner fin a la pobreza de aprendizajes: Una meta para incentivar la alfabetización”, se afirmaba que esta crisis amenaza la posibilidad de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS- e imposibilitan los esfuerzos globales por desarrollar el capital humano (Banco mundial, 2019).

Bajo este panorama, Colombia enfrenta grandes retos, teniendo en cuenta que antes de iniciada la pandemia, el desempeño del país en las pruebas PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes) entre los años 2006-2018, evidenciaron un estancamiento de 10 años, resultados que se encuentran muy por debajo del promedio de la OCDE y del promedio de América Latina (Moreno, 2020).

El confinamiento dado por la pandemia del COVID 19, dio paso a la reinención del modelo educativo, que durante años se había encasillado la mayor parte de los centros educativos, obligando de forma abrupta en la implementación de herramientas tecnológicas que, en ocasiones, por falta de preparación del profesorado y de los estudiantes en el uso de herramientas tecnológicas (Pérez y Tamallino, 2020) y la falta de referencia a material adicional, provocó en el estudiante la no interiorización del conocimiento y por ello, en el no desarrollo de competencias, quedándose en el simple abordaje de contenidos educativos (Reimers, 2020).

De igual forma, el impacto del COVID 19 como lo menciona Moreno (2020), dejó en evidencia que la institucionalidad educativa y las formas de organización escolar, requieren de renovaciones drásticas que se alineen con las transformaciones que están ocurriendo en el mundo entero. Es así como se concibe la importancia de “crear sistemas educativos de calidad, inclusivos y resilientes, adecuados para el futuro”, siendo importante como punto a trabajar de acuerdo a lo mencionado por la ONU (2020)

en sistemas progresistas que impartan educación de calidad, esto a través de inversiones en la alfabetización y la infraestructura digital.

Las nuevas generaciones necesitan herramientas o modalidades que se ajusten a sus requerimientos y preferencias educativas (Alarcón, 2020), siendo el punto de partida de las alternativas de apoyo a la educación tradicional en la transformación de las formas de enseñanza. La investigación llevada a cabo por Correa en 2017, y desarrollada en el Valle del Cauca, presentó la propuesta de Enseñanza para el Aula e Implementación de Estrategias Didácticas para el Aprendizaje de Genética para estudiantes de Grado Noveno de la Institución Educativa “Juan María Céspedes” de Tuluá – Valle del Cauca, en donde se tuvo un grupo en el que se integraron diferentes actividades, entre las que se encuentra el uso de videos para la presentación del tema Leyes de Mendel, y un grupo control con enseñanza tradicional, a los cuales se les realizaron diferentes evaluaciones, teniendo un mejor rendimiento el grupo estudio, además de generar diferentes competencias de investigación y trabajo colaborativo.

El presente trabajo busca hacer frente a las falencias en la implementación de herramientas soportadas en las TIC, identificadas tras la pandemia de COVID 19, mediante la utilización de un sistema de recomendación, que facilite la identificación de contenidos de video de la web, de tal manera que estos puedan apoyar de manera paralela a los procesos educativos de los estudiantes, al tiempo que sean efectivos en el abordaje de necesidades y en el desarrollo de competencias que desde antes de la pandemia se intensificaron. Nos reenfoamos en el apoyo de los procesos educativos actuales con base en la distribución de video en la web, ya que son de acceso libre, facilitan el razonamiento y la solución de problemas, asisten con dominio del aprendizaje, e incrementan la motivación del estudiante y, pueden ser consumidos en cualquier momento con un total control de la reproducción.

Con respecto al abordaje de las necesidades mencionadas, el artículo busca incorporar un nivel de automatización y personalización basado en inteligencia artificial, que permita identificar videos adaptados a las particularidades del proceso de aprendizaje de cada estudiante del grado 8 en la asignatura de inglés, de entre la gran cantidad disponible en la web. Por otra parte, las nuevas dinámicas sociales y educativas requieren que docentes y estudiantes incluyan en su quehacer medidas innovadoras, sobre todo del ámbito tecnológico.

Metodología:

Se realizó una búsqueda de antecedentes en las Bases de datos de Google Academic, Scopus, WoS, SpringerLink, Nature y Scielo durante el periodo 2018-2022, con las palabras clave Sistemas de recomendación, educación, colegios, videos, enseñanza, la cual arrojó 120 resultados, de los cuales se seleccionaron 12

Seguidamente, se enumeraron los DBA's del curso experimental y de los videos escogidos para tal fin en una matriz de excel (para las 8 competencias), realizada por el equipo de desarrolladores de la Universidad del Cauca y con la respectiva inducción.

Se socializaron, además, los tipos de recomendación con los que contaría la herramienta: Rutas de aprendizaje y Nivel de desempeño, a través de una versión beta de la misma.

A continuación, se muestra la matriz para el DBA 1 del grado 8 en inglés (Tabla 1) y uno de los videos seleccionados de un total de 20. Se realizó el mismo procedimiento para los 7 DBA restantes. Para el DBA 2, 3, 4, 6 y 8 se seleccionaron 20 videos, para el DBA 5 fueron 16 videos, y para el DBA 7 10 videos.

Identificador	VLRFCOING08_01
Descripción	Solicita y brinda información sobre experiencias y planes de manera clara y breve.
Evidencia de aprendizaje	Utiliza información
Temas	Presente Simple, pasado simple, presente
Edad típica	13
Palabras clave	Speaking, listening, situaciones, brindar o recibir información, habits, routines
Grado	8
Relación a videos	aV5FfVDXxj8,wtTAdfyejH0,daYBW1199yc,JxlgwT0Zru

Título	Presente Simple en Inglés / Alejo Lopera
Identificador	aV5FfVDXxj8
URL	https://www.youtube.com/watch?v=aV5FfVDXxj8
Fecha de publicación	26 Nov. 2015
Sinopsis/descripción	Llegó el momento de dejar claro el cómo funciona el presente simple en Inglés, en este video verás imágenes y corregiremos la pronunciación para que te quede muy claro
Anotaciones	
Palabras clave	Presente Simple, pronunciación, estructura, gramática, ejemplo
Duración	2:38
Relación a competencias	VLRFCOING08_01, VLRFCOING08_02, VLRFCOING09_01, VLRFCOING09_02

Tabla 1. DBA 1 y video seleccionado

Se dio un esbozo de la apariencia y funcionamiento de la plataforma de recomendaciones, que permitió al equipo del Caso de estudio, tener un derrotero para concebir el diseño de la prueba y los alcances de la misma. Para ello, se planteó una actualización permanente de los videos, la necesidad de crear un sistema de alerta para videos que fueran eliminados de la plataforma YouTube y la necesidad de autocompletado para algunas casillas.

Posteriormente, se realizó el acondicionamiento con el ambiente real de la investigación, mediante el conocimiento de las directivas y docentes del colegio, el proceso preliminar de observación del entorno escolar en su cotidianidad, en la práctica pedagógica y en el desarrollo tanto de las clases como de los procesos de evaluación de la asignatura de inglés para el grado 8.

Se construyeron dos formatos, una vez nos socializaron los horarios de las asignaturas: uno para la observación de las clases y otro para la observación de las actividades de evaluación, que agrupan elementos que servirían de insumo para el diseño y aplicación de la prueba, en términos de variables estadísticas de medición y logística de aplicación de la misma.

Posteriormente se creó un baúl de herramientas para la evaluación con un DBA de un curso, con miras a ser aplicados en el entorno de investigación, con el fin de ampliar el espectro de posibilidades a la hora de plantear las pruebas para la toma de datos experimentales con los grupos del caso de estudio.

Los 25 estudiantes del grado octavo (de los cuales son 12 niñas y 13 niños), trabajan de manera individual. La observación en clase duró 40 minutos e incluía parámetros de la metodología del docente, del estudiante, las herramientas e instrumentos usados, con una pausa activa de 10 minutos aproximadamente. La observación de la evaluación incluye 16 aspectos observados durante el proceso, con los respectivos comentarios y la inclusión de observaciones adicionales. Adicionalmente, se realizó una guía de observación de un quiz evaluativo.

Se implementó además una plantilla de observación y experimentación del Colegio con los resultados de un pre-test y un pos-test. En esta plantilla, se incluye información del DBA evaluado y datos necesarios; en el pre test se incluye la descripción del entorno antes de iniciar la actividad, mientras que en el pos test se incluye la metodología del docente y para ambos casos se permiten los comentarios del observador. Para ambas actividades se muestra además la metodología de evaluación, que incluye herramientas, tiempo de respuesta, distribución de los estudiantes, los resultados y los comentarios del observador.

Se aplica la metodología STEM, donde para el pre test se hacen dos preguntas de completar y de observar un dibujo, según la metodología que el docente ha venido usando (Grupo control); para el pos test primero se deja ver el video y posteriormente se realiza el examen (Grupo experimental).

Del curso de inglés del grado octavo (8°) que cuenta con 25 estudiantes inscritos, 23 se evaluaron en el pre test y 21 en el pos test; para la prueba de pos-test se dividió el grupo en dos subgrupos, los cuales según la metodología del caso de estudio son grupo experimental (Gr. Exp) y grupo control (Gr. Control), con igual número de estudiantes.

Finalmente, se realizó una encuesta del grado de satisfacción.

La síntesis de los resultados para este curso, se analizan mediante los promedios de los subgrupos.

Resultados:

Las pruebas fueron realizadas por la encargada del área dentro del grupo de desarrollo del caso de estudio, y las preguntas realizadas fueron construidas a partir de las observaciones de las sesiones evaluativas, determinando que los exámenes a los que están habituados los estudiantes son preguntas abiertas y de traducción, que se integraron en cada prueba.

Para integrar la metodología STEM a nivel evaluativo, se integraron preguntas que pudieran de alguna forma medir las competencias de los estudiantes (selección múltiple, completar espacios, uso de imágenes para la comprensión de situaciones), de forma que en estos puntos no existiera la limitación de una única respuesta correcta.

En cuanto a la forma de generar la calificación, se evaluó a los estudiantes mediante rúbricas.

La síntesis de los resultados para este grado, se muestran en la tabla 2, en donde se exponen los promedios de los subgrupos, y donde se observa para el grupo experimental una mejoría significativa en el desempeño académico entre las pruebas, caso contrario al grupo de control, con el cual se observa una disminución en el promedio de calificaciones.

Tabla 2. Comparación del promedio de las calificaciones de los grupos (8°).

Grupo	Pre Test	Pos Test
Control	3,370	2,795
Experimental	2,912	3,302

En el caso del grupo control, se observa un comportamiento constante a bajo, exceptuando los casos de 3 estudiantes, que mejoraron significativamente entre las pruebas (Figura 3).

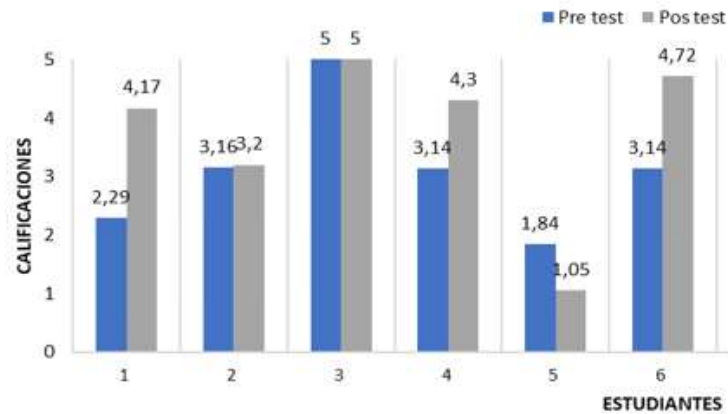


Figura 3. Comparación de resultados de pre test y pos test por cada grupo control (8°).

La situación parece revertirse en el grupo experimental, en donde la tendencia supone un comportamiento alto a constante, con un gran porcentaje de mejoría entre el pre test y el pos test, exceptuando casos excepcionales de 3 estudiantes (Figura 4).

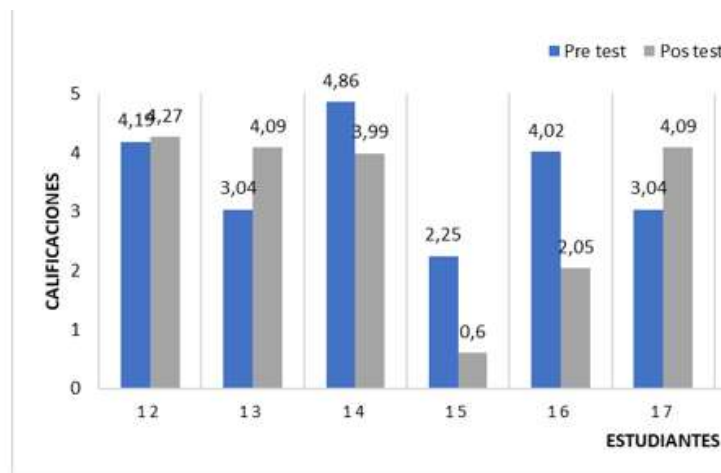


Figura 4. Comparación de resultados de pre test y pos test por cada grupo experimental (8°).

Los resultados de la encuesta para el grupo experimental y control, arrojó los siguientes resultados (Figura 5).

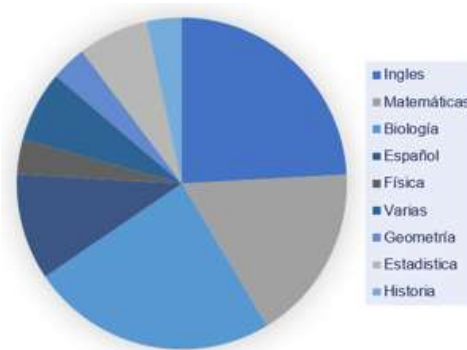


Figura 5. Preguntas de uso de video

El grupo experimental y de control en sus resultados de experiencia, indicó que suelen hacer búsquedas de videos, principalmente para las asignaturas de inglés (24%), biología (24%) y matemáticas (17%).



Figura 6. Preguntas de lo interesante del video

Al evaluar en los niños lo que más les llama la atención cuando observan un video de tipo educativo, responden mayoritariamente las imágenes en movimiento y la historia que se presenta.

Jiménez en 2019, realizó un estudio similar en un curso de inglés con niños y niñas de 9 a 10 años del grado quinto (33 niños en total), entre los que se estableció un grupo control y un grupo experimental, en el tema “*present continuous*”, en donde el docente hacía la construcción participativa del concepto, la proyección de un video y la realización de actividades después de cada sesión, donde al final se hacía una evaluación. Adicionalmente, se realizaba: Toma de datos: Encuesta, ficha de observación del estudiante en la clase (estilos de aprendizaje que predominaron en el grupo experimental), de observación al docente, entrevista a estudiantes y entrevista al docente respecto a cómo el video educativo apoya o no en los procesos de enseñanza; Evaluación: Cuestionario pre test y pos test; Tratamiento estadístico: Análisis de porcentajes, en Microsoft Excel. Su desventaja fueron los comentarios de los estudiantes en el aprendizaje de la lengua, contrario a este trabajo donde los efectos y resultados fueron positivos. Otros autores, han realizado estudios en asignaturas de matemáticas y biología, principalmente en USA y China.

Conclusiones:

Los estudiantes del grado octavo de la asignatura de inglés, mostraron un incremento en sus calificaciones, después de ver los videos.

Lo que más les llamaba la atención en los videos educativos observados, fue la historia que presenta el video, por lo cual se podría asumir que tienen un tipo de aprendizaje que se enfoca en lo narrativo.

Aproximadamente una tercera parte del curso, lo que más les llamó la atención fue la opción de imágenes en movimiento, por lo que podrían tener un aprendizaje de tipo visual.

Los estudiantes que vieron el video, se sintieron más seguros cuando presentaron el examen.

Con los resultados, se puede inferir que la influencia de los videos como repaso es positiva para los estudiantes, ya que, a nivel general, cuantitativamente mejoraron sus notas, y cualitativamente la confianza y seguridad al hacer el examen, aumentó.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado a través del proyecto “Fortalecimiento de capacidades de CTel para la innovación educativa en educación básica y media mediante uso de la plataforma de recomendaciones de contenidos de video (vLRF) en instituciones oficiales y privadas del municipio de Popayán – Cauca”. BPIN: 2020000100654 del SGR. Entidades participantes: Universidad del Cauca (ejecutor), Secretaria de Educación Municipal de Popayán (aliado), Colegio Colombia Jardín Infantil Mafalda (aliado) y la Gobernación del Cauca (financiador).

Bibliografía:

Alarcón, R. D. 2020. La educación digital en Colombia en tiempos de Covid 19 y su impacto en las organizaciones educativas. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/36658>.

Banco Mundial. 2019. Poner fin a la pobreza de aprendizajes: Una meta para incentivar la alfabetización. bancomundial.org. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2019/11/06/a-learning-target-for-a-learning-revolution> Fecha de Consulta: 6 de septiembre 2023.

Correa Ordoñez, F. 2017. Propuesta de Enseñanza para el Aula e Implementación de Estrategias Didácticas para el Aprendizaje de Genética para estudiantes de Grado Noveno de la Institución Educativa “Juan María Céspedes” de Tuluá – Valle del Cauca.

Jiménez Bernal, Tania Beatriz. 2019. Los videos educativos como recurso didáctico para la enseñanza del idioma inglés: caso de los estudiantes de educación general básica media de la Unidad Educativa Saint Patrick School. Quito, 120 p. Tesis (Maestría en Innovación en Educación). Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Área de Educación. <http://hdl.handle.net/10644/6988> Fecha de Consulta: 2 de septiembre de 2023

MEN. 2015. Ministerio de Educación Nacional. COLOMBIA, LA MEJOR EDUCADA EN EL 2025. Líneas estratégicas de la política educativa del Ministerio de Educación Nacional. Disponible en: https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-356137_foto_portada.pdf Fecha de Consulta: 4 de septiembre 2023.

MEN. 2016. Ministerio de Educación Nacional. DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE GRADOS 6° A 11°. Disponible en: <https://santillanaplus.com.co/pdf/DBA-ingles-espanol.pdf> Fecha de Consulta: 4 de septiembre 2023.

MEN. 2021. Ministerio de Educación Nacional “Programa Nacional de Bilingüismo”. Disponible en: <https://educacionrindocuentas.mineduccion.gov.co/pilar-1-educacion->

[de-calidad/programa-nacional-de-bilinguismo/](#). Fecha de Consulta: 3 de septiembre 2023.

Moreno López, Valentina. 2020. El Covid-19 como oportunidad de cambio ante la crisis perpetua de la educación en Colombia. Universidad Externado de Colombia. Disponible en: <http://www.uexternado.edu.co/economia/senales-boletin-de-coyuntura-y-opinion/el-covid-19-como%20oportunidad-de-cambio-ante-la-crisis-perpetua-de-la-educacion-en-colombia/> Fecha de Consulta: 6 de septiembre 2023.

Noticias ONU. 2020 El impacto del COVID-19 en la educación podría desperdiciar un gran potencial humano y revertir décadas de progreso. News.un.org. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2020/08/1478302>

Pérez, M. y Tramallino, C. 2020. Las consecuencias educativas y el desarrollo del docente a causa del uso de las Tic's en las reformas y tipos de aprendizaje en tiempos del COVID-19. Revistas UTB. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/120126/CONICET_Digital_Nro.b88aa8ef-4f98-4cbf-a61b-54ee451bd5c2_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

PND. 2022-2026. Plan Nacional de Desarrollo "Colombia, potencia mundial de la vida". Departamento Nacional de Planeación. Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/2023-05-04-bases-plan-nacional-de-inversiones-2022-2026.pdf> Fecha de Consulta: 2 de septiembre 2023.

Reimers, F. 2020. Foro virtual de análisis. 24 de abril. La investigación educativa en tiempos del COVID 19. [Foro]. México. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=kmDxp4-Ye-U>

Detección automática de eventos de stalling mediante algoritmos de machine learning

Andrés Fernando Celis Velez¹, Luis Miguel Castañeda Herrera¹, José Luis Arciniegas Herrera¹, and Héctor Fabio Bermúdez²

¹ Faculty of Electronic Engineering and Telecommunications, Universidad del Cauca, Cl 5 #4-70 Popayan, Colombia

² Faculty of Engineering, Universidad del Quindío, Cra 15 #12N Armenia, Colombia

Abstract. Con la proliferación de nuevas aplicaciones de servicios OTT de videostreaming, los proveedores de contenidos deben garantizar una interacción eficiente, efectiva y satisfactoria entre el usuario y la aplicación del servicio, para este propósito utilizan la calidad de experiencia (QoE). La QoE en el contexto de las telecomunicaciones puede entenderse como la aceptabilidad de un servicio tal como lo perciben los usuarios finales, sin embargo, dada la variabilidad de la red y los diferentes factores que pueden intervenir durante el consumo del servicio por parte del usuario, es necesario contar con un método preciso para detectar eventos de stalling, permitiendo a los proveedores de contenidos tomar mejores decisiones en el diseño de sus aplicaciones OTT. Por este motivo, este artículo pretende mostrar un estudio inicial de los algoritmos dispuestos por SSAD (Semi-supervised Anomaly Detection) para la detección de eventos de stalling; de igual forma se presenta una arquitectura que cumpla el propósito de detección de eventos de stalling.

Keywords: Eventos de stalling · QoE · Clasificación · outliers · videostreaming · DASH

1 Introducción

La creciente demanda de internet implica que ha habido un aumento considerable de tráfico en las redes (ISP), (70% para el 2023 de acuerdo con el informe de Ericsson ConsumerLab) [1,7]. Por lo tanto, las empresas prestadoras de servicios de internet (ISP) y los proveedores de contenido se encuentran en una posición de vanguardia donde deben satisfacer un servicio de calidad, específicamente para el tráfico de vídeo, el cual de acuerdo con los informes aportados por Ericsson ocupa cerca del 63 por ciento de todo el tráfico de internet [1], lo que ha obligado a la implementación de estándares que permitan la monitorización de la calidad de la experiencia (QoE). La QoE se define de acuerdo con la Unión Internacional de las Telecomunicaciones en la recomendación P10/100 como el “grado de satisfacción o inconformidad del usuario por una aplicación o servicio” [14].

Para la estimación de QoE, se utiliza principalmente las recomendaciones dispuesta por la ITU P.1203 utilizando indicadores de desempeño clave KPI

2 F. Author et al.

(Key Performance Indicator); la recomendación ITU P.1203 es una evaluación paramétrica de la calidad basado en el flujo de bits de descarga progresiva y adaptable para los servicios de vídeo que emplean TCP (Protocolo de Control de Transmisión), proporcionando los medios para evaluar la calidad audiovisual completa, la calidad de audio y vídeo individual, los cuales en conjunto con el retraso de carga inicial y los eventos de *stalling*, QUE componen la QoE objetiva [4]. Estos últimos son presentados en la literatura como uno de los factores que influyen negativamente en la satisfacción del usuario [5], generando incomodidad en el usuario con el servicio prestado tanto con el ISP como del proveedor de contenido. Por este motivo, la detección de los eventos de *stalling* juega un papel determinante para los ISP, distribuidores de servicios de vídeo (LVS o OD) u OTT, dada la degradación que producen en la calidad de la experiencia [12].

En cuanto a los eventos de *stalling* se pueden definir como interrupciones de reproducción (eventos de detención o rebuffering) que ocurren a nivel de la capa de presentación y que se pueden considerar como eventos anómalos dado que ocurren con muy baja frecuencia en la reproducción normal de vídeo, pero que producen una degradación significativa en la calidad de la experiencia [4]; estos eventos anómalos, outliers o casos atípicos se definen como aquellas observaciones con características diferentes de las demás, normalmente son factores que pueden distorsionar el análisis estadístico y en análisis exploratorio de los datos. No obstante, para la presente investigación son el insumo esencial para la identificación de los eventos de *stalling*, ya que son valores ubicados por fuera de los rangos de distribución y permiten comprender e identificar a partir de métricas de análisis de tráfico su ocurrencia. En la actualidad las investigaciones ya hablan de la presencia de eventos de *stalling* [19],[2],[8],[9],[20]; No obstante, en general los aportes que se realizan se basan exclusivamente en la detección de estos eventos a partir de las dinámicas de buffer o en otros casos a partir de la identificación manual de los mismos, convirtiéndolo en un proceso lento, variacional y complejo.

Por tal motivo, este artículo presenta un análisis para la detección automática de eventos de *stalling* utilizando algoritmos de *machine learning* debido a la facultad que poseen estos algoritmos para la identificación de patrones. Para ello, inicialmente se aborda un *dataset* que fue generado en un arquitectura cliente servidor y sobre la cual se capturan 8 métricas de vídeo y 9 métricas de audio mediante la herramienta *DASHIF-player*. A partir del *dataset* se procede a conformar *clusters* mediante las técnicas del aprendizaje no supervisado, con los cuales se pueda establecer relaciones en las métricas y determinar la presencia de los eventos de *stalling*; Una vez identificados los diferentes *clusters* y etiquetar el *dataset*, se utilizan los algoritmos del aprendizaje supervisado para clasificar los eventos de *stalling*; Posteriormente teniendo en cuenta que estos eventos son eventos anómalos y su ocurrencia es baja, es indispensable emplear técnicas de análisis de *outliers* especializadas en su identificación, de tal forma que permitan establecer la presencia de un evento de *stalling* usando diferentes algoritmos; Finalmente, se presenta un prototipo de arquitectura para la detección de los eventos.

A continuación, la sección II brindara una descripción del estado del arte relacionados con los aspectos fundamentales sobre los que esta relacionado el articulo. En la sección III se hablan de los materiales y métodos empleados para el desarrollo del presente articulo, dentro de los cuales se incluye la construcción del dataset y el planteamiento de las hipótesis que dan soporte al presente articulo. En la sección IV se observan los resultados y se presenta un análisis de los mismos. Finalmente, se presentan las conclusiones en la sección V.

2 Estado el arte

Los servicios que hacen parte del tráfico de vídeo necesitan un rendimiento de la red significativamente alto para poder lograr condiciones propicias que permitan un desarrollo normal en la reproducción de los vídeos, para lo cuál normalmente los operadores de red buscan ajustar sus parámetros en la red de tal forma que les permita garantizar la calidad del servicio, este último se encuentra sujeto a parámetros como el ancho de banda de conexión, el almacenamiento en buffer de los contenidos y la pérdida de paquetes [19].

No obstante, según [2] para los proveedores de red o proveedores de contenido, más que los parámetros del rendimiento o el contenido mismo, lo que quieren es medir el grado de satisfacción de los clientes por el servicio prestado, buscando detectar los motivos en la deserción de los usuarios, para medir esto se adoptó el termino “calidad de la experiencia”, el cual se encuentra estrechamente relacionado con los eventos de *stalling* y el retraso de carga inicial, factores que de acuerdo con [11], son los mayores causantes de la degradación en la satisfacción del usuario, comprometiendo en gran medida la normal visualización del contenido de vídeo. Además, según [5] en la mayoría de los casos cuando se presenta una mala calidad de la experiencia los clientes prefieren cancelar el servicio y no reportar a su operador de red que el servicio presenta fallos, generando pérdidas millonarias tanto a los proveedores de contenido como a los de red, por estos motivos es de vital importancia la detección estos eventos.

Los eventos de *stalling* son definidos en [8],[9],[20] como eventos que generalmente suceden por rebuffering, los cuales ocurren cuando el buffer agota su nivel máximo y es necesario una retransmisión hasta que el nivel de datos del buffer, supere el umbral asignado por el reproductor de vídeo para iniciar la reproducción. Según, el autor en [13] los eventos de *stalling* son el factor con mayor influencia sobre la QoE, por lo cual es indispensable su detección y cuantificación para acercarse a una QoE más precisa [23], es en este punto donde es necesario desarrollar un método que permita detectar eventos *stalling*. Para la construcción de este método se propone inicialmente una revisión a partir de 2 ejes temáticos que están fuertemente relacionados con la presencia de eventos de *stalling*, como lo son, la forma como los diferentes autores detectan y cuantifican eventos de *stalling* y las diferentes herramientas desarrolladas para cuantificar eventos de *stalling*.

Eje temático 1: En [23]-[16] para identificar cuándo se presenta un evento de *stalling* se analiza el flujo de bits, el tamaño del buffer del usuario, la tasa

de *bitrate*, el tiempo de *rebuffering*, el tiempo total de vídeo, el formato de codificación, el tiempo total de *rebuffering* entre otras métricas. De igual forma en artículos como [9],[20],[5], proponen la necesidad de desarrollar herramientas para la detección tomando en consideración métricas obtenidas de parámetros como el comportamiento de la reproducción del vídeo, las propiedades estocásticas de la distribución a nivel de buffer, las dinámicas de la velocidad de bits de la red y la calidad de vídeo solicitada para la reproducción del vídeo en función del buffer. Por otra parte, los autores en [3] determinan la cantidad de eventos de *stalling* producidos durante una sesión mediante el registro manual de los mismos. En [10] no identifican directamente los eventos de *stalling*, sin embargo proponen un modelo predictivo en tiempo real que está capacitado para cuantificar la QoE para servicios de vídeo adaptativo, siendo posible establecer en qué medida la variación en la tasa de bits produce eventos de *stalling* y cómo cambia la QoE a medida que se van produciendo estos eventos.

El trabajo realizado en [21] se puede considerar como una referencia para la presente propuesta dado que los autores pueden determinar la longitud de los eventos de *stalling*, su cantidad, el tiempo previo a la ocurrencia de un evento, la frecuencia y la tasa de rebuffering desde el reproductor cliente, validando mediante pruebas subjetivas la calidad de los datos recopilados. Otro trabajo de referencia se presenta en [15], allí los autores proponen detectar y predecir eventos de *stalling* mediante la clasificación de tráfico extrayendo un conjunto de características del tráfico TCP que son analizadas mediante PFA (Principal Features Analysis). No obstante, para incrementar el rendimiento de los modelos y acercarse en mayor medida a una detección más precisa de dichos eventos es necesario también considerar el número de secuencia TCP y el tamaño de la ventana TCP, ya que son dos factores que gozan de gran popularidad en el diagrama de distribución de características presentado en [15] pero que no son tomados en consideración en la capa de entrada de los modelos.

En la literatura hablan de la presencia de eventos de *stalling*, no obstante, los aportes que allí se mencionan están exclusivamente relacionados al buffer como único elemento que genera la presencia de estos eventos para el usuario[24]. según [4] la latencia debe estar ligada con el buffer y con la carencia de tramas en el buffer, por lo cual es implícito que se deban generar nuevas peticiones al servidor buscando almacenar tramas en el buffer para presentarlas al usuario. La latencia provoca la demora en la llegada de las tramas o segmentos de vídeo, esto produce paradas en la reproducción del vídeo en el cliente(eventos de *stalling*), esto último se pudo corroborar trabajando en la detección de los eventos de *stalling*, utilizando la plataforma DASHIF, la cual utiliza DASH (Dynamic Adaptive Streaming HTTP), que es un estándar desarrollado por MPEG 20. DASH utiliza un archivo *manifest* que es de tipo MPD; el fichero MPD (Media Presentation Description), es almacenado en el servidor HTTP y describe las características de cada una de las representaciones de los contenidos y sus segmentos[8,9], información que puede ser usada para la detección de los eventos *stalling*.

Como conclusión de este eje temático se puede evidenciar como los eventos de *stalling* son valores atípicos generados por fluctuaciones de red y compor-

tamientos no esperados en el reproductor cliente, de ahí que en ninguna norma se especifique cómo deben ser capturados, además en la recomendaciones dadas por la ITU se deja en claro que no es objeto de la mismas detectar los eventos de *stalling*, por lo cual es necesario e imperativo establecer un mecanismo y/o método capacitado en la detección de los eventos de *stalling*.

Eje temático 2

El siguiente eje temático aborda las diferentes herramientas desarrolladas para cuantificar eventos de *stalling*; en la literatura algunos autores realizan el análisis de los eventos directamente en la estimación de la calidad de la experiencia según el método que desarrollaron como en [25] y otros presentan herramientas novedosas para cuantificarlos a nivel de MOS (Median Opinion Score) como en [6], donde el MOS es una medida subjetiva utilizada para evaluar la calidad del servicio [13]. En [6] proponen un prototipo denominado YOUQMON, que permite la detección de eventos de *stalling* para clientes que ven vídeos de YouTube, combinando técnicas de análisis de tráfico pasivo para detectar eventos de *stalling* mediante un modelo de QoE que permite mapear los eventos en una opinión media. En [22] se presenta un enfoque de aprendizaje automático basado en transmisiones, ViCrypt, que analiza los eventos de *stalling* para las sesiones de transmisión de YouTube en tiempo real. De igual modo, aseguran que, las características de memoria constante se extraen del tráfico de red cifrado basada en flujo y se introducen en un modelo de bosque aleatorio, que predice si el intervalo de tiempo actual contiene eventos de *stalling* o no. En [18] desarrollaron una herramienta para analizar el rendimiento de la transmisión ABR, los investigadores desarrollaron You Slow, un complemento de navegador web que puede detectar e informar sobre el bloqueo del buffer en vivo. Este software permite analizar en tiempo real el comportamiento del buffer, no obstante, sus funciones son limitadas y en algunos casos no son precisas.

Como conclusión de este eje temático, se puede hablar de ciertas herramientas que están en la capacidad de cuantificar eventos de *stalling*, no obstante, estas herramientas están limitadas para la plataforma youtube, la cual emplea tráfico cifrado, además son independientes de la recomendación y emplean su propio tipo de estimación de QoE. Además, se pudo establecer que si bien existen trabajos orientados a la detección de eventos de *stalling* mediante diferentes técnicas del aprendizaje automático, no se encontró evidencia del uso de algoritmos basado en detección de outliers para su identificación, por lo cuál es fundamental realizar una exploración de los diferentes algoritmos de AD (Anomaly Detection) teniendo en cuenta que están capacitados para identificar comportamientos atípicos. Por último, de acuerdo a los resultados obtenidos en la revisión sistemática de la literatura, se puede apreciar la relevancia y actualidad que presenta el tema de investigación planteado en este artículo. Adicionalmente, se observa que todos los esfuerzos de investigación en esta temática, están enfocados en pro de mejorar la estimación de la QoE del cliente en la reproducción de vídeos y así disminuir la tasa de deserción de usuarios para los servicios prestados por los proveedores de red y contenido.

3 Materiales y métodos

En esta sección se describe la metodología general para la evaluación de los modelos ML que buscan la detección de eventos de *stalling* en un servicio de VoD. Primero se realiza un análisis exploratorio para identificar eventos de *stalling* y etiquetar los datos para adaptar los modelos. Una vez el dataset está etiquetado se realizan pruebas con algoritmos semi-supervisados dentro de las que se incluyen algoritmos individuales y de ensamble. Los individuales pueden ser de cuatro categorías dentro de las que se incluyen modelos lineales, basados en proximidad, probabilísticos y redes neuronales, todos ellos utilizando únicamente un tipo de algoritmo para identificar anomalías. Por otra parte los métodos de ensamble combinan algoritmos de clasificación individuales para incrementar el rendimiento en la detección de anomalías.

3.1 Escenario propuesto

En este momento la propuesta de se encuentra en un estado inicial, en la cuál el primer escenario es presentando en la figura 1. Donde consiste es una arquitectura cliente-servidor de 3 niveles conectado a una red WAN de un ISP de nivel 1, que emplea un CDN de videostreaming que garantiza bajas latencias en la transmisión de vídeos, garantiza un manejo práctico y la gestión sobre la red. Adicionalmente, lleva un control centralizado de la misma, lo que permite obtener métricas más precisas de las peticiones que se puedan realizar sobre la lógica de datos y poder observar comportamientos de la red desde la lógica de negocio, sin tener que modificar ningún parámetro en la lógica de presentación del cliente. Para la obtención de los datos se usa un reproductor de vídeo de la plataforma DASHIF y a través de *webscrapping* se capturaron 8 métricas de vídeo que permiten determinar la ocurrencia de eventos de *stalling*, las cuales son: Tamaño de buffer, Tasa de bitrate, Latencia, Frames perdidos, índice de descarga, índice de reproducción, descarga y ratio. En cuanto a características de audio fueron capturadas 5: longitud del buffer, bitrate, índice de descarga, tramas perdidas y latencia. Además, se obtuvieron parámetros de los paquetes como: número de secuencia TCP, tamaño de ventana TCP, paquete con ACK duplicado, paquete previo perdido, longitud de paquete IP, tamaño de cabecera IP, tamaño cabecera TCP y las banderas TCP-ACK, TCP-URG, TCP-PUSH, TCP-RESET, TCP-SYN y TCP-FIN.

Una vez los datos se encuentran almacenados en la base de datos son explorados mediante EDA en la cuál se hace un análisis exploratorio del dataset con el fin de conocer cual es el comportamiento del mismo, observar patrones y reconocer distribuciones estadísticas que puedan ser útiles en el futuro [1]. Posteriormente los datos son apilados y limpiados, luego se analizan y se filtran según la conveniencia del campo de acción, además si es necesario se recurre al análisis de características principales (PFA) para establecer cuales de ellos son adecuados para incluirlos dentro del dataset que formara parte del entrenamiento y prueba de los modelos. Los modelos son probados, caracterizados y validados en función

de los test de validación cruzada, siendo necesario el uso de los test de significancia. Una vez identificado el modelo con mejor comportamiento respecto a los datos capturados, se procede a desplegarlo en un entorno real con captura de métricas en ventanas de 15 segundos.

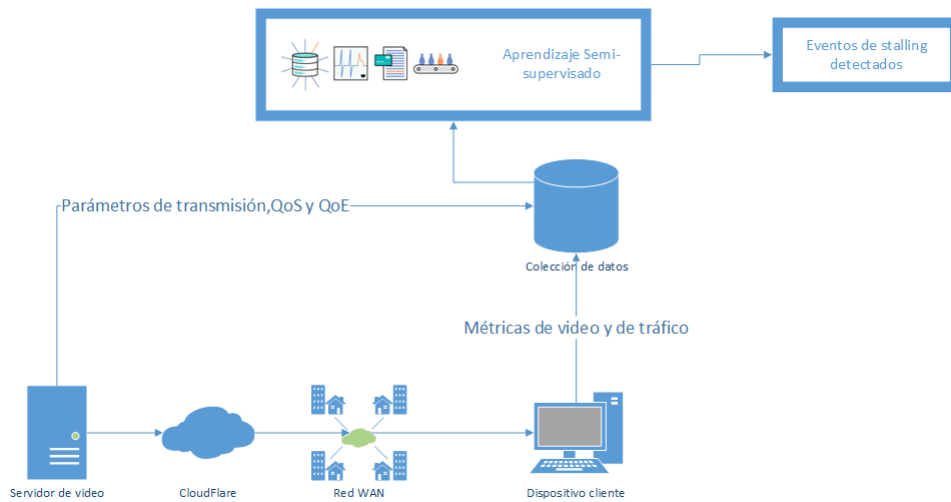


Fig. 1. Estructura detección de eventos de stalling

3.2 Arquitectura propuesta

La arquitectura propuesta inicial para la detección de eventos de *stalling* es presentada en la figura 2, en ella se tiene como primera etapa el proceso de carga de datos correspondientes a las métricas que permiten identificar un evento de *stalling* utilizando web *scrapping* desde DASHIF. La segunda etapa consiste en caracterizar dichos datos con el fin de definir o establecer un patrón de comportamiento, para este caso se utilizaron algoritmos del aprendizaje no supervisado que permitan generar clusters bajo la probabilidad de ocurrencia de un evento de *stalling*, esto facilita el etiquetado de datos; una vez el dataset se encuentra etiquetado y a partir de los clusters, se clasifican los eventos de *stalling* mediante algoritmos de aprendizaje semi-supervisado utilizando algoritmos de detección de *outliers*. La etapa 3 corresponde al entrenamiento del algoritmo del aprendizaje semi-supervisado, en este punto es necesario ejecutar pruebas discriminatorias con el fin de determinar con certeza el algoritmo que se debe utilizar en el método. La etapa 4 corresponde a probar el algoritmo de aprendizaje supervisado (clasificación), para lo cual se debe verificar mediante las métricas de clasificación el rendimiento del modelo. La etapa 5 corresponde a la validación del algoritmo empleado, se analiza e interpreta con el algoritmo

8 F. Author et al.

entrenado y los datos de salida si el modelo clasifica correctamente la presencia de eventos de *stalling*. La etapa 6 se encarga de refinar los algoritmos modificando sus parámetros de acuerdo a sus resultados en el factor de *outliers*. Dentro de los algoritmos considerados se encuentran: ocSVM(oneClass Support Vector Machine), LOF(Local outlier Factor), KNN(k-Nearest Neighbors), BRM(Baggin Random Minner), ISOLATION FOREST,VAE(Variational AutoEncoder).

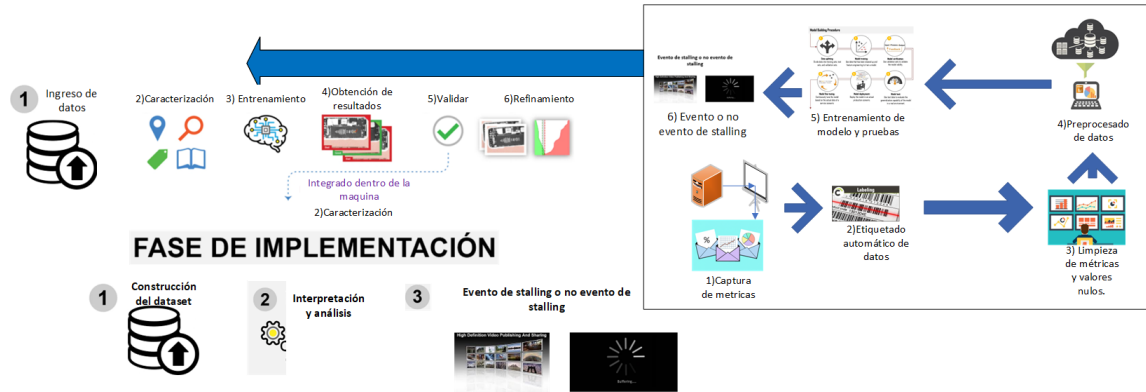


Fig. 2. Arquitectura contemplada para la medición.

4 Análisis y resultados

A partir de las diferentes pruebas realizadas utilizando la arquitectura de la figura 2, qué en su base presenta un modelo de aprendizaje semi-supervisado denominado SSAD(semisupervised anomaly detection) desarrollado por Khan y Madden en [4], el cuál tiene como particularidad qué a los eventos anómalos los trata como la clase positiva y busca identificarlos, esto favorece la convergencia del modelo para identificar los eventos de stalling debido a la naturaleza intrínseca de los mismos de comportarse como una anomalía; cabe aclarar qué los modelos tradicionales se enfocarían en desechar este tipo de comportamientos y no en identificarlos. La identificación correcta de los eventos de stalling esta estrechamente relacionada con los algoritmos utilizados por el modelo, para el caso de la presente investigación de los diferentes algoritmos mencionados en [6], se seleccionaron ocSVM, LOF, KNN, BRM, ISOLATION FOREST y VAE, todos ellos fueron evaluados utilizando la curva ROC que viene del acrónimo Receiver Operating characteristic(Característica operativa del receptor), que es una gráfica que enfrenta los falsos positivos(eje x) con los falsos negativos(eje y), es decir que enfrenta la falsa alarma vs la tasa de éxito; esta curva describe como de bueno es el modelo identificando las clases positivas cuando la salida real es positiva. Otro valor empleado para la evaluación del rendimiento del

modelo para identificar los eventos de stalling es el valor de AUC, un valor de 1 indica que el clasificador es perfecto y uno de 0.5 en AUC corresponde a un clasificador aleatorio. La figura 3 muestra la división que existe de los diferentes algoritmos en la detección de *outliers* utilizando algoritmos semi-supervisados, ellos son principalmente: 1) los modelos lineales que son un conjunto de características en combinaciones lineales, de este utilizamos *ocSVM*; 2) Los basados en proximidad que reconocen diferentes anomalías en objetos cercanos, allí se utilizaron el valor atípico local (LOF) y KNN, el primero de ellos reconoce los objetos que pertenecen a la clase normal (negativa) y objetos que pertenecen a la clase de anomalía (positiva) de acuerdo con la proximidad, por otro lado *KNN* parte del supuesto de que un objeto pertenece a la misma clase que sus objetos cercanos y usa la similitud de características para descubrir ciertas generalidades que describen los objetos. 3) modelos basados en probabilidades dependen del azar; 4) Las redes neuronales que es un conjunto de métodos numéricos que intentan reconocer ciertas relaciones fundamentales en conjunto de datos utilizando un proceso inspirado en el funcionamiento del cerebro humano, de allí se realizaron pruebas con VAE que es un codificador automático basado en redes neuronales y utilizar el error de recreación como punto de anomalía. Se utilizaron diferentes algoritmos basados en métodos de ensamble como *BRM* (*Bagging random miner*), *ocRF* e *isolation forest*. Los algoritmos que mejor se comportaron fueron VAE y *random forest* con valor de AUC cercanos a 1. Estos algoritmos tienen estos valores tan altos debido a que en algunos casos se dejan sesgar por la clase negativa.

De acuerdo con los primeros análisis de validación cruzada del modelo a emplear dentro de la propuesta de la arquitectura para la detección de eventos, se observa una paridad principalmente dentro de 4 métodos como se observa en la figura 3, dentro de los que se descarta KNN debido a su bajo rendimiento, dada esta paridad tan grande fue necesaria la realización de un test de significancia estadística con una prueba de 5x2, dentro de la cuál se observó que 2 de los algoritmos tenían mejor asertividad de respuesta respecto a la detección de eventos de stalling, el primero de ellos es LOF (Local Outlier Factor) y *ocSVM* (one class support Vector Machine), dada la facilidad de los mismos para separar en clases positivas y negativas el conjunto de datos; también es importante mencionar que no se descarta tomar en cuenta *isolation forest* debido a su capacidad para trabajar con datos atípicos propios de un conjunto de datos, este algoritmo no se menciona dentro de los dos primeros algoritmos debido a que en las diferentes pruebas realizadas su capacidad de clasificación no era fija y tenía variaciones continuas en las mediciones de precisión del algoritmo respecto a los datos.

Como discusión final es vital mencionar que a lo largo de la literatura y en las diferentes investigaciones recopiladas se pudo establecer como diferentes trabajos abordan la detección de eventos de *stalling* mediante algoritmos de *machine learning*, métodos estocásticos para comprender las dinámicas de buffer y la estimación manual de los mismos mediante la recopilación visual de los individuos, no obstante comparado con la forma de detectar eventos de stalling que se está proponiendo en este documento cada uno de ellos a nuestro parecer carecen de

rapidez y efectividad, esto se menciona debido a la naturaleza intrínseca de los eventos de *stalling* los cuáles son eventos anómalos que muy pocas veces se producen en un flujo normal de transmisión de vídeo que para el caso de *machine learning* genera problemas en la construcción de los modelos debido al desbalanceo de los datos y que es difícil de corregir mediante datos sintéticos dada la baja ocurrencia de los mismos [2],[8],[15] esto mediante la detección de eventos de *stalling* por medio de las técnicas de *outlier* que se mencionan en el documento ayudaran a mejorar la rapidez y precisión .En el caso de la detección de eventos de *stalling* mediante métodos estocásticos para comprender las dinámicas del buffer se puede decir que normalmente son modelos complejos, ajustados a un comportamiento cambiante del buffer que necesita de modificaciones periódicas para adaptarse al medio de trabajo y que son complejos de modificar [17],[26], esto implica recurrir a modelos con convergencia mas alta y ajustados al comportamiento original de los datos que tienen naturaleza anómala, esto se logra por medio de la arquitectura propuesta en este documento.Para el caso de la estimación manual de los eventos de *stalling* es necesario mencionar que es un proceso lento, variacional y complejo debido a que depende de pruebas subjetivas en escenarios controlados [4], esto es rápidamente solucionado mediante la arquitectura propuesta en este documento.Es necesario aclarar que la arquitectura plasmada en este documento fortalece el proceso de detección de eventos de *stalling* que sirve como insumo en la estimación de la QoE, ya que trabaja directamente con la naturaleza de los eventos *stalling* evitando sesgos, desbalances y sobre-entrenamientos.

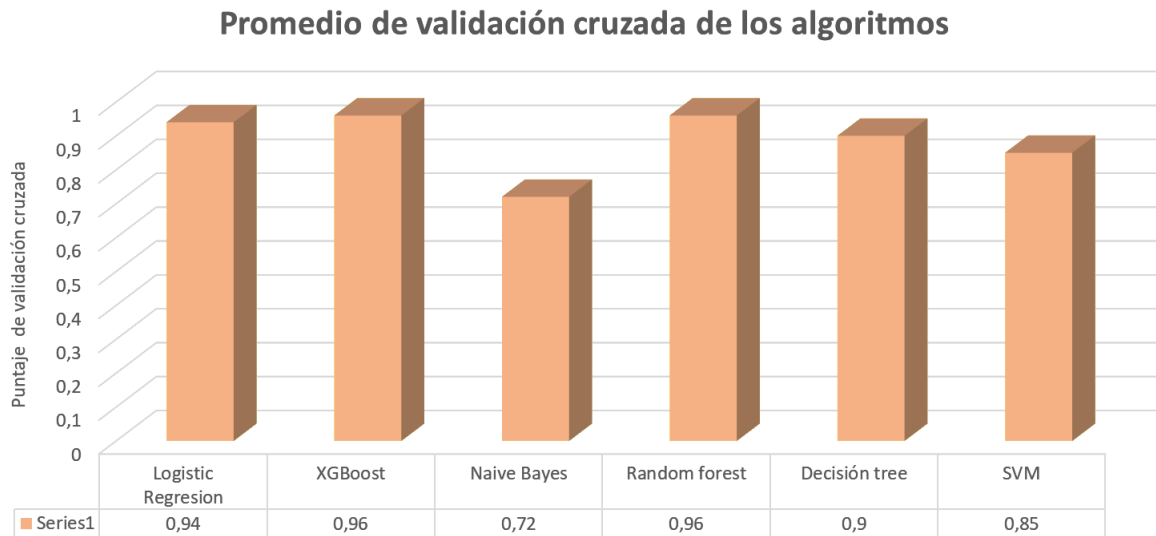


Fig. 3. Resultados validación cruzada

5 Agradecimientos

Esta investigación se enmarca dentro del proyecto denominado: “Fortalecimiento de capacidades de CTel para la innovación educativa en educación básica y media, mediante uso de la plataforma de recomendaciones de contenidos de vídeo (vLRF) en instituciones oficiales y privadas del municipio de Popayán” BPIN: 2020000100654. Los autores agradecen el apoyo financiero por parte del Sistema General de Regalías de la nación de Colombia, la Gobernación del Cauca, el colegio Colombia, la secretaria de educación de la ciudad de Popayán y la Universidad del Cauca. De igual forma el agradecimiento a todos los integrantes del proyecto vLRF (vLRF, 2023).

6 Conclusiones

En los últimos años debido al constante crecimiento del tráfico de vídeo en internet se han incrementado en gran medida los desafíos hacia los proveedores de contenido y red respecto a garantizar la satisfacción del usuario y evitar la deserción de los mismos, es así como los algoritmos de calidad de la experiencia objetiva (QoE) se presentan como una herramienta para realizar una monitorización constante de la satisfacción del usuario. La estimación de la QoE está ligada a factores de rendimiento clave que afectan profundamente su valoración como por ejemplo los eventos de *stalling*, los cuales producen una afectación tan grande que algunos autores los denominan como los principales causantes de la deserción de usuarios; en vista de lo mencionado anteriormente es de vital importancia poder detectar y cuantificar estos molestos eventos en pro de incrementar la satisfacción del usuario; normalmente la identificación de estos eventos se hace por medio de un operario que de forma manual los caracteriza, convirtiéndolo en un proceso monótono, costoso, demorado y complejo, por lo tanto se hace necesario el desarrollo de una arquitectura que esté en la capacidad de calcular la aparición de estos molestos eventos y además que cuente con las facultades para poder alimentar el algoritmo de estimación de calidad de la experiencia. El desarrollo de esta arquitectura de acuerdo con todo los análisis realizados sobre la literatura, debe ser mediante los algoritmos desarrollados para la detección de anomalías dentro del aprendizaje semi-supervisado, esto con el fin de priorizar el rendimiento y evitar sesgos en los datos; de acuerdo con los análisis de modelos realizados se pudo constatar que los algoritmos de mejor comportamiento son los métodos de ensamble que utilizan la taxonomía SSDA dada su capacidad de utilizar diversos clasificadores para dar una puntuación, sin embargo, para el presente caso es necesario revisar otras técnicas diferentes a XGBOOST y ocRF teniendo en cuenta que estos algoritmos pueden estar sesgados por la cantidad de muestras en las clases negativas (valores normales) y las pocas muestras en las clases positivas (eventos de *stalling*). Por otro lado también se hicieron análisis con redes neuronales y se pudo establecer que son algoritmos interesantes para la detección de outliers dada su capacidad de manejar grandes cantidades de datos y características, para el caso del análisis las pruebas fueron realizadas sobre

12 F. Author et al.

VAE (Variational autoencoders) y se obtuvo un valor de AUC cercano a 1, esto se cree es consecuencia de las pocas características que alimentan el algoritmo que codifica y genera el espacio latente, por tal razón se debe probar con algoritmos como MO-GAAL Y SO-GAAL. Es necesario implementar el *framework* encargado de detección de eventos de *stalling* para validar el comportamiento de los algoritmos teniendo en cuenta que ya se entrenaron y se obtuvieron buenos resultados de los mismos. Es importante aclarar que todavía existen limitaciones en la validación de la arquitectura para comportamientos cambiantes propios de la red y de los dispositivos, como por ejemplo para los buffers de dispositivos que tienen dinámicas adaptativas y que en algunos casos no tienen comportamientos lineales, generando afectaciones sobre las métricas ingresadas al modelo y por consiguientes sesgos en la captura de eventos de stalling.

References

1. Internet users in the world 2022 | Statista, <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>
2. Ameigeiras, P., Azcona-Rivas, A., Navarro-Ortiz, J., Ramos-Muñoz, J.J., López-Soler, J.M.: A simple model for predicting the number and duration of rebuffering events for YouTube flows. *IEEE Communications Letters* **16**(2), 278–280 (2012). <https://doi.org/10.1109/LCOMM.2011.121311.111682>
3. Anwar, M.S., Wang, J., Ullah, A., Khan, W., Ahmad, S., Fei, Z.: Measuring quality of experience for 360-degree videos in virtual reality. *Science China Information Sciences* **63**(10), 1–15 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11432-019-2734-y>
4. Bermudez, H.F., Martinez-Caro, J.M., Sanchez-Iborra, R., Arciniegas, J.L., Cano, M.D.: Live video-streaming evaluation using the ITU-T P.1203 QoE model in LTE networks. *Computer Networks* **165**, 106967 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.106967>, <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.106967>
5. Casas, P., Wassermann, S.: Improving QoE prediction in mobile video through machine learning. *Proceedings of the 2017 8th International Conference on the Network of the Future, NOF 2017* **2018-Janua**, 1–7 (2017). <https://doi.org/10.1109/NOF.2017.8251212>
6. Cases, P., Seufert, M., Schatz, R.: YOUQMON. *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review* **41**(2), 44–46 (aug 2013). <https://doi.org/10.1145/2518025.2518033>, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2518025.2518033>
7. Ericsson: Ericsson Mobility Report. Ericsson (June), 36 (2021), www.ericsson.com/mobility-report <https://www.ericsson.com/49da93/assets/local/mobility-report/documents/2020/june2020-ericsson-mobility-report.pdf>
8. Fabio, H., Orozco, B., Fabio, H., Orozco, B.: (2019)
9. Gadaleta, M., Chiariotti, F., Rossi, M., Zanella, A.: D-DASH: A Deep Q-Learning Framework for DASH Video Streaming. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking* **3**(4), 703–718 (2017). <https://doi.org/10.1109/TCCN.2017.2755007>
10. Ghadiyaram, D., Bovik, A.C., Yeganeh, H., Kordasiewicz, R., Gallant, M.: Study of the effects of stalling events on the quality of experience of mobile streaming videos. *2014 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing, GlobalSIP 2014* (February), 989–993 (2014). <https://doi.org/10.1109/GlobalSIP.2014.7032269>

11. Ghadiyaram, D., Pan, J., Bovik, A.C.: Learning a continuous-time streaming video QoE model. *IEEE Transactions on Image Processing* **27**(5), 2257–2271 (2018). <https://doi.org/10.1109/TIP.2018.2790347>
12. Ghadiyaram, D., Pan, J., Bovik, A.C.: A Subjective and Objective Study of Stalling Events in Mobile Streaming Videos. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* **29**(1), 183–197 (2019). <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2017.2768542>
13. Hoßfeld, T., Heegaard, P.E., Varela, M., Möller, S.: QoE beyond the MOS: an in-depth look at QoE via better metrics and their relation to MOS. *Quality and User Experience 2016 1:1* **1**(1), 1–23 (sep 2016). <https://doi.org/10.1007/S41233-016-0002-1>, <https://link.springer.com/article/10.1007/s41233-016-0002-1>
14. Installations, T., Line, L., Systems, D.: ITU-T Vocabulary for performance, quality of service and quality of experience. International Telecommunication Union (P.10/G.100) (2017)
15. Martinez-Caro, J.M., Cano, M.D.: On the identification and prediction of stalling events to improve qoe in video streaming. *Electronics (Switzerland)* **10**(6), 1–17 (2021). <https://doi.org/10.3390/electronics10060753>
16. Meixner, B., Kleinrouweler, J.W., Cesar, P.: 4G/LTE channel quality reference signal trace data set. *Proceedings of the 9th ACM Multimedia Systems Conference, MMSys 2018* pp. 387–392 (jun 2018). <https://doi.org/10.1145/3204949.3208132>, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3204949.3208132>
17. Moldovan, C., Wamser, F., Hoßfeld, T.: Energy-efficient adaptation logic for HTTP streaming in mobile networks. *Proceedings of the 2019 International Conference on Networked Systems, NetSys 2019 (March)* (2019). <https://doi.org/10.1109/NetSys.2019.8854504>
18. NamHyunwoo, KimKyung-Hwa, CalinDoru, SchulzrinneHenning: YouSlow. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review* **44**(4), 111–112 (aug 2014). <https://doi.org/10.1145/2740070.2631433>, <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2740070.2631433>
19. Serral-Gracià, R., Cerqueira, E., Curado, M., Yannuzzi, M., Monteiro, E., Masip-Bruin, X.: An overview of quality of experience measurement challenges for video applications in IP networks. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* **6074 LNCS**, 252–263 (2010). https://doi.org/10.1007/978-3-642-13315-2_21, https://www.researchgate.net/publication/221138097_An_Overview_of_Quality_of_Experience_Measurement_Challenges_for_Video_Applications_in_IP_Networks
20. Serral-Gracià, R., Cerqueira, E., Curado, M., Yannuzzi, M., Monteiro, E., Masip-Bruin, X.: An overview of quality of experience measurement challenges for video applications in IP networks. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* **6074 LNCS**, 252–263 (2010). https://doi.org/10.1007/978-3-642-13315-2_21, https://www.researchgate.net/publication/221138097_An_Overview_of_Quality_of_Experience_Measurement_Challenges_for_Video_Applications_in_IP_Networks
21. Seufert, M., Casas, P., Wehner, N., Gang, L., Li, K.: Features that Matter : Feature Selection for On-line Stalling Prediction in Encrypted Video Streaming. *IEEE INFOCOM 2019 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS)* pp. 688–695 (2019)

14 F. Author et al.

22. Seufert, M., Casas, P., Wehner, N., Gang, L., Li, K.: Stream-based Machine Learning for Real-time QoE Analysis of Encrypted Video Streaming Traffic. Proceedings of the 2019 22nd Conference on Innovation in Clouds, Internet and Networks and Workshops, ICIN 2019 pp. 76–81 (2019). <https://doi.org/10.1109/ICIN.2019.8685901>
23. Staelens, N., Coppens, P., Van Kets, N., Van Wallendaef, G., Van Den Broeck, W., De Cock, J., De Turek, F.: On the impact of video stalling and video quality in the case of camera switching during adaptive streaming of sports content. 2015 7th International Workshop on Quality of Multimedia Experience, QoMEX 2015 (jul 2015). <https://doi.org/10.1109/QoMEX.2015.7148102>
24. Systems, D.: ITU-T (2016)
25. Tao, X., Duan, Y., Xu, M., Meng, Z., Lu, J.: Learning QoE of Mobile Video Transmission with Deep Neural Network: A Data-Driven Approach. IEEE Journal on Selected Areas in Communications **37**(6), 1337–1348 (2019). <https://doi.org/10.1109/JSAC.2019.2904359>
26. Yu, S., Wang, N.: Video stalling detection method. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering **715**(1) (2020). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/715/1/012036>

Methodology for the design of transmedia emo-educational content based on intelligent affective virtual agents on the OTT-Learning platform

Carlos de Castro Lozano^{1*}, J. Miguel Ramírez Uceda¹, Enrique García Salcines¹, Joaquín Aguilar Cerdón¹, Isabel de Castro Burón³, Jon Arambarri¹, Yoan Martínez López⁴, Beatriz Sainz de Abajo⁷, Isabel de la Torre⁷, Gabriel Dorado¹, Raykenler Yzquierdo Herrera⁵, Amanda Berlanga and Aylin Febles⁶

¹ Universidad de Córdoba, CTI, Córdoba, Spain

{carlos, z82agcoj, z82agcoj, bb1dopeg, egsalcines, p12becaa}@uco.es

² Universidad a distancia de Madrid UDIMA

jcabo@telefonica.net

³ Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC)

isabel.decastro@imibic.org

⁴ Universidad de Camagüey, Cuba

ymlopez2022@gmail.com

⁵ Universidad Central del Este, República Dominicana

ryzquierdo@uce.edu.do

⁶ Unión de Informáticos de Cuba

afeblese@gmail.com

⁷ Universidad de Valladolid

{beasai@uva.es, itordie@gmail.com}

Summary.

This article presents an innovative six-phase methodology for the instructional design of transmedia emo-educational content that incorporates affective conversational agents. The methodology consists of 1) Formation of heterogeneous collaborative groups, 2) Assignment of rotating roles, 3) Facilitation of open resources and AI tools, 4) Monitoring through rubrics, 5) Evaluation through validated motivation and engagement questionnaires, 6) Generation of “Transmedia Open Online Content” (TOOCs), 7) Carrying out in-person and virtual collaborative activities and 8) Data analysis to evaluate the opinion and experience of the students. Likewise, active learning strategies based on production systems and interfaces of Interactive Digital Television are incorporated. An organizational structure inspired by exponential technologies is proposed, using new theories of ubiquitous and connectivist learning. Specifically, it describes how AI influences creating transmedia content using affective conversational agents to develop adaptive, interactive and gamified Open Online Transmedia Courses based on research and comparative pilot studies with university students, measuring motivation, engagement and performance indicators before and after of the intervention with content developed with the methodology versus traditional content. The results showed significant improvements in the experimental groups. Therefore, the objective is to present and validate the methodology to demonstrate its positive impact on student motivation and performance.

Keywords : Affective conversational agents (ACA), Instructional design, Motivation in education, Strategies active learning, Interactive Digital Television (TDI), courses transmedia open online (CTAL)

Introduction

Education faces the challenge of adapting to an ever-changing world of work, where skills demands are rapidly evolving due to digital transformation and the fourth industrial revolution (Schwab, 2016). In this context, university vocational training (FPU) takes on special relevance, since it must provide students with the necessary skills to successfully integrate into the labor market (Cedefop, 2020). However, debates persist about what the content and methodology of the FPU should be to respond to these challenges effectively.

This work introduces an innovative methodological proposal for the design of interactive digital content in the FPU, incorporating emotional and motivational aspects through the use of affective conversational agents. As Ryan and Deci (2000) indicate, motivation and engagement are fundamental factors to promote meaningful learning. However, traditionally these affective-motivational dimensions have not been taken into account systematically in the instructional design of content for the FPU. This research aims to address this methodological gap.

Emotional aspects are incorporated through the use of artificial intelligence to create pedagogical agents capable of detecting affective states and adapting their behavior dynamically in order to optimize student motivation (Ahn et al., 2016). As indicated by the interactive technologies mentioned - virtual reality, augmented reality, mobile devices and video game platforms applied to education (Martín-Gutiérrez et al., 2017) - it has been shown that educational content that promotes positive experiences improves attention, engagement and academic performance in comparison to neutral content (Um et al., 2012; Plass & Kaplan, 2016).

The hypothesis is that content designed with this methodology will increase *engagement* and results academics of the students in comparison to contents traditional.

Affective conversational agents are artificial intelligence systems capable of detecting emotions to leave of signs textual and vocalized, and reply of shape contextual for influence in he state emotional of the user (Fitzpatrick et to the., 2017). TO difference of others agents, these they can create a bond emotional for increase the motivation.

The reality virtual It allows trigger environments highly immersive that increase the motivation and attention of students (Huang et al., 2013). A recent meta-analysis showed significant improvements in the learning and engagement with the use of reality virtual in education (Chang et al., 2020).

Validated measures of academic motivation will be used, such as the MSLQ questionnaire (Motivated Strategies for Learning Questionnaire) (Pintrich et al., 1991), and engagement based on the UWES scale (Utrecht work Engagement Scale) (Schaufeli et al., 2002).

Conversational agents offer greater naturalness in interaction and the ability to personalize that others assistants virtual (Haake & Gulz , 2009).

The methodology proposal integrates theories emotional and of motivation in he process of design instructional, to difference of others approaches cognitive or behaviorists existing (Keller, 2010).

Validating this methodology can help reformulate professional training approaches for better adaptation to the needs and expectations of the new generations.

Transmedia narrative and artificial intelligence

Transmedia is a term coined by Henry Jenkins in the 2000s to describe a type of storytelling extended across multiple platforms and formats (Jenkins, 2003). This narrative strategy can include any medium, from television shows and movies to books, video games, and social media. What differentiates transmedia storytelling from traditional forms of storytelling is its use of multiple platforms and formats, generating a more immersive experience for consumers (Jenkins, 2007).

On the other hand, artificial intelligence (AI) can be defined as a type of computer software that has the ability to "learn" and make decisions without being explicitly programmed (Russell & Norvig, 2010). This makes AI a powerful tool for transmedia creators, as it can be used to help generate ideas, scripts and stories in an automated way (Wiggins, 2018). It can even be used to create complete multimedia projects such as websites, videos, and social media posts (Cheng & Lotfian, 2018).

Some examples of AI-powered transmedia projects include the National Theatre's "The Curious Incident..." (Cieplinski, 2018), the video game "Persona 5" (Webb, 2019), and the show "Black Mirror" (Green & Jenkins, 2014).), which often explores ethical implications of technology use

AI can be used in various ways in the creation of transmedia content, such as generating initial ideas (Gervás et al., 2005), developing scripts and characters (Winston, 2012), creating multimedia content (Carbonell, 2019) and managing marketing through global audiences (Ramesh et al., 2017). This can save time and labor in production, while generating greater variety and better targeting content to audiences (Bontcheva et al., 2013). For example, AI can automatically generate a script from a title, or a video from the script (Hammond, 2017).

Learning by doing methodology

The methodology of learning by doing (from English, " learning by doing ") is the basis of the System method Innovative University Leisure Learning Program (SIALU). As explained in the article titled " Learning by doing" *methodology and how to apply it at the university from the Pearson Latam* blog ⁹ : "The methodology of ' learning by doing ' ha I come to transform the education. "His innovative proposal, focused on learning based on experimentation, continues to influence the most recent learning models."

"The *learning by doing* Its objective is for people to learn from practical experiences, focused on measurable and scalable results, assuming that every process and its results can be improved, with this methodology he student modifies his concept of learning, HE move away of the idea preconceived of that The school's goal is to get good grades and focuses on the practical application of its knowledge. Likewise, it discards the paradigm that making mistakes is negative, since with the method *learning by doing* recognizes that experience is obtained through the trial-error process, which strengthens his meaning of learning significant to long term".

The learning by doing methodology is the basis of the Innovative System for University Playful Learning (SIALU) method (Pearson Latam, 2022). As well explained in the article entitled "Learning by doing" methodology and how to apply it at the university on the Pearson Latam blog, "The 'learning by doing'

methodology has come to transform education. Its innovative proposal, focused on learning based on experimentation, continues to influence the most recent learning models" (Pearson Latam, 2022).

Learning by doing aims for people to learn from practical experiences, focused on measurable and scalable results, assuming that every process and its result can be improved (Kolb, 1984). With this methodology, the student modifies his or her concept of learning, moves away from the preconceived idea that the objective of school is to obtain good grades, and concentrates on the practical application of his or her knowledge (Dewey, 1938). Likewise, it discards the paradigm that making mistakes is negative, since with the learning by doing method it recognizes that experience is obtained through the trial-error process, which strengthens its sense of meaningful long-term learning (Piaget, 2013; Vygotsky, 1978).

Project Based Learning (PBL)

PBL is an innovative methodology that promotes active and collaborative learning through solving problems and challenges (Han et al., 2015). By implementing PBL, students become protagonists of their own learning by investigating, creating and working as a team to achieve a final objective (Jones et al., 1997).

In hybrid or blended learning environments, PBL is presented as an effective strategy that increases student engagement (Cebe & Canning-Wilson, 2019). By carrying out projects, students develop skills such as critical thinking and communication through direct experience and shared construction of knowledge.

The key to PBL lies in its experiential approach. By putting what they learn into practice through projects, students develop valuable competencies to face current and future challenges more effectively (Mills & Treagust, 2003).

Collaborative project work encourages the exchange of perspectives, allowing students to learn from each other and collectively construct new meanings (Thomas, 2000).

PBL represents an active methodology focused on empowering students with relevant skills that allow them to be engaged citizens, such as critical thinking and problem solving (Jones et al., 1997).

Use of artificial intelligence in transmedia projects

There are many ways in which artificial intelligence can help in the creation of transmedia content. For example, AI can generate initial ideas ("brainstorms") for transmedia projects (Moreno-Esteban et al., 2021). Another possibility is for AI to develop scripts, characters and narrative plots for courses or multimedia content (Fulda et al., 2021). It can also help market and disseminate transmedia courses to global audiences (Paiva et al., 2021).

The use of artificial intelligence in the creation of transmedia content has some advantages. Perhaps the most obvious benefit is that it can help save time and labor, freeing up resources to focus on quality (de la Cámara et al., 2021). AI can also help create more variety in content by automatically generating new stories, characters and settings that keep users engaged (Aznar-Díaz et al., 2021). Additionally, AI can target content more effectively, ensuring it reaches the right audiences (Rivas & Baena, 2021). Just as AI can generate a script from a course title, it can also automatically create videos based on that script (Castillo-Ortiz et al., 2020).

SIALU Methodology

The EATCO research group, the Industrial Technology Center (CTI) and CITEC have been applying different disruptive methodologies and blended learning since 2004, combining face-to-face and online learning (Godwin-Jones, 2019), formal and informal (Jurado & Pernía, 2019), using exponential technologies and new theories of invisible (Salicrú et al., 2020), ubiquitous (Cope & Kalantzis, 2016) and connectivist learning (Downes, 2007).

The theoretical foundations of the SIALU model are based on previous developments in the field of ubiquitous learning. Specifically, it is inspired by the SIAU (Ubiquitous Information and Learning System) models created by Lazcano Herrera and Font Graupera (2018), which proposed a technological system to support flexible learning and adaptable to different scenarios.

Likewise, SIALU is based on the theories of ubiquitous learning proposed by Sharples et al. (2005), who highlight the potential of technological ubiquity to extend learning beyond traditional temporal and spatial boundaries. It also applies the principles of situated learning according to Lave and Wenger (1991), conceiving it as an activity contextualized in communities of practice.

From a methodological approach, SIALU promotes the continuous evaluation of learning over time, in accordance with the models of Villasclaras and Adell (2013) that propose an actuarial approach based on practice and experience. At the same time, it contemplates aspects of neuroeducation to adapt to the user's emotions, also providing value from an affective perspective (Sylvester, 2013).

On the other hand, TOOCs constitute an evolution of the popularized MOOCs, trying to overcome some of their initial limitations. TOOCs are characterized by implementing a transmedia approach that facilitates student participation through different narrative formats and platforms. In this way, ubiquitous learning is enhanced, allowing the student to interact with the content beyond temporal and spatial barriers. Unlike the first MOOCs focused solely and linearly on video formats, TOOCs promote greater expressive richness that better captures the attention and motivation of contemporary students. This evolution means moving towards a broader conception of lifelong learning.

Following Jenkins' (2006) postulates on extended transmedia learning, they design non-linear teaching resources accessible through multiple formats and devices.

They focus on gamification through games and challenges, thus promoting greater student motivation and commitment (de-Marcos et al., 2016). At the same time, they pursue the personalization of learning through automatic emotion recognition and intelligent recommendation of adaptive content (Chora, 2022).

The TELEDU ecosystem, developed by the EATCO group of the UCO, implements these methodologies aimed at digital inclusion from a universal design (Chiscano et al., 2021). It facilitates the formation of groups at risk of exclusion through ubiquitous transmedia access and the geolocation of resources (de Castro Lozano et al., 2021).

These theoretical proposals have been validated through empirical contrasts. Among them, quasi-experimental experiments stand out that measured significant improvements when applying SIALU, compared to traditional methods, in variables such as academic performance, knowledge retention and student satisfaction (Chora, 2021; de Castro Lozano et al., 2022).

These online learning methodologies have been evolving and it has been during the COVID years when they have been able to be applied with more intensity (Sánchez-Prieto et al., 2020) and since November 2021 we have been able to use generative chatbots thanks to GPT (Brown et al., 2020) and later to exponential growth and accessibility to other agents. The use of chatbots has made it possible to provide continuous and personalized tutorial support to students in a scalable way. Equipped with conversational intelligence, chatbots serve as virtual assistants that accompany the student in their training process, resolving doubts and reinforcing learning interactively. This represents a move towards the use of conversational agents to complement traditional teaching methods and accessibility to other agents or chatbots such as Claude from Anthropic, Bard and Gemini from Google, Bing from Microsoft, Llama 2 and 3 from Meta, Pi, conversational agent and chatbot creation and exploration platforms such as POE and extensions such as ChatHub that integrate all of these chatbots and others (Wagenknecht et al., 2022).

The SIALU method allows solving the problem of adapting teaching to different students (Moreno-Marcos et al., 2022). Following educational trends at a higher level, a current view (Tenjas & Yoon, 2019), this methodology includes criteria for effective learning such as learning by doing (De Miguel, 2022), critical thinking and connectivist and inverted models (Núñez-Perucha et al., 2021).

The SIALU methodology has evolved in recent years, being applied intensively during the pandemic (Aguaded et al., 2022) and using chatbots since 2021 thanks to GPT and then to agents such as Claude, Bing, Llama2, among others, integrating platforms such as POE and ChatHub (Dwivedi et al., 2021).

The SIALU methodology allows teachers to develop adaptive online courses (Pérez et al., 2021) that adjust to different student profiles. For this methodology to be effective, it is essential that the courses have a clear structure following models such as ADDIE (Branch, 2009) and attractive content such as interactive videos and gamification (Olearda et al., 2023). Likewise, it is crucial to optimize aspects such as instructional design, accessibility and usability following guidelines.

Participants

The experience has been carried out during the three consecutive years 2019/20, 2020/21 and 2021/22 (López et al., 2023) in the Automatic regulation subjects of the Electricity and Electronics degrees with a total participation of 110 students and in the Integrated Production System subject of the Master of Industrial Engineering at the University of Córdoba (UCO) with a participation of 120 students, so the sample was made up of 230 students (Jiménez et al., 2023).

During the sessions, methodologies such as project-based learning, practical work and peer evaluation (Prince, 2022) were applied, using media such as computers, videoconferencing and the Internet (Bryan et al., 2022) implemented in LMS platforms and applications such as SiestaTVLearning and OTT. of InteractTVty through the use of "tokens" or educational tokens as with EasyFeedback (Hovardas et al., 2022).

Regarding the importance of regulating emotions by applying video games (Kaczmarek et al., 2020), and the use of artificial intelligence to personalize content through digital twins (Manja et al., 2022), it has been proven that they help improve learning (Dorça et al., 2022).

Finally, each student creates a chatbot with Poe to adapt their learning, detecting knowledge and recommending activities (Moubayed et al., 2021).

Phases of the SIALU methodology

Phase 1. Formation of collaborative groups In this first phase, groups of 3 to 5 students are formed with the aim of promoting collaborative learning (Johnson et al., 2014). Studies show that cooperative work improves learning outcomes and student motivation (Prince, 2022). According to research, groups should be heterogeneous in terms of prior knowledge and skills to enrich the exchange of perspectives (López et al., 2023).

Phase 2. Role assignment. Rotating roles are assigned within each group as speaker, opponent and evaluator (Strijbos et al., 2004). This allows each student to perform different functions such as expressing ideas, criticizing constructively and making value judgments, developing various skills. Roles should change regularly so that all students practice each role.

Phase 3. Facilitation of resources. Teacher-created digital educational materials such as interactive presentations, videos, simulations, and artificial intelligence tools are made available to students (Bryan et al., 2022). This enriches the process by providing multiple sources and formats of information adapted to different learning styles.

Phase 4. Tracking through rubrics. Continuous formative monitoring of students' work and performance is carried out through rubrics (Popham, 2022). These rubrics detail the evaluation criteria and levels of achievement, allowing timely feedback for improvement. Generally, the rubrics used in the SIALU methodology evaluate parameters such as active participation, critical capacity, teamwork, acquisition of skills, etc. (Popham, 2022).

Phase 5. Generation of learning products (TOOCs). Each student creates a personal digital portfolio in massive open online course (TOOCs) format demonstrating the acquisition of skills (Weller, 2022). This allows knowledge to be consolidated in a specific production.

Phase 6. Activities during the sessions. Dynamics such as guided debates, projects, presentations and peer evaluation are promoted (Prince, 2022), taking advantage of face-to-face time in an active and collaborative way. Activities such as mutual correction of exercises, where students review their classmates' work and give comments for improvement. Also presentations of work where the public issues an assessment using rubrics. Another example is "guided discussions" where after presenting a topic, students debate and evaluate the interventions of the rest of their classmates (Prince, 2022).

Phase 7. Carrying out in-person and virtual collaborative activities In-person and virtual modalities are combined through various tools that allow cooperative resolution of tasks (García-Peñalvo et al., 2020; Johnson et al., 2014; Barr & Miller, 2013).

Phase 8. Data analysis The process and results are qualitatively and quantitatively evaluated using indicators such as student perception and performance (Dorça et al., 2022). This makes it possible to make the pertinent adjustments to optimize the methodology. Both qualitative and quantitative data are collected. The qualitative ones through interviews, perception questionnaires, systematic observations, etc. to evaluate the opinion and experience of the students. And quantitative ones measure aspects such as performance, goal achievement rate, attendance, level of satisfaction, etc. All the information is then triangulated to make a diagnosis that allows timely improvements to be introduced (Dorça et al., 2022).

Execution of the SIALU methodology

Seminars were held where student groups presented topics divided into lessons composed of theoretical concepts and practical exercises to facilitate learning (Pérez Arechaederra, 2023). Students create interactive materials and carry out individual and group work (Cabero et al., 2020), each student creates their own notebook in a massive open online course (TOOC) format (Downes, 2019; Stacey, 2014).

Students not only take notes, but actively participate in tasks, activities, problem solving, and group presentations (Cabero et al., 2020). Critical thinking, collaborative learning, information management and peer evaluation are promoted (Cabero & Barroso, 2016). The seminar is organized in groups that develop topics with rotating functions: presentation guided by the teacher, constructive opposition and evaluation between teams (Leal-Rodríguez et al., 2023), thus promoting active learning and teamwork (Johnson et al., 2007).

Teaching aids such as computers, tablets, smartphones, video conferencing and the Internet are used (Cabero et al., 2020). It is implemented in learning management platforms and is evaluated continuously, encouraging participation (Cabero et al., 2020). During the COVID-19 pandemic, the effectiveness of this methodology was evident in both in-person and virtual modes (García-Peñalvo et al., 2020).

The importance of emotional self-regulation through the use of video games is highlighted (Martí-Parreño et al., 2022), and artificial intelligence to personalize content (Ifenthaler & Schumacher, 2016) and adaptive learning (Latorre et al., 2020).

Seminars were held where student groups presented topics divided into lessons composed of theoretical concepts and practical exercises to facilitate learning (Latorre, García, & Sánchez, 2020).

Students create interactive materials and carry out individual and group work (Hernández-Leo et al., 2009). Each student creates their own notebook in a massive open online course (TOOC) format (García-Peñalvo et al., 2016; Latorre et al., 2020).

Students not only take notes, but actively participate in tasks, activities, problem solving and group presentations (Hernández-Leo et al., 2013). Critical thinking, collaborative learning, information management and peer evaluation are promoted (López-Pérez et al., 2021).

The seminar is organized in groups that develop topics with rotating functions: presentation guided by the teacher, constructive opposition and evaluation between teams (Gómez-Galán et al., 2018). In this way, active learning, the application of knowledge and teamwork are encouraged (Hernández-Pérez et al., 2015).

Teaching aids such as computers, tablets, smartphones, videoconferencing and the Internet are used (Hernández-Leo et al., 2016). It is implemented in learning management platforms and is evaluated continuously, encouraging participation (Mor et al., 2019).

During the COVID-19 pandemic, the effectiveness of this methodology was evident in both in-person and virtual modes (González-Gómez et al., 2021). The importance of emotional self-regulation through the use of video games (Martí-Parreño et al., 2020) and artificial intelligence to personalize content (Ifenthaler & Schumacher, 2016; Latorre et al., 2020) is highlighted.

Artificial Intelligence and digital twins can also be used to analyze course results and detect possible differences between students (Latorre et al., 2020). This allows teachers to create more hours of content and personalize it (Ifenthaler & Schumacher, 2016). In this way, adaptive learning can be achieved, so that each student uses a digital twin to “feed” their Affective Intelligent Virtual Agent (AVIA) (Latorre et al., 2020). The latter can detect the emotional state, learning pace, comprehension capacity, acquired knowledge, fatigue, etc. of the students (Latorre et al., 2020).

Based on this, it can present appropriate tasks or proposals for students, whenever they are necessary (Latorre et al., 2020).

To carry out the TVnaries by the students, the inverted class model was applied, which consists of students reviewing materials and carrying out previous activities in virtual tutorials with the teacher, and then the face-to-face sessions are dedicated to exposing the topic, discussing doubts, do practical exercises, etc. , helped by the opponents and being evaluated by the evaluators and the rest of the class.

The interactive digital materials produced by students are developed with Genially templates (presentations, infographics, concept maps, gamification, interactive image, interactive videos) and simulations, educational video games, laboratories and interactive virtual environments.

Finally, each student creates a chatbot using POE to personalize and adapt their learning model, that is, they create a digital twin to detect their learning rate, acquired knowledge, etc. , so that this intelligent virtual agent created can recommend specific activities for each student when necessary.

The United Nations (UN) has highlighted the importance of harnessing the power of the digital revolution to ensure quality education for all, especially the most marginalized (United Nations Organization, 2023).

Transmedia communication is an approach that allows different channels and platforms to be linked to build a coherent and captivating narrative. This approach offers numerous possibilities to connect with audiences and maintain their attention through various forms of content (Jenkins et al., 2013).

Digital technologies have a significant impact on today's society and can contribute to achieving the Sustainable Development Goals established by the UN. However, they also pose challenges related to privacy, security and inequality, so their use needs to be managed responsibly (United Nations, 2022).

There is academic research on the creation of content and value in a networked culture, although the full content of the referenced article could not be accessed (Johnson et al., 2021).

Digitalization has proven its importance during the pandemic, facilitating the fight against coronavirus, remote medical care and the exchange of scientific knowledge. The most digitalized countries have managed to adapt better to socioeconomic challenges (Organization for Economic Cooperation and Development, 2020).

Transmediality is a concept that has been adopted in the business world and seeks to combine different ways of doing things to capture the attention of the target audience. From Gutenberg's printing press to hypertext, human creativity has driven new alternatives to connect with people (Jenkins, 2006).

Digital content allows brands to better connect with their customers, improve their profitability and optimize their presence on the Internet and social networks. There are different types of digital content, and its implementation can have numerous benefits for digital marketing strategies (Smith, 2022).

Digital transformation has changed the way we communicate and consume content in the Internet age. We now have the freedom to choose what, how and when to consume content, which has led companies to adapt their marketing strategies and focus on content marketing (Li & Bernoff, 2008).

The most important key to take into account in transmedia narratives is the participation of users through interactivity, the playful aspect and artificial intelligence. The role of the audience in transmedia narrative is quite active. User participation must be encouraged, giving them their own space to interact and contribute comments and ideas. The implementation of playful mechanics, in contexts linked to the game, leads to greater user participation.

Transmedia Open Online Courses (Transmedia Open Online Course, TOOC)

TOOCs can use artificial intelligence to improve the learning experience of students (Kalateh, 2023). They not only allow the desired knowledge to be taught and learned, but also prepare students for real life (Amirhossein, 2022). Transmedia courses give students freedom of action to choose when and how they want to complete their classes (Minasian, 2023).

Transmedia courses are a new way of “learning by doing” (Ramirez, 2023). They offer a more interactive, playful and personalized learning experience (Minasian, 2023). There is no doubt that artificial intelligence is evolving rapidly and becoming more sophisticated every day (Kalateh, 2023). With AI-based tools for multimedia course creation and production, educators now have access to powerful resources, which help design and develop engaging and effective learning materials (Kalateh, 2023).

One of the tools that can be used to generate TOOC is the course builder called “Course Builder” (Google, 2023). It is an AI-powered platform, developed by Google. It allows educators to create multimedia courses quickly and easily, using templates designed to promote student engagement and mastery of the material. The platform also includes tools that facilitate collaboration between educators and students, such as discussion forums, quizzes, and assignments (Google, 2023).

Another AI-based tool for course development is the explain everything interactive whiteboard, called “Explain Everything” (Explain Everything, 2023). This tool allows users to create interactive videos using screen recording, drawings, animations, and other multimedia elements. Videos created in this way can be used in various contexts; from online learning scenarios to flipped classrooms (Explain Everything, 2023). “Course Builder” and “Explain Everything” are just two examples of the growing number of IAA-based tools that are available for creating multimedia courses. All of this offers educators a large number of possibilities to improve students' learning experiences through innovative instructional methods (Kalateh, 2023).

Artificial intelligence is a broad and complex term that can refer to a number of different technologies (Kalateh, 2023). In general, AI refers to systems that can learn and work on their own, making decisions based on data (Kalateh, 2023). This allows them to carry out complex tasks or processes that would otherwise be difficult or impossible for humans to do (Kalateh, 2023). There are many different applications for AI in education, from creating course materials to helping students with learning disabilities (Kalateh, 2023). One of the most promising areas for AI in education is the development of template-based tools that can help create and produce interactive transmedia courses (Kalateh, 2023). These tools allow instructors to design courses that include various multimedia elements, such as text, audio, video, and interactive elements (Kalateh, 2023). They also help automate the process of adding these elements to courses, making it easier for instructors to create rich and engaging learning experiences for students (Kalateh, 2023).

In recent years, artificial intelligence has been increasingly used in various sectors (Kalateh, 2023). New applications that use this technology constantly emerge (Kalateh, 2023). AI can be used to automate many manual processes, but also to improve content writing (Kalateh, 2023). For example, it can be used to assist in transmedia script writing during the creation of a TOOC (Kalateh, 2023). As an example, a search and selection of AI tools has been carried out to write text based on keywords (Kalateh, 2023). The following have been evaluated: AI-Writer (AI-Writer, 2023), CopyAI (CopyAI, 2023), Hypotenuse AI (Hypotenuse AI, 2023), Botowski (Botowski, 2023).

A critical evaluation of various authoring tools has been carried out to generate transmedia, interactive and playful courses as a game, with the following criteria: ease of use, availability of templates, use of AI (Kalateh, 2023).

The most important key to take into account in transmedia narratives is the participation of users through interactivity, the playful aspect and artificial intelligence (Kalateh, 2023). The role of the audience in transmedia narrative is quite active (Kalateh, 2023). User participation must be encouraged, giving them their own space to interact and contribute comments and ideas (Kalateh, 2023). The implementation of playful mechanics, in contexts linked to the game, leads to greater user participation (Kalateh, 2023).

Conclusions

Learning methods have changed in recent years, moving from a traditional teacher-centered teaching model to one focused on a more active role of students (Garris, Ahlers and Driskell, 2002). Learning methods are evolving from a passive one, in which students limit themselves to listening to the teacher, to a more active one in which they learn by doing (Kolb, 1984). Kolb defined the Experiential Learning Theory (EAT), which combines experience, cognition, behavior and perception. On the other hand, interactivity and the playful aspects of games are essential elements to motivate students. By uniting various theories and characteristics of learning, the new SIALU model is obtained as an open online education modality for the future. AI, together with transmedia storytelling and template-based authoring tools, are of great help for the production of massive open online courses (COAM; Garrido, 2023).

Most experts agree that behavioral objectives should be considered in the curriculum, as well as include objectives that encourage critical and creative thinking (White, 2018). When engaging in problem solving using constructivist and experiential learning, it is important to go beyond behavioral goals (Kalateh and Amirhossein, 2023). Nowadays, new methods and tools are available to help people manage their affective states, such as computer-generated virtual environments aimed at manipulating affective experience and training specific strategies (Rivera, 2023). Research has recently explored the positive effects of video games on players' well-being in terms of inducing positive emotions, improving mood and reducing stress, contributing to emotional stability (Anthropic, 2023).

Currently, related techniques emphasize allowing teachers to connect learning with students' real-life and emotional experiences, as well as their personal stories and experiences. This form of learning also encompasses newer educational concepts such as problem-based, cooperative and experiential learning, as well as simulations (Ministry of Education, 2023).

Simulation-based collaborative learning improves student learning in real-life settings (Johnson & Johnson, 1989). This study examines how a simulation system improves students' collaborative learning and performance, using a technology adoption model (Davis, 1989). In relation to the research methodology and data collection, this study measures the effect of perceived pleasure (Venkatesh et al., 2003). Likewise, collaborative learning is analyzed, based on a simulation system, evaluating student performance, using a technology acceptance model (Venkatesh & Bala, 2008).

Simulation systems are based on theories and applications that students must implement, to increase the efficiency of learning by participating in a real situation (Gredler, 1996) 5. Other interesting aspects are the effectiveness of the learning process and the relationship between competencies and goals, the implementation of the curriculum and the evaluation of the results of the curriculum. This can be evaluated by merging the Attitude, Ability and Knowledge models [AHC; from English, "Attitude, Skill and Knowledge" (ASK)] and Attitude, Behavior and Outcome [ACR; from English, "Attitude, Behavior and Outcome" (ABO)] (Gagne et al., 1992).

The cyclical model also highlights the need to use evaluation feedback to redefine the goals and objectives of the curriculum (Tyler, 2013). In relation to the inclusive learning environment, education must be based on fundamental values described in the Universal Declaration of Human Rights of the United Nations (UN, 1948). It will promote democracy, sex equality and scientific thinking (UNESCO, 2022).

Learners or students must be able to acquire and apply knowledge and skills to master challenges and solve tasks in known and unknown contexts and situations (Biggs, 2003) 10. Likewise, they must acquire skills that involve understanding the contents and the ability to reflect and think critically (Bloom et al., 1956). Reflection and critical thinking are associated with the development of ethical attitudes and judgment (Dewey, 1933).

On the other hand, the taxonomy of meaningful learning, created by L. Dee Fink, is highly integrative (Fink, 2013) 13. It allows for self-reflection and self-assessment of educators, in relation to the instructional episodes, to determine if they were effective (Fink, 2013).

1. Bibliography

- Ahn, H., DiGiacomo, S.M., & Watson, N.V. (2016). Applying data mining techniques for comprehensively understanding students' attention changes. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1), 63-73. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2602067>
- Cedefop . (2020). Employer survey in VET in Europe: results from the 2018 update. Office for Official Publications of the European Communities. <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/publications/5579>
- Fitzpatrick, K.K., Darcy, A., & Vierhile, M. (2017). Delivering cognitive behavior therapy to young adults with symptoms of depression and anxiety using a fully automated conversational agent (Woebot): a randomized controlled trial. *JMIR mental health*, 4(2), e19. <https://doi.org/10.2196/mental.7785>
- Haake, J.M., & Gulz, A. (2009). A look at the roles of look, style and emoji in a conversational agent. In *International workshop on intelligent virtual agents* (pp. 52-67). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04380-2_6
- Huang, W.H., Johnson, T.E., & Han, S.H. (2013, March). Impact of online educational multimedia content on elementary science learning. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (Vol. 2013, No. 1, pp. 4542-4548). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Pintrich, P.R., Smith, D.A.F., Garcia, T., & McKeachie, W.J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor, MI: University of Michigan, National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
- Schaufeli, W.B., Bakker, A.B., & Salanova, M. (2006). The Measurement of Work Engagement With a Short Questionnaire: A Cross-National Study. *Educational and Psychological Measurement*, 66(4), 701–716. <https://doi.org/10.1177/0013164405282471>
- Haake, J.M. & Gülz, A. (2009). Supporting Self-Presentation and Self-Disclosure with embodied conversational agents. *International Journal of Emerging Conversations Technologies*, 3(4). <https://doi.org/10.4018/jec3.2009040106>
- Keller, J.M. (2010) *Motivational Design for Learning and Performance*. New York: Springer.
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, CE, Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2), 469-486. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75459>
- Plass, J.L., & Kaplan, U. (2016). Emotional design in digital media for learning. In *Emotions, Technology, and Learning* (pp. 67-82). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800644-2.00005-5>
- Pintrich, P.R., Smith, D.A., Garcia, T., & McKeachie, W.J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ)*.
- Ryan, R.M., & Deci, E.L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Schaufeli, W.B., Bakker, A.B., & Salanova, M. (2006). The measurement of work engagement with a short questionnaire: A cross-national study. *Educational and psychological measurement*, 66(4), 701-716. <https://doi.org/10.1177/0013164405282471>
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Currency.
- Um, E., Plass, J.L., Hayward, E.O., & Homer, B.D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 485. <https://doi.org/10.1037/a0026609>

Pearson Latam . (2022, March 14). "Learning by doing" methodology and how to apply it from the university. Pearson Latam Blog. <https://blog.pearsonlatam.com/talento-humano/metodologia-aprender-hazando-como-aplicarla-desde-la-universidad>

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Simom & Schuster.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Piaget, J. (2013). *The construction of reality in the child*. Routledge.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Barak, M., & Dori, Y.J. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, 89(1), 117-139. <https://doi.org/10.1002/sce.20027>

Blumenfeld, P.C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.

Graaff, E., & Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International journal of engineering education*, 19(5), 657-662.

Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education—theory, practice and rubber sling shots. *Higher education*, 51(2), 287-314.

Mills, J.E., & Treagust, D.F. (2003). Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer. *Australasian journal of engineering education*, 3(2), 2-16. <https://doi.org/10.1080/22054952.2003.11689989>

Savin -Baden, M., & Major, C. H. (Eds.). (2004). *Foundations of problem-based learning*. McGraw-Hill Education (UK). <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-2615-3>

Solomon, G. (2003). Project-based learning: First. *Technology and learning-Dayton*, 23(6), 20. [https://doi.org/10.1016/S1059-1439\(03\)00030-6](https://doi.org/10.1016/S1059-1439(03)00030-6)

Thomas, J.W. (2000). A review of research on project-based learning. <https://doi.org/10.3102/00346543076001004>

Project based learning

Cebe, R., & Canning-Wilson, C. (2019). Implementing blended learning at a satellite campus: Student engagement and perceptions. *The Internet and Higher Education*, 42, 56–71. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2019.01.003>

Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089–1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>

Jones, B.F., Rasmussen, C.M., & Moffitt, M.C. (1997). Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning. *American Psychological Association*. <https://doi.org/10.1037/10218-000>

Mills, J.E., & Treagust, D.F. (2003). Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer. *Australasian Journal of Engineering Education*, 3(2), 216. <https://doi.org/10.1080/22054952.2003.11689989>

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. *Review of Educational Research*, 70(1), 1-45. <https://doi.org/10.3102/00346543076001004>

Use artificial intelligence in transmedia projects

Aznar-Díaz, I., Romero-Rodríguez, JM, Zaldivar-Basile, JI, & Martínez-Jiménez, P. (2021). Enhancing storytelling in education through AI content generation. *Multimedia Tools and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11219-w>

Castillo-Ortiz, KD, Bautista-Martínez, G., & Mendoza-Hernández, RV (2020). Transmedia storytelling based on artificial intelligence for education. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 6(3), 147. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2020.06.002>

de la Cámara, C., Moreno-Jiménez, LF, & Orea-Pérez, A. (2021). The effect of augmented intelligence on human productivity and creativity through assistive intelligent agents. *Latin Journal of Social Communication*, (79), 1145-1158. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2021-1507>

Fulda, N.S., Breazeal, C., Chen, D., & Wilson, K.H. (2021). Can storytelling through social dialogue agents be both engaging and informative? *arXiv preprint arXiv:2111.12081*.

Moreno-Esteban, S., Truong, VH, & Gallud, JA (2021, September). Towards AI as Idea Generator using Creativity Techniques. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 3-22). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86352-0_149

Paiva, A., Gratch, J., Aylett, R., Villamez, SC, Otero, JDO, & Marsella, S. (2021). Rapport, empathy, and engagement in virtual agents for learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(4), 655-689. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00264-8>

Rivas, MF, & Baena, M. (2021). How to choose the best content in digital educational environments: a proposal based on artificial intelligence and gamification. *EDMETIC, Journal of Media Education and ICT*, 10(2), 118-137. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v10i2.18005>

SIALU methodology to participants

Cope, B., & Kalantzis, M. (Eds.). (2016). *A pedagogy of multiliteracies: Learning by design*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9780230294451>

Downes, S. (2007). What connectivism is. half an hour. <https://halfanhour.blogspot.com/2007/02/what-connectivism-is.html>

Godwin-Jones, R. (2019). Emerging technologies pushing the boundaries of online language learning. *Language Learning & Technology*, 23(2), 12-18. <http://hdl.handle.net/10125/44671>

Jurado, P., & Pernía, A. (2019). Formal, informal and non-formal learning: An overview of approaches to understand their relationships. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 20(3) <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-20.3.3317>

Salicrú, S., Méndez, L., & Moro, M. (2020). Invisible learning: critical reflections around learning and knowledge production outside the academy. *Power and Education*, 12(1), 54-66. <https://doi.org/10.1177/1757743819885534>

Brown, T.B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G.,

Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D.M., Wu, J.,

Winter, C., Hesse, C., Chen, M., Sigler, E., Litwin, M., Gray, S., Chess, B., Clark, J., Berner, C., McCandlish, S.,

Radford, A., Sutskever, I., & Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>

Bryan, T., Daugherty, J., & Himebauch, A. (2022). An examination of technology integration and engagement among pre-service teachers. *Journal of Further and Higher Education*, 46(3), 378-389. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2021.1903236>

Calvo, R.A., Kwar, S., Chakraborty, S., & Eastman, C. (2020). A systematic exploration of teachers' technology sustainability practices: Case of a developing country. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9), 1-23. <https://doi.org/10.3390/su12093835>

Cope, B., & Kalantzis, M. (2016). *A Pedagogy of Multiliteracies: Learning by Design*. Palgrave Macmillan.
De Miguel, R. (2022). Learning by doing, the methodology that adds value to knowledge. *EDUCATION 3.0*. <https://www.educacionrespuntocero.com/noticias/aprender-hazando/>

Downes, S. (2007). What connectivism is. Half an Hour. <https://halfanhour.blogspot.com/2007/02/what-connectivism-is.html>

Dorça, FAK, Lupion, CS, Masiero, PC, & Hanashiro, PS (2022). Technology integration and active methodologies in virtual education: Perceptions of teachers and students. *Technology, Pedagogy and Education*, 31(4), 489-506. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2022.2038125>

Dwivedi, Y.K., Hughes, L., Coombs, C., Constantiou, I., Duan, Y., Edwards, J.S., Gupta, B., Lal, B., Misra, S.,

Prashant, P., Raman, R., Rana, NP, Sharma, SK, & Upadhyay, N. (2021). Impact of COVID-19 pandemic on information management research and practice: Transforming science and practice. *International Journal of*

Information Management, 57, 102211. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102211>

Godwin-Jones, R. (2019). Emerging technologies hybrid learning spaces for L2 writing. *Language Learning & Technology*, 23(2), 12-19. <http://dx.doi.org/10125/44655>

González, JA (2022). Permanently learning with exponential tools and technologies. *EDUCATION 3.0*. <https://www.educacionrespuntocero.com/formacion/formacion-docente/herramientas-tecnologicas-exponenciales/>

Hovardas, T., Korfiatis, N. & Efthimiou, E. (2022). Fostering reflection through situated interaction design: an empirical study in environmental education. *Interactive Learning Environments*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2091565>

SIALU Metodology Background

Chiscano, M., Guitert, M., & de Castro, C. (2021). TELEDU: Even transmedia learning ecosystem. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 6(2), 82-91. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2021.06.002>

de-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., & Pagés, C. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education*, 75, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.012>

Chora, R. et. Al. (2022). Designing adaptive IPTV learning based on students' emotions. *Multimedia Tools and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12808-6>

by Castro Lozano, C. (2020). GameFlow : A model for designing serious games to boost innovation ecosystems. *Games and Culture*, 15(8), 937-960. <https://doi.org/10.1177/1555412020915845>

Chora, R., & Guitert, M. (2019, June). Adaptive IPTV learning based on students' emotions recognition. In *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education* (pp. 564-571). SCITEPRESS.

Chora, R. (2021). Experimental design for assessing the effectiveness of a transmedia e-learning course. *Education Sciences*, 11(4), 179. <https://doi.org/10.3390/educsci11040179>

Leony, D., Delgado Kloos, C., & Santamaría Lancho, E. (2022). A multimodal transmedia IPTV learning model. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3147181>

Villamón, M., Ordoñez De Pablos, P., & Muñoz Carril, PC (2021). Teledu: Transmedia learning ecosystem for people at risk of exclusion. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 6(2), 82-91. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2021.06.009>

Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*. NYU press.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.

Lazcano Herrera, C., & Font Graupera, E. (2018). The SIAU model: Ubiquitous Information and Learning System. *Studies Pedagogicals (Valdivia)*, 44(1), 133-151. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052018000100133>

Sylvester, R. (2013). affective learning, a taxonomy for teaching with feelings. *Thought & action*, 29(1).

Villasclaras-Fernández, ED, & Adell-Soler, J. (2013). Situated learning: a grounded teaching methodology. *Pixel-Bit. Journal of Media and Education*, (42), 113-126.

Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2005). Towards a theory of mobile learning. *Proceedings of mLearn 2005 Conference*. <https://oro.open.ac.uk/7535/1/Sharples-7535-paper.pdf>

Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1).

Execution of the SIALU methodology

García-Peñalvo, FJ, Corell, A., Abella-García, V., & Grande de Prado, M. (2016). From Moocs to TOOCs. *IRIED. Ibero-American Journal of Distance Education*, 19(1), 55–72. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.25300>

Gómez-Galán, J., López-Pérez, MV, & Pérez-Pérez, C. (2018). Flipped learning and cooperative work: Impact on learning outcomes and student perception. *Computers in Human Behavior*, 84, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.02.027>

González-Gómez, D., Guardiola, J., Rodríguez, Ó. M., & Alonso, M. Á. M. (2021). Gender differences in e-learning satisfaction: A case study in higher education during the COVID-19 lockdown. *Education Sciences*, 11(7), 471. <https://doi.org/10.3390/educsci11070471>

Hernández-Leo, D., Asensio-Pérez, JI, Dimitriadis, Y., Bote-Lorenzo, ML, Jorrín-Abellán, IM, &

Villasclaras-Fernández, ED (2013). Collaborative learning design: Social and visual web-based tools. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 859–867. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.06.007>

Hernández-Leo, D., Villasclaras-Fernández, ED, Asensio-Pérez, JI, Dimitriadis, Y., Jorrín-Abellán, IM, Ruiz-Requies, I., & Rubia-Avi, B. (2009). COLLAGE: A collaborative learning design editor based on patterns. *Educational Technology & Society*, 12(1), 58–71.

Hernández-Pérez, T., Herrera-Murillo, DM, & Rodríguez-Ponce, E. (2015). Teamwork competence: A cross-cultural study in university students. *Computers in Human Behavior*, 48, 630–641. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.036>

Ifenthaler, D., & Schumacher, C. (2016). Student perceptions of privacy principles for learning analytics. *Educational Technology Research and Development*, 64(5), 923–938. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9452-x>

Latorre, C., García, JN, & Sánchez, JA (2020). Flipped learning approach in higher education:

Increasing the students' satisfaction through the use of gamification and learning analytics. *Education Sciences*, 10(12), 370. <https://doi.org/10.3390/educsci10120370>

López-Pérez, MV, Pérez-López, MC, & Rodríguez-Ariza, L. (2021). Blended learning and peer evaluation: Effects on self-regulated learning and academic performance. *Computers & Education*, 162, 104088. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104088>

- Marti-Parreño, J., Méndez-Ibáñez, E., & Alonso-Arroyo, A. (2020). Teachers' perception on educational video games: Videogames for emotion regulation. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(1), 50–60. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.1.446>
- Mor , Y., Ferguson, R., & Wasson, B. (2019). Editorial: Learning design, teacher inquiry into student learning and learning analytics: A call for action. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 57–66. <https://doi.org/10.1093/bjjet/jtz011>
- Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: The culture of media convergence*. Paidós.
- Jenkins, H., Ford, S., & Green, J. (2013). *Spreadable media: Create content to be shared on social networks*. Ariel.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2021). *NMC horizon report: 2021 higher education edition*. The New Media Consortium. <https://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2021-higher-education-edition/>
- Li, C., & Bernoff, J. (2008). *Groundswell: Winning in a world transformed by social technologies*. Harvard Business Press.
- Llorente , C., & Morán , M. (2023). *Digital Marketing and Community Management: How create and manage online communities* . ESIC Editorial.
- United Nations. (2022). *Sustainable Development Goals*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- United Nations. (2023). *World Education Monitoring Report 2023: Investing better in education*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386628_eng
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2020). *The impact of COVID-19 on education: Insights from Education at a Glance 2020*. OECD. <https://www.oecd.org/education/the-impact-of-covid-19-on-education-insights-education-at-a-glance-2020.pdf>
- Smith, A. (2022). *Content marketing: How to create and distribute digital content*. ESIC Editorial.

Conclusions

- Anthropic. (2023). *How AI can enhance well-being through games*.
- Anthropic. <https://www.anthropic.com/blog/how-ai-can-enhance-well-being-through-games>
- Biggs, J. (2003). *Teaching for quality learning at universities: What the student does*. Society for Research into Higher Education.
- Bloom, BS, Engelhart , MD, Furst , EJ, Hill, WH, & Krathwohl, DR (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relationship of reflective thinking to the educational process*. DC Heath and Company.
- Fink, L. D. (2013). *Creating meaningful learning experiences: An integrated approach to designing college courses*. John Wiley & Sons.
- Garrido, M. (2023). *AI and transmedia narrative in open online education*. *Ibero-American Journal of Distance Education*, 26(1), 117-132. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.30681>
- Gagne, R.M., Briggs, L.J., & Wager, W.W. (1992). *Principles of instructional design*.
- Garris, R., Ahlers , R., & Driskell, J.E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, 33(4), 441-467.
- Gredler , M.E. (1996). Educational games and simulations: A technology in search of a (research) paradigm. *Handbook of research for educational communications and technology*, 521-540.
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Interaction Book Company.
- Kalateh, A., & Amirhossein, K. (2023). *Narrative-based interactive learning system* [Master's thesis, University of Tehran]. Repository Tehran Institutional .
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ministry of Education. (2023). *New teaching and learning strategies*. Government of Iran. <https://www.medu.ir/Portal/Home/ShowPage.aspx?Object=NEWS&ID=7b6e8f4c-c8b4-4d8b-b6e4-e9a7c9a6d4e5&LayoutID=u3k4wsre&CategoryID=4c1e88d4-a4f7-4a1b-b9b2-4f9e8d16d72a>

United Nations Organization (UN). (1948). Universal Declaration of Human Rights. United Nations. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2022). Education: From intolerance to tolerance. UNESCO. <https://en.unesco.org/themes/education-intolerance-tolerance>

Rivera, J. (2023). Virtual reality and emotional regulation. *Journal of Psychology*, 44(1), 5-18. <https://doi.org/10.18800/psico.202301.001>

Tyler, R.W. (2013). *Basic principles of curriculum and instruction*. University of Chicago press.

Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B., & Davis, F.D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.

Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273-315.

White, B. (2018). The purpose of education in the 21st century. Center for Curriculum Redesign. <https://www.curriculumredesign.org/the-purpose-of-education-in-the-21st-century/>

Artículos y libros de los autores

Capitulo de libro de los MOOCs a los TOOCs :

https://www.researchgate.net/publication/359284327_De_los_MOOCs_a_los_TOOCs_Ecosistema_OTTIP_TV_de_aprendizaje_en_linea_basado_en_las_emociones_Por_una_ensenanza_adaptativa_por_un_aprendizaje_personalizado

Libro Tecnologías Exponenciales:

https://www.researchgate.net/publication/359081516_Tecnologias_Exponenciales

IPTVCare

https://www.researchgate.net/publication/358738904_IPTVCARE

Teledu Portugal

https://www.researchgate.net/publication/347519928_TELEDU_Plataforma_IPTVlearning_para_todos

Teledu springer

https://www.researchgate.net/publication/353452269_Teledu_Transmedia_Learning_Ecosystem_for_People_at_Risk_of_Exclusion

Gamificacion Beatriz

https://www.researchgate.net/publication/336077457_Aplicacion_plural_de_herramientas_para_gamificar_Analisis_y_comparativa

Fomento del envejecimiento saludable en el hogar y cuidado del cuidador. Sistema colaborativo:

Wetakecare

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6453350>

Se ha utilizado dos bot para la corrección y revisión del artículo y Google traductor para la traducción al inglés.

Los bots usados son:

RevisorBot <https://poe.com/s/klfcEOLyCOj5dmR9M7F5>

ThesisArticleWriter: <https://poe.com/s/Mx73tiFldo1GuF0OEiDq>

RevisorBot ha sido creado y entrenado por Carlos de Castro

Infrastructure for Interactive Digital TV |



Arquitectura para la interactividad en la TVD adaptada a las condiciones de Cuba

Ariel-Alfonso Fernández-Santana^[0000-0002-4739-3230] and Joaquín-Danilo
Pina-Amargós^[0000-0003-4619-849X] and Raisa
Socorro-Llanes^[0000-0002-2627-1912]

Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), Cuba.
jpina@ceis.cujae.edu.cu

Resumen La Televisión Digital (TVD) permite la incorporación y transmisión de datos que son interpretados por cajas decodificadoras y que el usuario final percibe con determinado grado de interactividad. En la actualidad la mayoría de los servicios y tecnologías utilizadas para lograr la interactividad en la TVD (TVDi) son limitados por el cobro de elevadas tarifas y su código fuente no se encuentra disponible para adecuar su funcionamiento a las condiciones locales. Dentro de las aplicaciones interactivas están los videojuegos y las visitas virtuales, las cuales contribuyen a hacer más atractivo y educativo el uso de la televisión. La presente investigación propone una arquitectura adaptada a las condiciones tecnológicas de Cuba, que tribute a incorporar funcionalidades de interactividad avanzada en la TVD. Para ello se realiza un análisis de las tecnologías disponibles optando por una solución de software libre que permita la creación de estas aplicaciones y su integración en un mismo sistema siguiendo una arquitectura basada en microservicios y el estándar HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband Television). Con el desarrollo de la investigación se contribuye a enaltecer el patrimonio tecnológico del país. Al ser la televisión un medio de difusión tan utilizado en la sociedad actual, su implementación se ve reflejado como un claro beneficio a disímiles sectores. Además, fomenta el crecimiento de la soberanía tecnológica del país siendo un referente en el desarrollo de video-juegos, visitas virtuales, u otro tipo de contenido interactivo para la TVD, ya que se crea una caracterización de los principales atributos que deben tener dichas aplicaciones.

Palabras claves: televisión digital interactiva, arquitectura de software, software libre.

1. Introducción

Se conoce como TVD (Televisión Digital) a un conjunto de tecnologías de transmisión y recepción audiovisual que emplea señales digitales en lugar de las analógicas tradicionales de la televisión.

Como se plantea en [2] y [19], la TVD presenta interesantes innovaciones respecto a la tradicional, tales como: varios formatos de transmisión, transmisiones simultáneas e interactividad.

Basados en [15] se puede afirmar que la interactividad permite a los canales de televisión ofrecer un conjunto de servicios adicionales al incorporar funciones avanzadas de comunicación, participación y servicios sociales para el desarrollo de la informatización. Esta interactividad se clasifica en dos niveles: interactividad local e interactividad con canal de retorno.

La Televisión Digital interactiva (TVDi) es un escenario emergente en ascenso que brinda la posibilidad de transmitir contenidos informativos y recreativos utilizando este medio de gran penetración en la mayoría de los pueblos del mundo. Dentro de los contenidos más llamativos se encuentra la multimedia interactiva que incluye los videojuegos y las visitas virtuales. En su conjunto ofrecen una verdadera experiencia integrada combinando la televisión, el ordenador, la industria editorial y las telecomunicaciones.

Un producto multimedia interactivo permite al usuario iniciar y desarrollar un diálogo, consultar información, explorar, descubrir y adquirir nuevos conocimientos; por lo que destacan los grandes beneficios que brinda su uso en el ámbito de la educación y el entretenimiento. Se considera una tecnología que promueve la creatividad mediante los sistemas de computación. La producción y creación de sistemas virtuales reduce el derroche de recursos técnicos y económicos. Se enfoca en el uso de los recursos tecnológicos disponibles, sus avances y las herramientas multimedia para desarrollar productos interactivos, sencillos, y en los cuales utilizando diversas técnicas de diseño y creatividad se puede incluir mucho contenido informativo. Además, una interacción que exige del usuario facilita la atención, comprensión, y retención de información de una forma intuitiva y espontánea.

Dentro de los varios productos en formato multimedia que existen, en Cuba destacan tres importantes colecciones de software educativos: la colección Multisaber, la colección el Navegante y la colección Fututo [17], dirigidas a transmitir conocimiento de una forma más entretenida a los estudiantes de enseñanza primaria, secundaria y superior respectivamente. Sistemas como estos constituyen un valioso medio de enseñanza-aprendizaje, que ofrece variadas perspectivas de proyección al proceso docente-educativo. Algunos brindan un enfoque curricular y multidisciplinario por su relación con los contenidos de los programas de cada asignatura, y otros tributan a la formación de una cultura general integral. Sin embargo, no están preparados para desplegarse en el entorno masivo de la TVD, forma en la cual se pudiese hacer llegar a los hogares independientemente de su nivel adquisitivo.

En la actualidad la TVDi se utiliza principalmente para transmitir contenido multimedia que está controlado por empresas y corporaciones que responden a sus propios intereses por encima del de los usuarios. Respecto a la Televisión Cubana, existen ciertas condiciones tecnológicas y económicas que influyen notablemente cuando se refiere a implementar la interactividad. Un primer punto es que solo es posible la interactividad local debido a la ausencia de un canal de retorno, lo que hace la comunicación bidireccional inaplicable [18]. Además, las cajas decodificadoras con que se cuenta a nivel de país para el uso de la población son de bajas prestaciones.

Por otro lado, el contenido útil con respecto al tema y a las tecnologías pertinentes está disperso en Internet, lo que dificulta que los interesados en desarrollar aplicaciones en este entorno puedan asimilarlo fácilmente. Adquirir una tecnología similar de una empresa extranjera implicaría un gasto económico importante, seguido a que no sería viable debido al bloqueo impuesto por el gobierno de los Estados Unidos hacia Cuba [9]. Al mismo tiempo, las tecnologías privativas con que están desarrolladas no permiten adaptar los contenidos existentes a los entornos de bajas prestaciones con que cuenta el país, ni integrarlos con otras soluciones.

En este artículo se describe el estado del arte referente a la interactividad en la TVD y a soluciones existentes que tributen a la coexistencia entre distintas normas de televisión. Seguidamente, para lograr la interactividad deseada se plantea utilizar un sistema adecuado al estándar HbbTV (*Hybrid Broadcast Broadband TV*) que funcione en conjunto con las soluciones de radiodifusión actuales y se presentan los resultados obtenidos en los escenarios de visitas virtuales 360 y videojuegos educativos donde fue validado. El acceso a dicho sistema será mediante una segunda pantalla (dispositivo externo) como un smartphone, tablet o utilizando un televisor inteligente o decodificador de TV digital que tenga disponibilidad de Internet, permitiendo la comunicación cliente-servidor.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, la investigación se basa en proponer una arquitectura adaptada a las condiciones tecnológicas de Cuba, que tribute a incorporar funcionalidades de interactividad avanzada en la TVD cubana.

El desarrollo del tema que se plantea contribuiría a enaltecer el patrimonio tecnológico del país. Al ser la televisión un medio de difusión muy utilizado en la sociedad actual, su futura implementación se verá reflejado como un claro beneficio a diferentes sectores de la sociedad. Además, brindará soberanía tecnológica pudiendo convertirse en un referente en el desarrollo de multimedia, videojuegos, visitas virtuales, u otro tipo de contenido interactivo para la TVD, ya que se estará creando una caracterización de los principales atributos que deberán tener dichas aplicaciones.

2. Antecedentes

Los sistemas IBB (Integrated broadcast-broadband) han demostrado ser una solución válida para permitir a los organismos de radiodifusión llevar al usuario final nuevos tipos de contenidos emergentes (ITU-R). Dichos sistemas combinan servicios tradicionales con aplicaciones multifuncionales, similares a los servicios basados en la Web, razón por la cual disímiles radiodifusores europeos que han comenzado a aprovechar estas nuevas oportunidades que brinda. Por ejemplo, está el caso de la BBC (British Broadcasting Corporation) que puso en marcha un nuevo sistema de pruebas que ayuda a los fabricantes a verificar las funcionalidades y el rendimiento de dispositivos HbbTV para que las aplicaciones de televisión y los servicios de segunda pantalla se sincronicen con precisión con un programa o canal que se esté viendo en el televisor [11].

Por otro lado, el Grupo de Certificación HbbTV desarrolló una Aplicación de Operador HbbTV (OpApp) para permitir a los radiodifusores de televisión controlar la experiencia del usuario en dispositivos como Set Top Box (STB) y Smart TV funcionando a través de diferentes ecosistemas y dispositivos, adecuados para cualquier medio de distribución (por ejemplo, cable, terrestre y por satélite) [13].

Es importante notar que IBB suele asociarse solamente a una norma de TVD, lo que da lugar a sistemas únicos [8]. Para superar esta limitación, varios estudios han propuesto soluciones que permiten la coexistencia entre distintas normas de TV. En [19] se presenta un sistema de TV híbrido que combina ISDB-T y HbbTV, admitiendo diferentes tipos de mecanismos de sincronización entre la señal ISDB-T y las aplicaciones HbbTV asociadas. En [6] los autores presentan una red híbrida para la prestación de servicios lineales en dispositivos portables y móviles, basado en la cooperación entre el sistema *broadcast* y el *broadband*. En [3] se describe una plataforma para distribuir contenidos multimedia híbridos de extremo a extremo (*end-to-end*) en un escenario multidispositivo compatible con HbbTV, donde permite el uso de transmisión en vivo vía HTTP (*Hyper-Text Transfer Protocol*) y protocolos de transporte en tiempo real (*Real-time Transport Protocols*) que no son soportados por el estándar HbbTV. Otro estudio [10] aprovecha la red de retorno terrestre y satelital en combinación con la conectividad a través de Internet para a través de arquitecturas dinámicas de microservicios y el protocolo QUIC (*Quick UDP Internet Connections*) ampliar el alcance de las transmisiones televisivas a dispositivos como *smartphones* y *tablets*. Dichas investigaciones demuestran que es posible crear un sistema para añadir funciones de interactividad que funcione en conjunto con las soluciones de radiodifusión existentes, destacando como características principales de las aplicaciones interactivas la usabilidad, la accesibilidad, la interacción intuitiva y la retroalimentación inmediata.

En [18] se presenta una nueva solución de software que demuestra las posibilidades de la TVDi en un escenario real. La solución llamada TVC+ recoge información útil disponible en Internet y la integra con los servicios de TVDi. Algunas de sus funcionalidades ya se han desplegado en varios escenarios [1], demostrando su utilidad en algunas áreas de los objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 de la ONU (Organización de Naciones Unidas): Educación, Salud, Alimentación y Patrimonio [4]. TVC+ permite la transmisión de contenido en el estándar de TVDi que se requiera.

Existen varios estándares técnicos que regulan el funcionamiento de un sistema de televisión interactiva. Basado en las investigaciones realizadas en [5] y [7] el estándar HbbTV destaca por las múltiples ventajas con respecto a las demás tecnologías, por lo que resulta ideal para el desarrollo de aplicaciones interactivas en la TVD.

HbbTV se basa en un conjunto de estándares abiertos ya existentes, los cuales definen cómo se interactúa con los contenidos multimedia: OIPF-DAE (*Open Internet Protocol Television - Declarative Application Environment*), CEA (*Consumer Electronics Association*), DVB (*Digital Video Broadcasting*) y W3C (*World*

Wide Web Consortium). El mismo va más allá de los estándares tradicionales, pues define sus propios para las interfaces gráficas. El estándar OIPF-DAE define APIs (*Application Programming Interface*) de JavaScript para entornos de televisión, así como establece modificaciones al lenguaje CE-HTML (*Consumer Electronics Association - HyperText Markup Language*) para la creación de interfaces gráficas. CEA define las APIs para los servicios bajo demanda, así como el acceso a redes UpnP (*Universal Plug and Play*) e Internet. El estándar DVB define la capa de transporte y señalización de los contenidos interactivos y W3C define los estándares Web: HTML (*HyperText Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheets 3*), JavaScript, DOM (*Document Object Model*), entre otros para la presentación de los contenidos interactivos. Con estos estándares, HbbTV logra que contenidos de diferentes proveedores e incluso diferentes medios de transmisión sean accesibles a través de la misma interfaz y puedan ser procesados en dispositivos con bajas prestaciones. A su vez utiliza la especificación MPEG-DASH (*Dynamic Adaptive Streaming over HTTP*) con el fin de proveer soporte para el streaming adaptativo según las capacidades del cliente a través del protocolo HTTP. La transmisión de contenido con tasa de bits adaptativa es una de las características esenciales de HbbTV logrando una mejor experiencia del usuario en redes de alta saturación o de baja velocidad [14].

A varios años de publicado el estándar, numerosas organizaciones han creado soluciones para, generalmente, integrarlas con sus productos de hardware. Tal es el caso de Samsung, LG y Sony que han combinado sus sistemas de Smart TV con HbbTV. Diversos proveedores de televisión, sobre todo en Europa, han comenzado a transmitir contenidos bajo el estándar HbbTV. Actualmente suman más de 30 países donde ha sido desplegado el estándar, destacando, además del mercado europeo, Rusia, Australia y Nueva Zelanda [12]. Por otro lado, organizaciones gubernamentales, en conjunto con estos proveedores, han creado recomendaciones y especificaciones con las características que deben tener los equipos receptores y los productos de software para ser vendidos en sus países.

3. Arquitectura propuesta

La arquitectura propuesta para permitir la incorporación de interactividad en la TVD cubana se basa en el estándar HbbTV, esta decisión está fundamentada por todas las ventajas mencionadas anteriormente.

En la Figura 1 se muestra un diagrama de la forma en que se visualiza desplegada la arquitectura propuesta.

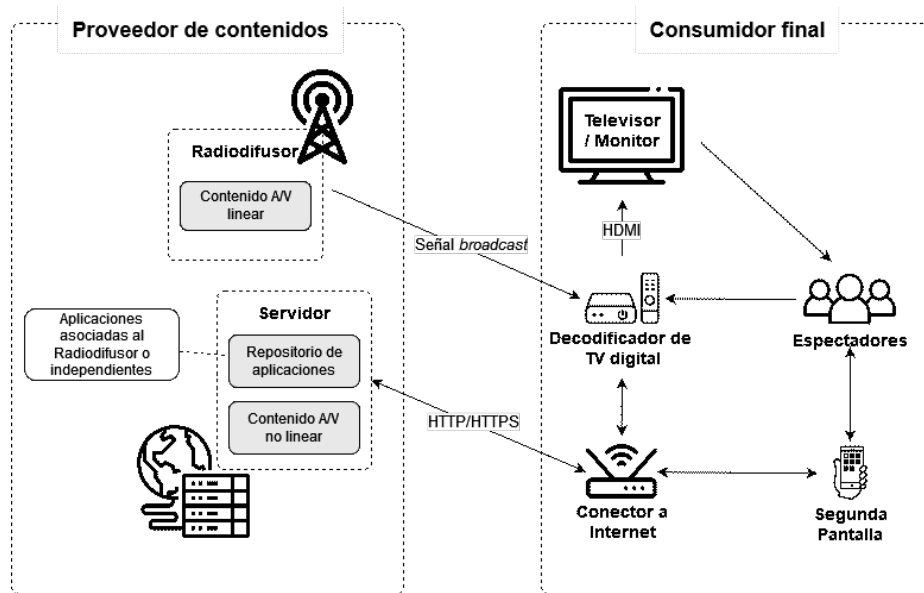


Figura 1: Propuesta para el despliegue de la arquitectura.

En la zona correspondiente al **proveedor de contenidos** se ubican las partes referentes al **Radiodifusor**, donde se almacena el **contenido A/V (de audio o video) lineal**, y al **repositorio de aplicaciones y contenido A/V no lineal**. Por tanto, se puede deducir que, será necesaria la existencia de uno o varios servidores, encargados de almacenar tanto el contenido multimedia como las aplicaciones disponible a través de Internet.

Adicionalmente, en esta parte de la plataforma se incluyen los elementos necesarios para que el **consumidor final** pueda acceder a toda la información necesaria con el fin de poder adquirir y reproducir contenido complementario o bien adquirir la información asociada a los programas que se transmiten. Por consiguiente, deberá contar con un **decodificador de TV digital**, un **conector a internet** (como un router o equipo similar con acceso a internet) y un **televisor o monitor**. Opcionalmente, se puede contar con algún tipo de **segunda pantalla** (como *smartphone*, *tablet*, computadora o similar).

Como se observa, el **Radiodifusor** es el encargado de transmitir el **contenido A/V lineal** a través de la señal *broadcast*, la cual es recibida por el **decodificador de TV digital** para transmitir el contenido al **televisor o monitor**. Los **espectadores** interactúan con el **decodificador de TV digital** para seleccionar el **contenido A/V lineal** que desea consumir y lo visualiza a través del **televisor o monitor**.

El **consumidor final** tiene dos vías para acceder al **contenido A/V no lineal** y a las **aplicaciones**. Una es contando con un **decodificador de TV digital** que presente una interfaz de red que permita que se conecte al **conector**

a **internet**, ya sea inalámbrica o cableada. Y otra, utilizando una **segunda pantalla** que se conecte de igual forma al **conector a internet**.

Las aplicaciones alojadas en el **repositorio de aplicaciones** pueden ser asociadas al **Radiodifusor** (aplicaciones que forman parte de los servicios de TVD IBB) o independientes (aplicaciones que no están disponibles a través del servicio de TVD).

El canal de retorno queda establecido a través de internet como es propuesto por HbbTV. De forma que los **espectadores** pueden consumir el **contenido A/V lineal** e interactuar con el **contenido A/V no lineal** y las **aplicaciones** de interactividad avanzada a través de la conexión establecida entre el **conector a internet** y el **Servidor**.

Cabe resaltar que estos dispositivos pueden estar integrados o no, por ejemplo, la **segunda pantalla** puede tener conexión a Internet, al igual que el **decodificador de TV digital**, así como el TV puede tener integrado el decodificador con o sin conexión a Internet. En función de sus condiciones particulares, cada usuario personalizará la forma de consumir los servicios interactivos.

Las aplicaciones y su contenido se descargarán en la **segunda pantalla** o en el **decodificador de TV digital** con acceso a Internet pudiendo ejecutarse de manera simultánea a la transmisión del programa o después de su emisión. Tomemos como ejemplo un programa de cocina: es posible consultar la receta en la **segunda pantalla** durante o después de la transmisión del programa. Lo mismo aplicaría a una visita virtual a un lugar de interés, con su proyección en vista panorámica o formato de videojuego durante o después de su emisión. Además, en ciertos programas, se puede utilizar la aplicación de interactividad para llevar a cabo votaciones, hacer comentarios o preguntas, e incluso, durante una clase virtual, realizar una evaluación del contenido de la clase. Esto permite que el espectador envíe su respuesta y reciba retroalimentación inmediata.

Teniendo en cuenta que se requiere que el sistema posea un alto nivel de modularidad y escalabilidad, ya que es substancial que permita el aumento de sus funcionalidades, se decidió utilizar una arquitectura basada en microservicios. Esto trae consigo una serie de ventajas explicadas a continuación. En principio contribuye a descomponer la aplicación en diferentes servicios, con el objetivo de obtener una alta disponibilidad, bajo acoplamiento, descentralización y tolerancia a fallos. Otra de las ventajas que destaca con respecto a la escalabilidad del sistema es que debido a que cada microservicio funciona de manera independiente al resto, se simplifica el proceso de adición, eliminación o modificación de los módulos que componen la aplicación. Esto permite que a medida que se desarrollan los componentes que forman el sistema se vaya logrando un primer acercamiento a la implementación de esta solución, sin necesidad de ponerla en funcionamiento para todos los escenarios deseados desde el inicio. Por otro lado, permiten que la solución no esté anclada a una tecnología en particular, lo que propicia su evolución a medida que nuevas tecnologías emerjan sin afectar el despliegue del sistema.

A su vez, para abordar los problemas que surgen con el uso de este tipo de arquitectura atendiendo a la gestión de la comunicación entre los microservicios

y la monitorización de los mismos se propone seguir los patrones de diseño *API Gateway* y *Saga*.

El patrón *API Gateway* crea para todos los clientes o aplicaciones externas un único punto de entrada que gestiona las solicitudes redirigiéndolas al servicio o servicios apropiados. Esta práctica facilita su integración con otros sistemas y permite cambiar y reorganizar los servicios sin afectar a las aplicaciones clientes ya que los aísla de conocer que la estructura de la aplicación.

Por su parte el patrón *Saga* está orientado a resolver el reto de que los microservicios compartan datos y se comuniquen entre sí, debido a que cada microservicio se ejecuta de manera aislada y con una base de datos propia. Su implementación en el sistema plantea contar con un administrador de transacciones para gestionar y garantizar la integridad y consistencia de los datos entre microservicios. Cada transacción publica un evento o mensaje cuando actualiza la base de datos, acción que permite desencadenar el siguiente paso de la transacción y, si algún paso falla, poder deshacer las transacciones precedentes.

Como se mencionó HbbTV define los estándares Web para la presentación de los contenidos interactivos a través de W3C. La misión de W3C es llevar la *World Wide Web* a su máximo potencial mediante el desarrollo de protocolos y directrices que garanticen el crecimiento a largo plazo de la misma, elaborando especificaciones abiertas para mejorar la interoperabilidad de los productos relacionados con la Web [20]. Esto implica que las tecnologías utilizadas para desarrollar los módulos de interactividad del sistema deben responder a este estándar, lo cual se logra con el uso de DOM3 y lenguajes de marcado como HTML5, XML (*Extensible Markup Language*) o XHTML (*EXtensible HyperText Markup Language*) asistido con CSS3 y *JavaScript*; mientras que para operaciones como el renderizado y cálculo gráfico en la GPU (*Graphics Processing Unit*) valida el uso de WebGPU (*Web Graphics Processing Unit*) y WebGL (*Web Graphics Library*). Igualmente, se debe prestar atención a que no demanden una alta capacidad de recursos de cómputo. Con base en estos criterios se puede realizar una selección tecnológica que se adapte a la arquitectura propuesta.

Con el objetivo de obtener una retroalimentación temprana respecto a la validación de la arquitectura propuesta, este artículo se enfoca en dos posibles escenarios a los que puede ser aplicada para lograr la interactividad en la TVD cubana.

En un estudio realizado en [21] durante la propagación de la COVID-19, sobre cómo las visitas virtuales 360 pueden reducir el estrés psicológico de las personas, los resultados indicaron una disminución de estrés y aumento del disfrute al participar en esta forma de realidad virtual. De forma similar en [16] se comprobó que el jugar videojuegos puede influir positivamente en reducir el estrés y la ansiedad en niños, adultos y adultos mayores, además de ser una potencial fuente de conocimientos según las características particulares del juego en cuestión. En consecuencia, se decidió que la arquitectura propuesta será validada en el escenario de las visitas virtuales 360 y los videojuegos.

Por tanto, se realizó un análisis de los marcos de trabajo fundamentales para el desarrollo de visitas virtuales 360 en un ambiente propicio para la TVD, de los

que destacó Three.js para el manejo gráfico en el lado del cliente. La elección está basada en que es una biblioteca ligera de JavaScript que posee mecanismos para la optimización recursos, ventaja importante en el entorno de trabajo. Además, se mantiene actualizándose a menudo con nuevas funcionalidades, mejoras de estabilidad y corrección de errores; lo que garantiza el soporte técnico. Para el desarrollo del resto de la aplicación del lado del cliente se utilizó React.js ya que al utilizar un DOM virtual permite un gran rendimiento y utiliza en gran medida las funcionalidades de JavaScript.

De forma similar, se realizó un análisis de las tecnologías disponibles para el desarrollo de videojuegos donde resaltó la biblioteca de JavaScript Pixi.js. La decisión se basa en que es totalmente libre, necesita pocos requerimientos para su implementación y al ser multiplataforma es compatible con los disímiles sistemas operativos de los Smart TV y STB.

En el caso de la aplicación en el lado del servidor se decidió utilizar Node.js con Nest.js fundamentado en que consume considerablemente pocos recursos del sistema comparado con otras opciones (Asp.Net o Spring), brinda una arquitectura predeterminada, utiliza JavaScript y facilita la realización de pruebas, ya que permite desarrollar aplicaciones utilizando poca cantidad de código.

En las Figuras 2 y 3 se representan las propuestas para implementar el patrón API Gateway y Saga respectivamente en la aplicación de visitas virtuales 360. En el caso del patrón Saga se utiliza RabbitMQ como intermediario entre los eventos que publican los servicios al actualizar la base de datos.

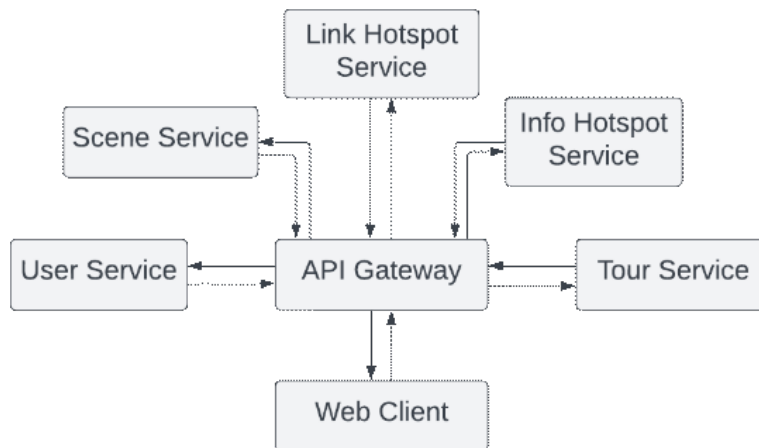


Figura 2: Patrón de diseño *API Gateway* para la aplicación de visitas virtuales 360.

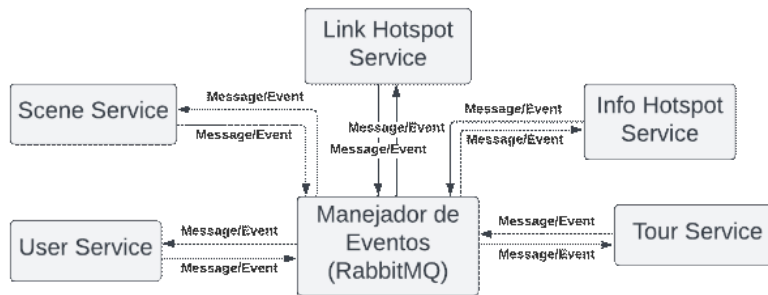


Figura 3: Patrón de diseño *Saga* para la aplicación de visitas virtuales 360.

En la Figura 4 se muestra el sistema representado en una arquitectura de estructuración en capas con enfoque de reutilización donde se pueden observar los diferentes paquetes que componen la solución. En la capa específica y general se muestran los paquetes particulares de la aplicación, las vistas con que el usuario interactuará, los modelos que comprenden las imágenes y recursos y la lógica general del negocio junto a los útiles empleados; estos son los componentes menos reutilizables. En la capa intermedia se encuentran las bibliotecas y marcos de trabajo utilizados como complemento en el desarrollo del sistema, creados por terceros, y que pueden ser reutilizados para el desarrollo de aplicaciones similares. Por último, en la capa de software del sistema están contenidos los componentes propios del sistema operativo como los protocolos que gestionan el acceso a los datos y recursos.

4. Análisis de resultados

Para validar la arquitectura propuesta en los escenarios señalados fueron desarrollados prototipos funcionales que permitieran comprobar su despliegue en un entorno cercano al real utilizando la tecnología seleccionada. Una vez desarrollados los prototipos se probaron en computadoras de escritorio, móviles y SBC (*Single-Board Computer*). Como navegadores Web se utilizaron Mozilla Firefox, Google Chrome y Opera.

4.1. Visitas virtuales 360

En el escenario de las visitas virtuales 360 se desarrolló un sistema que permita la conformación y visualización de estas. En la Figura 5 se muestran capturas de pantalla de su funcionamiento, tanto del editor como del visualizador. A la izquierda se observa el menú de inicio, donde se listan las visitas virtuales a las que el usuario tiene acceso y que puede visualizar, modificar o borrar. Desde esta vista también se puede crear una nueva visita virtual. A la derecha se muestra el

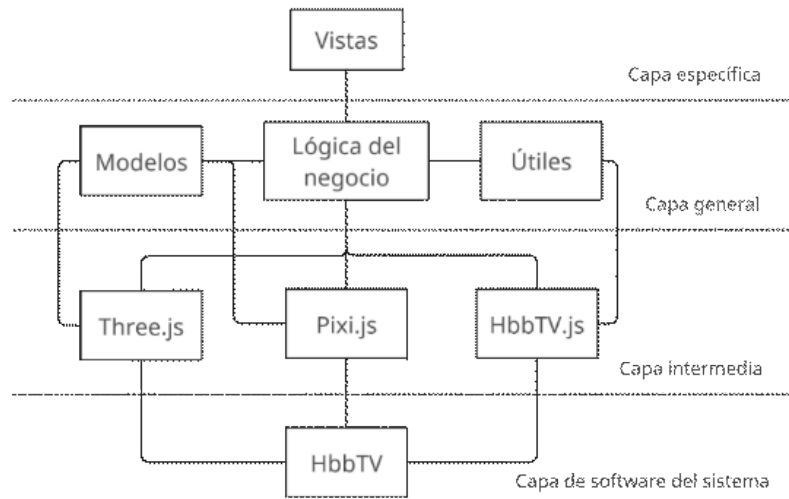


Figura 4: Arquitectura de estructuración en capas con enfoque de reutilización.

editor y visualizador. El usuario puede conformar la visita virtual desde el editor, donde se crean las escenas y puntos de interés que la componen. Mientras que para visualizar una visita virtual se utiliza una vista que propicia la inmersión del usuario en el recorrido, a la vez que permite interactuar con los elementos del entorno.

4.2. Videojuego

En pos de promover el aprendizaje a través de los videojuegos se decidió que el prototipo a desarrollar fuera de lógica y conocimiento con un enfoque de preguntas y respuestas. En función de esto, se crearon bloques de preguntas agrupadas por materia que el usuario debe responder correctamente para ganar.

En la Figura 6 se observa la vista donde se muestran las preguntas y el usuario realiza su elección. Cada partida inicia con 3 vidas representadas por corazones, cuando el jugador conteste incorrecto una pregunta perderá un corazón, que al reducirse a 0 se da por terminado el juego. Si se logran contestar todas las preguntas de la materia sin perder todos los corazones se da por vencida la materia.

Para la validación de ambos prototipos se realizaron una serie de pruebas con enfoque de caja negra, con el objetivo de verificar que cumpliera con los requerimientos planteados, lo cual arrojó resultados satisfactorios.

Con el desarrollo de estas aplicaciones siguiendo la arquitectura propuesta en esta investigación queda demostrado satisfactoriamente como puede ser implementada la interactividad avanzada en la TVD cubana en los escenarios de visitas virtuales 360 y videojuegos. Aunque se debe continuar la investigación

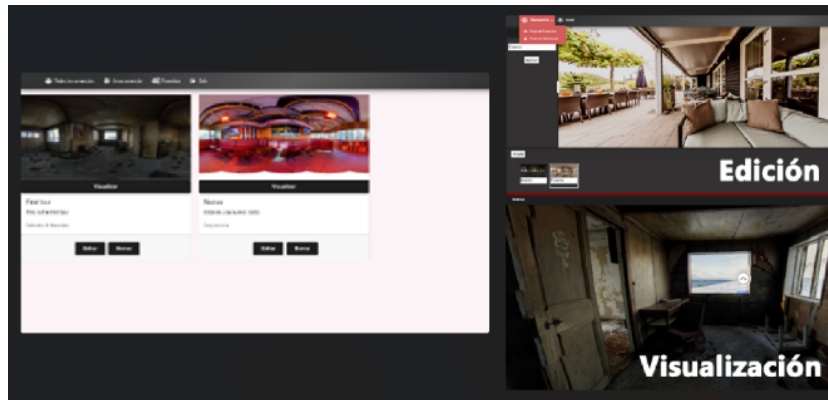


Figura 5: Sistema para la conformación y visualización de visitas virtuales 360.



Figura 6: Pantalla para la interactividad del usuario de un videojuego educativo.

y abordar otros escenarios como pueden ser el trabajo con segunda pantalla o videojuegos más complejos, este primer acercamiento representa un paso de avance notable en el desarrollo de este tipo de aplicaciones ya que sienta una base que los desarrolladores pueden seguir.

5. Conclusiones

El estudio del estado del arte demostró la necesidad de contar con una arquitectura adaptada a las condiciones tecnológicas del país que tribute a incorporar funcionalidades de interactividad avanzada en la TVDi cubana. Esta investigación propone dicha arquitectura y desarrolla prototipos para comprobar su correcto funcionamiento en los escenarios de visitas virtuales 360 y videojuegos.

La arquitectura propuesta está basada en el estándar HbbTV, por lo que las tecnologías a utilizar para implementar la interactividad han de adecuarse al W3C y ser de bajo impacto a nivel de recursos. Tras el análisis de las tecnologías disponibles se decidió desarrollar la aplicación cliente encargada del manejo de la interactividad con Three.js para visitas virtuales 360 y Pixi.js para videojuegos, utilizando para el lado del servidor Node.js y Nest.js.

Los escenarios validados demuestran la factibilidad de la solución propuesta y, al utilizar una arquitectura basada en microservicios, se garantiza un bajo acoplamiento entre los componentes del sistema. Esto facilita que se puedan añadir nuevas funcionalidades a la par que se reutilizan elementos ya creados, resaltando así los beneficios obtenidos. A su vez provee al sistema de la flexibilidad necesaria para sustituir los marcos de trabajo utilizados para implementar la interactividad a medida que avanza el desarrollo tecnológico y nuevas opciones emergen, sin afectar otros módulos de la aplicación; contribuyendo así a su escalabilidad y mejora continua.

Por consiguiente, el presente estudio representa un aporte para el desarrollo de la TVDi en Cuba, dado que queda sentada una base que sirve de guía y apoyo para desarrollar aplicaciones interactivas en este entorno utilizando software libre. Para dar continuidad al trabajo, se requiere validar la propuesta en escenarios reales cuando las condiciones estén creadas.

6. Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por el Fondo Fiduciario Pérez-Guerrero para la Cooperación Sur-Sur (PGTF) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) proyecto INT/19/K08 y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA) proyecto NPN223LH006-005 de TVDi.

Referencias

1. Abásolo Guerrero, M.J., Rosado Álvarez, M.M., Silva, T., Pina, J., Socorro, R., Kulesza, R., Lemos de Souza Filho, G., De Giusti, A.E., Naiouf, M., Pesado, P.M.:

- La televisión digital interactiva para el mejoramiento de los pueblos latinoamericanos. In: XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja) (2021)
2. Amador-González, M.: Módulo para la extracción de información de fuentes externas para la conformación de noticias en la televisión digital en Cuba. Ph.D. thesis, Bachelor thesis report Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE) (2018)
 3. Boronat, F., Marfil, D., Montagud, M., Pastor, J.: Hbbtv-compliant platform for hybrid media delivery and synchronization on single- and multi-device scenarios. *IEEE Transactions on Broadcasting* **64**(3), 721–746 (2018). <https://doi.org/10.1109/TBC.2017.2781124>
 4. Desa, U., et al.: Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (2016)
 5. Eslava Arce, I.: Estudio del estándar de televisión digital interactiva hbbtv e implementación de aplicación final (2014)
 6. Fam, P.A., Paquet, S., Crussière, M., Héliard, J.F., Brétilon, P.: Analytical derivation and optimization of a hybrid unicast-broadcast network for linear services. *IEEE Transactions on Broadcasting* **62**(4), 890–902 (2016)
 7. Frómata-García, R.A.: Diseño y desarrollo de videojuego de corte educativo en entorno interactivo de TV digital. Ph.D. thesis, Bachelor thesis report Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE) (2021)
 8. Gavrilá, C., Popescu, V., Fadda, M., Anedda, M., Murróni, M.: On the suitability of hbbtv for unified smart home experience. *IEEE Transactions on Broadcasting* **67**(1), 253–262 (2020)
 9. Ginsburg, M.: Economic and media war against socialist societies. *International Journal of Cuban Studies* **14**(2), 272–308 (2022)
 10. Hammershoj, A., Nowak, A., Hansen, J.K., Stefanovic, C.: The next-generation television broadcasting test platform in copenhagen. In: 2020 13th CMI Conference on Cybersecurity and Privacy (CMI)-Digital Transformation-Potentials and Challenges (51275). pp. 1–6. IEEE (2020)
 11. Hammond, M.: Release of hbbtv/dvb companion synchronisation tools and streams. BBC R&D. Retrieved from <https://www.bbc.co.uk/rd/blog/2017-05-second-screen-streams-tools-companion> (May 2017)
 12. HbbTV: Hbbtv deployment countries. Retrieved from <https://www.hbbtv.org/deployments/> (2022)
 13. HbbTV-Certification-Group: The benefit of hbbtvopapp for operators and vertical models - the open standard for a unified tv experience across different platforms. Retrieved from <https://www.hbbtv.org/wp-content/uploads/2018/09/HbbTV-MG-00632-003-WhitepaperHbbTVOpApp-v1.1.pdf> (September 2018)
 14. Jakšić, B., Milošević, I., Petrović, M., Ilić, S., Bojanić, S., Vasić, S.: Characteristics of hybrid broadcast broadband television (hbbtv). *Bulletin of Natural Sciences Research* **7**(1) (2017)
 15. Millo Sánchez, R., Morell Pérez, C., García González, C., Siles Siles, I.: La interactividad en la televisión digital: su desarrollo en cuba. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* **12**(1), 205–219 (2018)
 16. Pallavicini, F., Pepe, A., Mantovani, F.: Commercial off-the-shelf video games for reducing stress and anxiety: systematic review. *JMIR mental health* **8**(8), e28150 (2021)
 17. de la Peña Sarracén, E.: El módulo juegos de la colección el navegante en su versión multiplataforma. In: [2019-MADRID] Congreso Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad (2019)

18. Pina-Amargós, J., Alvarez-Goenaga, D., Villarroel-Ramos, D., Amador-Gonzalez, M., Socorro-Llanes, R.: New functionalities of digital terrestrial television in cuba to contribute to the informatization of society. *Revista Cubana de Ciencias Informaticas* **12**, 158–172 (2018)
19. Sotelo, R., Joskowicz, J., Rondán, N.: An integrated broadcast-broadband system that merges isdb-t with hbbtv 2.0. *IEEE Transactions on Broadcasting* **64**(3), 709–720 (2018)
20. W3C: World wide web consortium (2021)
21. Yang, T., Lai, I.K.W., Fan, Z.B., Mo, Q.M.: The impact of a 360 virtual tour on the reduction of psychological stress caused by covid-19. *Technology in Society* **64**, 101514 (2021)

Desarrollo de un Gateway Server para Fortalecer la Alerta Temprana en Televisión Digital Terrestre

Gonzalo Olmedo and Alejandro Salas¹

¹ Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador
WiCOM-Energy Research Group
[gfolmedo, jlsalas@espe.edu.ec]@espe.edu.ec

Resumen. El presente trabajo de investigación aborda el análisis, diseño, desarrollo e implementación de un Gateway Server destinado a decodificar y retransmitir mensajes de alerta temprana en el contexto de los servicios de televisión digital terrestre. Es crucial resaltar que Ecuador se halla en una zona de riesgo propensa a sufrir desastres naturales. El Sistema de Alerta Temprana, conocido como EWBS (Emergency Warning Broadcasting System) en inglés, resulta de gran utilidad para informar a la población. Sin embargo, debido a su baja popularidad y a ciertas limitaciones, el desarrollo de un servidor de Gateway se convierte en una garantía para notificar a los usuarios o clientes a través de diversas aplicaciones móviles y de escritorio. El sistema se ha diseñado para ser versátil y compatible con múltiples plataformas, incluyendo escritorio y dispositivos móviles, utilizando los servicios nativos de iOS y Android para las notificaciones. Además, se ha implementado un servidor público alojado en Digital Ocean, una plataforma amigable que proporciona servicios accesibles de Cloud Computing. Este servidor gestiona la lógica relacionada con los usuarios, tokens, identificadores de dispositivos (Device ID) y mensajes de alerta. La combinación de estos servicios da como resultado un Gateway Server que interpreta los mensajes de alerta temprana y administra la distribución de alertas mediante APNs y Google FCM para los clientes móviles, y mediante el consumo directo de API hacia el servidor para los clientes de escritorio.

Palabras clave: EWBS, ISDB-T, Gateway Server, TDT.

1 Introducción

La prevención de desastres naturales y la rápida difusión de alertas tempranas son aspectos cruciales para la seguridad y bienestar de la población. A lo largo de la historia, hemos presenciado numerosos eventos devastadores, como el terremoto que sacudió Tokio en septiembre de 1983, causando la pérdida de 100,000 vidas [1]. Este trágico suceso dio origen al Día de la Prevención de Desastres en Japón, conmemorado el primero de septiembre. Para abordar la importancia de la alerta

temprana y la prevención de desastres, se ha desarrollado el Sistema de Difusión de Alerta de Emergencia (EWBS, por sus siglas en inglés), que comenzó a implementarse en Japón en 1985, marcando el inicio de una nueva era en la respuesta a emergencias [2].

En el contexto internacional, desastres naturales, como el devastador terremoto ocurrido en Ecuador en abril de 2016, que alcanzó una magnitud de 7.8 en la escala de Richter y resultó en la lamentable pérdida de 655 vidas, nos recuerdan la importancia de la alerta temprana y la necesidad de expandir la difusión de alertas a una audiencia más amplia. En este sentido, se han buscado soluciones tecnológicas, como la implementación de sistemas de alerta en la red de telefonía IP de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, con el objetivo de llegar a la mayor cantidad de personas posible y reducir la pérdida de vidas y daños [3].

La transición de la televisión analógica a la televisión digital terrestre (TDT) en Ecuador, impulsada por el gobierno desde 2012, ha sido un catalizador para mejorar la difusión de alertas tempranas a través de este medio. La adopción del estándar ISDB-Tb (International Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial) ha permitido la modernización de las transmisiones de televisión y la incorporación de servicios adicionales, como la alerta de emergencia [4].

La Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE ha desempeñado un papel fundamental en la investigación y desarrollo de tecnologías relacionadas con la alerta temprana en servicios de televisión digital terrestre. Proyectos previos, como la implementación de un transmisor de televisión digital terrestre y un receptor de señal de emergencia utilizando un Software Defined Radio (SDR), han sentado las bases para el trabajo que se presenta en este artículo [5,6].

La importancia de esta investigación radica en la capacidad de comunicar alertas tempranas a la población a través de múltiples dispositivos terminales, como teléfonos móviles, considerando que una parte significativa de la población ecuatoriana tiene acceso a estos dispositivos y a Internet. La rápida difusión de información en medio de un desastre natural puede salvar vidas y reducir el impacto negativo en la sociedad.

El presente trabajo se enfoca en la implementación de un Gateway Server que permite la recepción y retransmisión de mensajes del sistema de alerta temprana en servicios de televisión digital terrestre. Además, se desarrollarán aplicaciones móviles y de escritorio para que los usuarios puedan recibir estas alertas de manera oportuna. El alcance del proyecto incluye la creación de un servidor virtual privado, un script en Python, y las aplicaciones para múltiples plataformas. Además, se plantea utilizar tecnologías como Docker y Kubernetes en futuros trabajos para mejorar la escalabilidad del sistema.

Este trabajo tiene como objetivo contribuir a la seguridad y bienestar de la población al proporcionar un sistema efectivo de alerta temprana en el contexto de la televisión digital terrestre, brindando la posibilidad de comunicar alertas de manera eficiente a un gran número de personas. El uso de tecnologías de vanguardia y la colaboración con diversas instituciones en Ecuador permitirán mejorar la respuesta a desastres naturales y prevenir daños de mayor magnitud.

2 Metodología

El proyecto inició con la implementación de un receptor de ISDB-T con EWBS en SDR basado en los proyectos realizados en [5] y [6]. Para esto, se desarrolló un script en Python para obtener del flujo de transporte el mensaje de superposición que se envía a través de EWBS. A partir del mensaje capturado en el receptor de SDR, se desarrolla el proyecto con base a la metodología descrita a continuación.

Configuración del Servidor en la Nube

En la primera etapa, se inició seleccionando un proveedor de servicios en la nube, como *Digital Ocean* [7], para alojar el servidor. Posteriormente, se creó un *Droplet*, que es una máquina virtual en *Digital Ocean*, configurándolo con el sistema operativo Ubuntu 20.04 LTS. También se asoció un nombre de dominio con la dirección IP pública del *Droplet*, lo que implica configurar registros DNS en el proveedor de dominio.

Instalación de Dependencias

En la segunda etapa, se instalaron las dependencias necesarias en el servidor. Esto incluye la instalación de MySQL 8 para la persistencia de datos, Python 3.8, *Django* y *Django Rest Framework* para crear y gestionar la API web, *Nginx* como servidor web para actuar como proxy inverso y *Gunicorn* para servir la aplicación *Django* [8].

Configuración de la Aplicación Django

La tercera etapa se centra en la configuración de la aplicación *Django*. Esto implica clonar el proyecto *Django* en el servidor desde un repositorio, configurar un entorno virtual de Python y ejecutar migraciones para crear las tablas de la base de datos. Además, se creó un superusuario de *Django* para la gestión de la aplicación.

Despliegue de la Aplicación en Producción

En la cuarta etapa, se realizó el despliegue de la aplicación en producción. Se configuró un servicio para ejecutar *Gunicorn* y se crea un archivo de configuración *Nginx* para el dominio. Además, se habilita un certificado SSL utilizando *Let's Encrypt* para garantizar conexiones seguras a través de HTTPS. Se ajusta el firewall para permitir el tráfico en los puertos 80 y 443 [9].

Desarrollo del Script de Lectura y Replicación de Mensajes

En la quinta etapa, se desarrolló un script en Python que se encargó de la lectura de mensajes del sistema de alerta temprana y su replicación a las aplicaciones móviles y de escritorio. El script debe ser capaz de detectar alertas y decodificar los mensajes recibidos.

Desarrollo de las Aplicaciones

La sexta etapa se enfocó en el desarrollo de las aplicaciones de escritorio y móviles. Se utiliza *Spring Boot* [10] para la aplicación de escritorio y *React-Native* [11] con Expo para la aplicación móvil. Ambas aplicaciones se registran en el servidor y consultan mensajes no leídos. Se implementan notificaciones push para dispositivos iOS y Android utilizando APNs [12] y FCM [13], respectivamente.

Seguridad

En la séptima etapa, se implementaron medidas de seguridad. Se configuran certificados SSL para encriptar las comunicaciones entre el servidor y los clientes. Los *endpoints* de inserción de mensajes y *tokens* se protegen utilizando *Json Web Token* (JWT) [14] para garantizar la seguridad de las operaciones.

Configuración de la Base de Datos

La octava etapa se centra en la configuración de la base de datos. Se define la estructura de la base de datos que almacena mensajes, tokens y usuarios. Se realizan migraciones y se cargan datos iniciales, como mensajes y usuarios.

Pruebas y Puesta en Producción

En la novena etapa, se llevaron a cabo pruebas exhaustivas en todas las partes del sistema para garantizar su funcionamiento correcto. Una vez que todas las pruebas sean exitosas, el sistema estará listo para entrar en producción y proporcionar el servicio de alerta temprana a los usuarios finales.

Mantenimiento y Actualizaciones

Finalmente, en la décima etapa, se establece un plan de mantenimiento continuo. Se realiza un seguimiento y mantenimiento constante del sistema para garantizar su funcionamiento óptimo. Las actualizaciones de software y hardware se aplican según sea necesario.

3 Resultados

Las pruebas realizadas en el Laboratorio de Televisión Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE arrojaron resultados satisfactorios en el contexto de alertas tempranas a través de la televisión digital terrestre. Los dispositivos involucrados en el escenario de prueba incluyeron un transmisor que utilizó una computadora con software StreamXpress, un modulador DeKtec DTA-211 y una

antena, junto con un receptor que consistió en una computadora y un dispositivo SDR Adalm Pluto. Los clientes finales se distribuyeron en sistemas Windows, Linux, iOS y Android, lo que permitió evaluar la aplicabilidad del sistema en diversas plataformas.

Las Figuras 1 y 2 documentan la realización de pruebas en un entorno de laboratorio y demuestran un funcionamiento exitoso del sistema. Se recibieron notificaciones en dispositivos de escritorio y móviles de manera efectiva, lo que indica la viabilidad y robustez de la infraestructura implementada. La colaboración de diversos dispositivos y componentes, como el transmisor, modulador, antena, receptor, ordenadores y el Software Defined Radio (SDR) Adalm Pluto [15], fue esencial para lograr este resultado.



Fig. 1. Video demostrativo ambiente real en el Laboratorio de Televisión Digital UFA – ESPE



Fig. 2. Escenario de prueba real en el laboratorio de Televisión Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE

En el ambiente de escritorio, se utilizaron notificaciones de tipo JFrame de Java, tal como se muestra en Figura 3, lo que permitió alertar a los usuarios en sistemas operativos Windows y Linux.

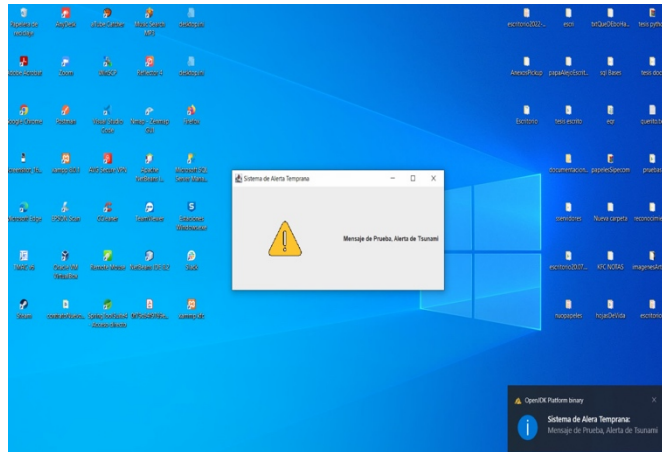


Fig. 3. Notificación en un ambiente de escritorio Windows 10.

Para dispositivos móviles, se desarrollaron aplicaciones tanto para sistemas Android como iOS, presentando interfaces de usuario intuitivas y funcionales. En el caso de Android, se crearon dos Tabs Navigation que ofrecen una lista de mensajes de alerta temprana y la posibilidad de personalizar la alarma. En Figura 4 se observa la interfaz, mientras que Figura 5 muestra las notificaciones recibidas.

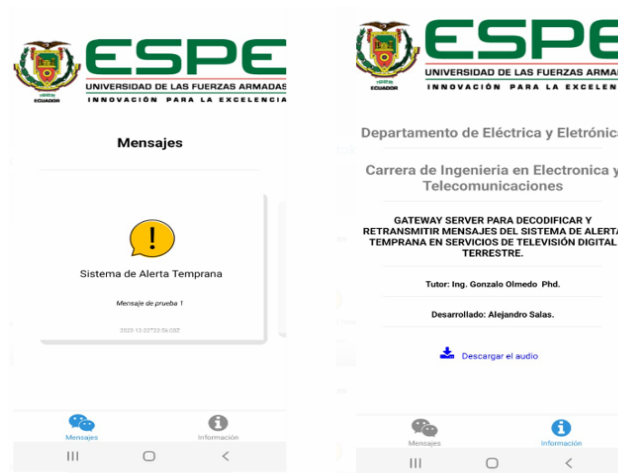


Fig. 4. Interfaz Android.

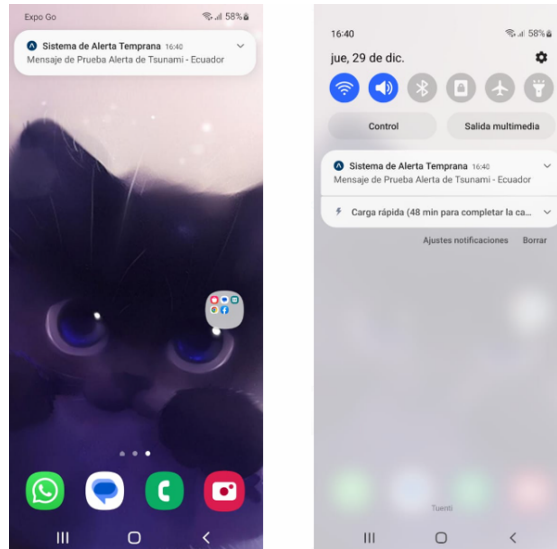


Fig. 5. Notificaciones Android.

En el entorno iOS, se siguió un enfoque similar, aprovechando la versatilidad de la tecnología multiplataforma. Figura 6 destaca la interfaz de usuario, y Figura 7 presenta notificaciones en dispositivos iOS.

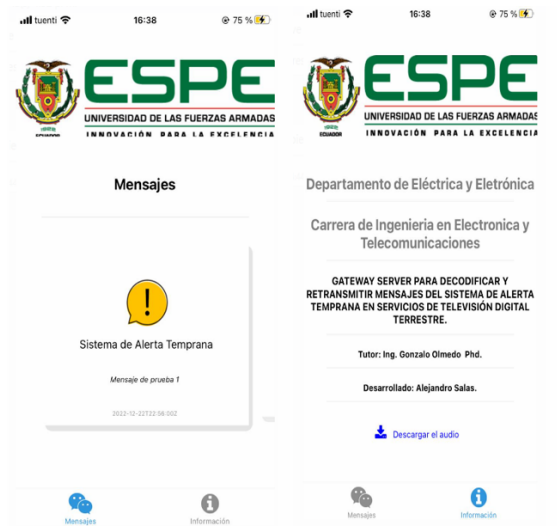


Fig. 6. Interfaz iOS.

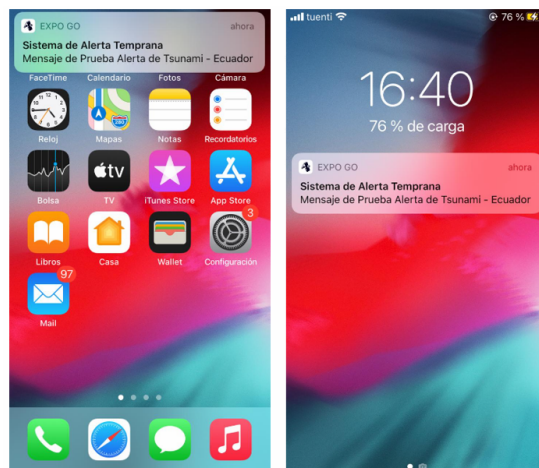


Fig. 7. Notificaciones iOS.

Se realizaron pruebas de estrés del sistema y el servidor utilizando Apache JMeter, lo que permitió evaluar el comportamiento del servidor ante diferentes cargas de trabajo. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1. En general, el servidor mostró un excelente rendimiento, incluso bajo cargas significativas, con tasas de error mínimas.

Table 1. Pruebas de estrés con Apache JMeter.

Número de peticiones	Porcentaje de error [%]	Tiempo [s]
100	0	1
200	0	3
300	0	4
400	0	5
500	3,2	7

4 Discusión

El proyecto de implementación del Sistema de Difusión de Alerta de Emergencia (EWBS) en el contexto de la televisión digital terrestre representa un avance significativo en la capacidad de brindar alertas tempranas a la población. La

integración de diversos componentes, como transmisores, moduladores, antenas y receptores, se demostró como fundamental para asegurar la transmisión y recepción efectiva de alertas en el ambiente de televisión digital terrestre. La colaboración de dispositivos de escritorio y móviles permite que las notificaciones lleguen a una amplia audiencia, aumentando la probabilidad de que las personas reciban alertas en situaciones críticas.

Las pruebas de estrés del servidor, realizadas con Apache JMeter, revelaron la robustez y eficiencia del sistema ante cargas de trabajo crecientes. Los resultados mostraron tasas de error mínimas incluso bajo cargas significativas, lo que respalda la escalabilidad y el rendimiento del sistema en un escenario real. Además, se observó que la infraestructura utilizada es altamente eficaz en la difusión de alertas tanto en sistemas de escritorio como en dispositivos móviles.

5 Conclusiones

En el contexto de la televisión digital terrestre, la implementación del Sistema EWBS demuestra ser una solución tecnológica prometedora para la rápida difusión de alertas tempranas.

La capacidad de notificar a través de dispositivos de escritorio y móviles aumenta la accesibilidad de las alertas, considerando que una parte significativa de la población ecuatoriana tiene acceso a estos dispositivos y a Internet. La implementación exitosa de aplicaciones móviles tanto para sistemas Android como iOS brinda a los usuarios la posibilidad de personalizar sus notificaciones y acceder a información crítica de manera oportuna.

Las pruebas de estrés del servidor confirman la capacidad del sistema para manejar cargas de trabajo significativas, lo que es crucial en situaciones de emergencia. Los resultados indican que el servidor es confiable y eficiente incluso bajo condiciones adversas.

El proyecto representa un paso importante hacia la mejora de la seguridad y el bienestar de la población en Ecuador. La implementación exitosa de este sistema, respaldada por tecnologías de vanguardia y la colaboración con diversas instituciones, tiene el potencial de reducir la pérdida de vidas y daños en situaciones de desastre natural, marcando un hito en la respuesta a emergencias en el país.

Referencias

1. Ecu911. (2018). Servicio Integrado de Seguridad, Sistema de Alerta Temprana. Recuperado de <https://www.ecu911.gob.ec/sat-tsunami/>
2. Takahashi, N., Nishida, K., Tsukada, S., Yamanaka, M., & Horiuchi, S. (2009). Earthquake Early Warning (EEW) in Japan: Warning to the Public and EEW Research Activities. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 29(4), 798-810. doi:10.1016/j.soildyn.2008.06.008.
3. Acosta, F., & Sambrano, Y. (2019). Diseño e Implementación de una Interfaz que Adapte una Señal de Emergencia de Televisión Digital a la red de telefonía IP de la Universidad de

- las Fuerzas Armadas - ESPE. Tesis de Ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
4. Olmedo, G., Acosta, F., Haro, R., Villamarín, D., Benavides, N. (2019). Broadcast Testing of Emergency Alert System for Digital Terrestrial Television EWBS in Ecuador. In: Abásolo, M., Silva, T., González, N. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI 2018. Communications in Computer and Information Science, vol 1004. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23862-9_13
 5. Olmedo, G., & Castillo, R. (2021). Implementación de un sistema de recepción de una señal de emergencia EWBS utilizando la Plataforma de Radio Definida por Software para el estándar ISDB-Tb. Tesis de Ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25711/1/T-ESPE-044717.pdf>
 6. G. Olmedo, B. Chanataxi and N. Benavides, "Receiver for ISDB-Tb standard with low-cost SDR and interactive application extractor," 2022 IEEE ANDESCON, Barranquilla, Colombia, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/ANDESCON56260.2022.9989634.
 7. Matheus, C. (22 de abril de 2020). Rockcontent. Digital Ocean: qué es, cómo usar, ventajas y desventajas. Recuperado de <https://rockcontent.com/es/blog/digital-ocean/>
 8. FIB, i. (7 de julio de 2016). Django API REST. Recuperado de <https://inlab.fib.upc.edu/es/blog/django-api-rest#:~:text=Django%20REST%20Framework%20es%20un,o%20el%20proyecto%20UOC%20%C3%ADndex>.
 9. Gustavo, B. (22 de noviembre de 2022). Hostinger. ¿Qué es SSL, TLS y HTTPS? Recuperado de <https://www.hostinger.es/tutoriales/ssl-tls-https>
 10. Wigglesworth, A., & Duchi, J. (2016). Pro Spring Boot. Springer. DOI: 10.1007/978-1-4842-1890-0
 11. Facebook, Inc. (2013). React Native. GitHub. <https://github.com/facebook/react-native>.
 12. Apple Inc. (2021). Local and Remote Notification Programming Guide. Apple Developer. <https://developer.apple.com/library/archive/documentation/NetworkingInternet/Conceptual/RemoteNotificationsPG/>.
 13. Google LLC. (2021). Firebase Cloud Messaging. Firebase. <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging>.
 14. López Magaña, I. (2020). Qué es JSON Web Token y cómo funciona. OpenWebinars. Recuperado de <https://openwebinars.net/blog/que-es-json-web-token-y-como-funciona>.
 15. Analog Devices. (2017). Adalm Pluto SDR Active Learning Modulo. Recuperado de <https://www.analog.com/media/en/news-marketing-collateral/product-highlight/ADALM-PLUTO-Product-Highlight.pdf>

Luces y sombras de la televisión digital en Chile: el caso de la televisión regional, local y comunitaria

Fernando Fuente-Alba Cariola Académico UCSC Chile y Chiara Sáez.
Académica Universidad de Chile

Resumen: La presente ponencia surge a partir de la selección de los resultados cualitativos de un proyecto de Investigación nacional que buscó analizar el pluralismo informativo existente en la televisión chilena abierta de carácter local, regional y comunitario. La selección de información se centró en indagar las percepciones y opiniones de directoras y directores de canales locales, regionales y comunitarios, respecto de la televisión digital y sus real impacto al desarrollo de la televisión en Chile.

La investigación es de carácter cualitativo, dimensión establecida a partir de entrevistas semi-estructuradas a directivos y directivas del ámbito de la televisión regional, local y comunitaria de todo Chile. También incluye un análisis documental a partir de la revisión de documentos que dan cuenta del debate y los contenidos sobre la televisión digital terrestre (TDT) y su etapa interactiva en el país. Contrastándola con una revisión de la evolución de la legislación de televisión en Chile y del camino legal y político que tiene en vilo a la televisión digital interactiva (TDI) y a todas las otras ventajas operativas de la televisión digital terrestre. Su objetivo general es contrastar el estado de avance y evolución de la TDT y TDI en Chile con la visión de los directivos de canales regionales y locales chilenos respecto a la implementación de la televisión digital terrestre en Chile.

Dentro de los resultados más importantes, aparece una lenta aplicación de la televisión digital terrestre en Chile, un incumplimiento de la calendarización rumbo a la digitalización por parte del Estado, sumado a una visión descreída de la TV digital por parte de los directivos y directivas de los canales locales, regionales y comunitarios. Un desconocimiento de los requisitos para obtener una concesión y una escasa valorización de las ventajas que significa tener un canal de televisión digital aéreo.

Palabras claves: Televisión, TDT, Chile, Ley, TV regional

Lights and shadows of digital television in Chile: the case of regional, local and community television

Abstract

This paper arises from the selection of the qualitative results of a national research project that sought to analyze the informative pluralism existing in open Chilean television of a local, regional, and community nature. The selection of information focused on investigating the perceptions and opinions of directors of local, regional, and community channels, regarding digital television and its real impact on the development of television in Chile.

The qualitative research is established from semi-structured interviews with directors from regional, local, and community television throughout Chile. It also includes a documentary analysis based on the review of documents that account for the debate and content on digital terrestrial television (DTT) and its interactive stage in the country—contrasting it with a review of the evolution of television legislation in Chile and the legal and political path that has interactive digital television (TDI) and all the other operational advantages of digital terrestrial television in suspense. Its general objective is to contrast the state of advancement and evolution of DTT and TDI in Chile with the vision of the directors of regional and local Chilean channels.

Among the most important results, there is a slow application of digital terrestrial television in Chile, and a failure to comply with the schedule towards digitalization by the State, added to a disbelieving vision of digital TV on the part of the channel managers. local and regional. A lack of knowledge of the requirements to obtain a concession and a poor appreciation of the advantages of having an aerial digital television channel.

Keywords: DTT, Chile, Law, regional TV

1 Introducción

La TDT y sus distintas aplicaciones y ventajas como la televisión digital interactiva es un proceso tecnológico que se viene intentando implementar desde el 2009 y que no ha tenido el avance esperado en Chile. Esto ha llevado a que el apagón analógico programado en un comienzo para el 2014, todavía no se lleve a cabo de forma definitiva. De hecho, recién en octubre del 2023 un canal de una región austral de Chile, canal de Quellón, fue el primer canal en apagar definitivamente su señal analógica para migrar completamente a digital. Es decir, casi 10 años de retraso tecnológico en lo que prometía ser la tabla de salvación de los canales de televisión abierta frente al entonces “gran enemigo” (Fuente-Alba, 2018), el cable y la TV de pago. Soportes que actualmente, se han convertido en un aliado de portabilidad de canales locales regionales y nacionales, ante la crisis de una televisión abierta que sigue perdida ante los desafíos tecnológicos de la nueva era.

De hecho, la televisión digital terrestre ha sido usada como bandera de campaña por distintos gobiernos, como en actividades posteriores propias de sus ejercicios gubernamentales una vez que se instalaron. Una escasa planificación y una programación con fechas impuestas por criterios políticos, más que por criterios ligados a telecomunicaciones, son factores que se suman a dejar de lado a dos grandes protagonistas del cambio televisivo: los canales de proximidad y la comunidad (Fuente-Alba, 2015).

2 Leyes y evolución de la televisión digital y regional en Chile

Hoy día la TV en Chile se encuentra regulada por la Ley que crea el Consejo Nacional de Televisión (Ley 18.838 de 1989) y la Ley de TV Digital (Ley 20.750 del 2014), en un texto fusionado, donde algunos incisos originales han sido reemplazados por otros más recientes. Uno de los incisos que permanece desde un principio es la definición del rol del CNTV: velar por el correcto funcionamiento de la televisión. Pero, ¿qué es el buen funcionamiento de la televisión?. ¿Se refiere a la calidad técnica de la transmisión? o ¿a los contenidos emitidos por las distintas estaciones? o a la integración de tecnologías digitales que subsanen las necesidades de la comunidad. Con la llegada de las plataformas digitales como Youtube, Netflix y Disney, la televisión tradicional se ha enfrentado a cambios drásticos. De hecho, hoy en Chile, las ventas de aparatos de TV con acceso a Internet dominan casi el 100 por ciento del mercado y “la creación de contenido audiovisual para Youtube u otras plataformas se ha transformado en parte de la cultura contemporánea occidental, por supuesto

mayoritariamente en adolescentes y jóvenes, pero cada vez más transversal a generaciones mayores” (Arana et al., 2020, p.162).

Chile en la implementación de la TDT-i está muy atrás en relación a sus vecinos latinoamericanos. En octubre del 2008 la presidenta de ese momento Michelle Bachelet, presentaba el proyecto de Ley cuyo objetivo era impulsar el desarrollo de la televisión digital terrestre en el país. Con esto, la nueva legislación debería reformar cambios para mejorar el régimen concesional y así reconocer y desarrollar la televisión regional, local y cultural. Finalmente, el 14 de septiembre del 2009 la Presidenta de la República escogió la norma japonesa con adaptaciones brasileñas, ISDB-Tb, como la norma de transmisión de televisión digital en el país. Esa lentitud en la decisión ocasionó que Chile se convirtiera en uno de los últimos países en sumarse a la transición analógica-digital de la televisión en Latinoamérica y por ende en uno de los últimos en lograr el tan ansiado apagón analógico, al 2024 aún pendiente. Actualmente la TDT pareciera que llegó tarde, la irrupción del cable en más del 75 por ciento de los hogares chilenos y la TV por streaming tienen a la televisión terrestre en una crisis de audiencia (CNTV, 2022) que coloca en jaque la importancia de sus aplicaciones interactivas y las potenciales ventajas para sus usuarios.

Tuvieron que transcurrir cinco años de escogida la norma japonesa de emisión digital, para que se promulgara la Ley 20.750 de mayo del 2014, también conocida como la Ley de Televisión Digital, que permite y norma la introducción de la televisión digital terrestre, impulsando legalmente el paso de las señales analógicas a las digitales. Entre los fundamentos presentados en el mensaje presidencial con el cual se envió el proyecto de ley al Parlamento, se reconocían algunas disfuncionalidades que presentaba la legislación en ese tiempo. Por ejemplo: que el régimen concesional no estaba adecuado a la tecnología de la televisión digital; que no reconocía ni buscaba desarrollar la televisión de carácter regional, local y comunitario, escaso contenido cultural y que existía una inadecuación del régimen de subsidios (Bachelet, 2008).

Con la promulgación de la Ley 20.750 surge la primera normativa chilena que diferencia los tipos de concesiones entre nacionales, regionales, locales y comunitarias. Además, reserva el 40% del espectro radioeléctrico para concesiones destinadas a contenido educativo-cultural, como para canales regionales, locales y comunitarios. La ley en su artículo 15 define las concesiones regionales como las que “contemplen cualquier nivel de presencia en una o más regiones, pero en no más del 50% de las regiones del país”. Se agrega que “en caso de presencia en sólo una región, dichas concesiones deberán comprender un alcance efectivo igual o superior al 25% de la población o una cobertura igual o superior al 50% de las comunas de dicha región” (Ley 20.750. Art.15). Se considera como concesiones locales aquellas que,

“consideradas en su conjunto, contemplen presencia en sólo una región, comprendiendo dentro de ella un alcance efectivo inferior al 25% de su población y con una cobertura inferior al 50% de las comunas de dicha región” (Ley 20.750. Art. 15).

Sin embargo, esta definición es meramente geográfica, es decir, no se preocupa de garantizar el derecho a la comunicación de las comunidades, cualquier televisora que se establezca en una zona es calificada como local o regional sin importar si sus contenidos se aproximan a la comunidad en la que se enmarca. Por otro lado, a las estaciones que efectivamente producen contenido local o regional, no se les proporciona un modelo de financiamiento que asegure el proyecto a largo plazo, principalmente porque no reciben apoyo público específico, pero porque tampoco pueden participar de los mercados relevantes de la industria (mercado de las audiencias y mercado de la inversión publicitaria), porque no son consideradas por parte de las empresas que se dedican a centralizar y vender esta información.

Dentro de la televisión local, se establece como subgrupo específico la televisión local de carácter comunitario, que se define como “aquellas personas jurídicas de derecho privado, sin fines de lucro, que sean titulares de una sola concesión dentro de los márgenes de presencia establecidos para los concesionarios de cobertura local y que no podrán formar cadenas ni redes de manera permanente. Dichos concesionarios deberán velar por la promoción del desarrollo social y local, debiendo dar cabida a aquella producción realizada por grupos sociales o personas que residan en la zona de cobertura de su concesión” (art. 15). La siguiente tabla se muestra la distribución actualizada de concesionarios regionales, locales y comunitarias por región, en función del titular.

Tabla 1. Concesiones de televisión por tipología de prestador (2023)

Tipo de concesionario	Nacional	Regional		Local	
	Concesiones	Concesionarios	Concesiones	Concesionarios	
Público	1	7	4 universidades	14	13 municipalidades y 1 Universidad (Los Lagos)
Privado	4	84	37	70	62

Comunitario	0	0	0	5	5
Total	5	91	41	89	81

Elaboración propia a partir de datos CNTV (2023)

Las cifras indican un predominio de concesionarios privados, tanto en el ámbito como regional y local. Salvo algunas concesiones a universidades privadas y entidades religiosas de carácter local, se trata de 99 televisiones de carácter comercial (37 regionales y 62 locales). La presencia de medios públicos en el ámbito regional y local es muy reducida y se limita a cinco universidades, así como trece municipalidades que han conservado sus concesiones de ámbito local por ser estas anteriores a la exclusión introducida el 2014 por la Ley 20.750. Las cinco concesiones locales de carácter comunitario fueron adjudicadas a principios del 2018. Actualmente, 2024, se encuentra abierto un nuevo concurso para adjudicar 6 nuevas frecuencias, lo que sigue evidenciando una presencia residual del sector, lejos de las proyecciones de mayor diversidad de actores prometido con el proceso de digitalización (Villarrubia, Aguaded y Delgado, 2019). Asimismo, no se identifican concesiones destinadas a pueblos originarios, cuya existencia se contempla dentro de la televisión local-comunitaria, pero sin prever un procedimiento específico o medidas de fomento. Al 2023, de las 857 concesiones entregadas por el CNTV, solo 375 han sido autorizadas por la SUBTEL para iniciar sus transmisiones, mientras que 147 han incumplido plazos de inicios de servicios. El 19 de octubre de 2023, el Canal 2 de la ciudad de Quellón, Chiloé, Región de Los lagos, se transformó en el primer canal en iniciar el apagón analógico, apagando sus transmisiones analógicas y migrando a digital completamente.

3 Metodología

La presente investigación es de carácter cualitativa y su recolección de datos está basada en entrevistas semi-estructuradas a directivos y directivas del ámbito de la televisión regional, local y comunitaria en Chile, así como análisis de documentos y programación que den cuenta del debate y los contenidos de la TDT y su aplicabilidad en el espectro de canales presentes en Chile.

En torno a la técnica de recolección escogida, fueron entrevistas semi-estructuradas. Se formuló un cuestionario estandarizado, pero con desarrollo flexible (Salinas y Cárdenas, 2009) definiendo a rasgos generales la información que los investigadores creyeron necesaria para realizar el análisis. La pauta de preguntas,

estuvo enfocada a recibir respuestas abiertas y se repitió en cada una de las entrevistas. Además, se realizó una pauta para el análisis de documentos.

3.1. Estrategia de análisis

La estrategia de análisis a utilizar es la de triangulación, que consiste en una técnica útil para contrastar y comparar las visiones o enfoques de los datos recolectados en la investigación. En este caso, se analizaron los resultados en virtud de la relación entre objetivos marco referencial, teórico, documentación y respuestas que se obtengan en las entrevistas.

3.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis definida corresponde a entrevistas semi – estructuradas a ejecutivos y representantes de 28 canales de TV regional, local y comunitaria, quienes accedieron a la entrevista con criterios de confidencialidad de la identidad. El criterio de la muestra considera el objetivo principal de esta investigación que es determinar cómo se ha implementado la televisión digital terrestre en Chile. Para esto, se busca analizar una perspectiva administrativa desde lo corporativo, por lo tanto, se remitirá como muestra de análisis al/los principal/es ejecutivo/s de cada estación. La muestra escogida corresponde a una muestra de carácter intencionada proporcional (Salinas y Cárdenas, 2009), escogiendo a aquellos ejecutivos representantes de los diferentes sectores (regional, local y comunitario) cuyos segmentos de las entrevistas fuesen más pertinentes al objetivo de la investigación.

4 Discusión y resultados

En gran parte del planeta se está viendo menos Televisión, las redes sociales y streaming han bajado las audiencias de televisión abierta a nivel global. El consumo efectivo de televisión en Chile, es decir, el tiempo que –en promedio- le dedica cada persona a ver televisión, también presenta una baja en el 2022 (CNTV 2022). Esta misma encuesta muestra que un 72% de las personas afirmó estar poco o nada satisfecha con la televisión abierta, debido a ‘mala programación’ o falta de variedad (respuestas abierta). A su vez, la televisión pagada también ha experimentado una caída importante en los niveles de satisfacción: un 74% en 2017 a un 42% en 2021, básicamente debido al exceso de publicidad.

Si sumamos los minutos en que cada persona ve contenido audiovisual en su teléfono, tablet o computador, son millones de minutos que se le restan a la televisión en general y mejor ni pensar en los canales de televisión abierta, con serios problemas de financiamiento para tener una tv de calidad (Fuente-Alba, 2018). Se ha pasado del consumo lineal de la televisión tradicional, a un consumo selecto disponiendo de al

menos 4 pantallas distintas para elegir qué ver, cuándo verlo, desde dónde verlo y el dispositivo para hacerlo (Area-Moreira & RibeiroPessoa, 2012). Frente a esta crisis de audiencia, vale la pena preguntarse si la implementación de la televisión digital terrestre en Chile, que ya lleva 15 años tratando de implementarse, realmente tomó en cuenta a las audiencias y a los canales regionales y locales, estos últimos importantes protagonistas a la hora de difundir la cultura e identidad del territorio en las pantallas chilenas. Para comprobar aquello los investigadores entrevistaron a directores y ejecutivos de 28 canales regionales, locales y comunitarios de todo Chile acerca de la digitalización de la TV. Material que fue contrastado con el análisis documental previo por parte de los autores.

Un primer resultado que surge del análisis documental es que en Chile los canales regionales sufren de una gran invisibilización, como demuestra la Encuesta Nacional del CNTV (2017), revelando que un 83% de los entrevistados de regiones distintas a la capital del país, ni siquiera conocen la oferta de canales de sus respectivas zonas, más allá de las ventanas televisivas de Televisión Nacional de Chile, el único canal público del país. La televisión local y regional transmite y compite por el espectro y por la audiencia en desiguales condiciones en comparación con los canales nacionales que operan en Chile.

El escaso apoyo estatal y los vaivenes del mercado, han afectado a estos medios, que más que existir, subsisten (Fuente-Alba, 2018). Esto se contradice con lo que manifiestan las audiencias locales, que al margen del sitial que poseen la TV pública y privada, también manifiestan interés en los contenidos locales y así lo demuestran diversos estudios del Consejo Nacional de Televisión de Chile (CNTV, 2015; CNTV, 2016, CNTV, 2017). A esta desigual batalla, se suma una fuerte concentración de medios, donde el oligopolio dominante acapara gran parte de los recursos de inversión publicitaria al hacerse con el control mayoritario de las audiencias a nivel nacional, aquello se acrecienta ante un centralismo informativo que deja de lado al resto del país (Galindo, 2014) y coloca en jaque el pluralismo informativo en la tv chilena. El resultado de ello es un mercado con un número reducido de empresas que acaparan la torta publicitaria, coartando la participación de los medios regionales y locales a través de la colocación de publicidad por agencias. Situación que se acrecienta aún más, pues muchas de las empresas dueñas de medios a nivel nacional también tienen inversiones en otros sectores industriales del país, como el retail, transporte u operadores de comunicaciones (Chaparro et al., 2022), por lo que pueden condicionar las inversiones publicitarias en una cadena nefasta para los medios locales y regionales. Cuestión que también fue reafirmada por las entrevistas hechas a los ejecutivos de los canales regionales y locales. “Existen presiones indirectas, uno sabe que no tiene las espaldas financieras y a veces un inversionista publicitario importante que se cae, puede dejar sin financiamiento un programa” (Entrevista director canal regional Región de Los Lagos).

Frente a la irrupción de la televisión digital terrestre, TDT, y sus ventajas como la televisión digital interactiva, TD-i. En el caso de los canales regionales existe una visión descreída de la televisión digital. Los entrevistados afirman que no están convencidos de sus ventajas, pues los televidentes no saben acceder a la televisión digital terrestre y desconocen las posibilidades que ofrece. A su vez, aseveran que “este desconocimiento se debe a la falta de compromiso del Estado por reforzar políticas de información respecto de la migración digital en la ciudadanía y el retraso de los canales de alcance nacional en abandonar sus señales analógicas” (Entrevista directora canal regional, Región de Valparaíso).

Ante la pregunta sobre algún tipo de impacto del proceso digitalización de la televisión abierta sobre el pluralismo, todos los entrevistados de canales regionales contestaron negativamente, vinculado este impacto negativo a aspectos económicos y relacionándolo a la lentitud de la migración a los canales nacionales. “El problema son los canales grandes que han hecho que la televisión digital en Chile esté dormida. Ya la aplazaron una vez, la van a volver a aplazar porque a los canales grandes no les importa la televisión digital” (Entrevistado, canal regional, Región de Valparaíso).

La ciudadanía en general desconoce el acceso, usos y beneficios de la TV digital, persiste una despreocupación de las instituciones públicas por educar en torno al tema y el retraso del apagón analógico ha inhibido el tránsito de las audiencias a la digitalización. “Hace unos cuatro meses recién empezaron a migrar los canales de Santiago. Entonces era bastante difícil llamar a la gente a ver televisión digital cuando habían apenas dos canales que podían verse” (Entrevistado, canal regional, Región de Coquimbo).

“A nosotros se nos invitó a participar de la televisión digital y nos pintaron que efectivamente era lo que se venía en el futuro. Lo analizamos y vimos las experiencias en otros países, pero cuando en otros países se implementó la televisión digital (básicamente en Japón y Brasil) la irrupción de Internet y de redes sociales aún no estaba al nivel en que está hoy día. Además, la burocracia del sistema nos hizo desperdiciar muchos recursos y tiempo quemando las etapas que nos exigían, sin poder recuperar la inversión que hicimos para implementar la televisión digital” (Entrevistado, canal regional, Región del Maule).

A la luz de las entrevistas, los directores de canales regionales desconocen las potenciales ventajas de la televisión digital interactiva, TD-i, asociando un feedback más eficiente con el televidente a redes sociales como Facebook o Instagram, más que a plataformas digitales estables como podría suponer la TD-i. “La TDT no es indispensable. La verdadera revolución de la TV está en las redes sociales y en el cable que asegura su presencia en las pantallas de las personas” (Entrevista director canal regional, Región de Magallanes). Los representantes de canales regionales

consideran que la inexistencia de un sistema de medición de audiencias para su sector causa cierto nivel de desconocimiento sobre sus comunidades de referencia. Sin embargo, esto se sopesa con la cercanía territorial que cada canal tiene respecto de sus localidades de llegada y que le permite articular una parrilla programática en sintonía con los intereses de sus públicos. Independientemente de lo anterior, como se constató en el análisis documental y entrevistas, algunos canales contratan estudios de evaluación de audiencias con el propósito de conocer de forma más detallada a su audiencia. Desconociendo que la Televisión digital interactiva no sólo permite tener medición de audiencias instantáneas, sino que puede transformar al aparato receptor de televisión en una emisora de necesidades y porque no contenido.

En tanto, entre los canales locales, las reflexiones acerca de si la digitalización de la televisión ha contribuido al desarrollo de la televisión en Chile son variadas y disímiles. Por un lado, hay quienes observan la televisión digital como una oportunidad para ampliar la cobertura, mientras que otros suponen que podría fortalecer la sostenibilidad económica de los canales. Con algunos matices, el canal local de la Región del Biobío señala que la publicidad estaría migrando hacia este sector y, por otro lado, el canal de la Región de Atacama comenta que el impacto puede variar según la normativa que se instale en torno al tema: “las normativas cambian y también eso afecta, digamos, la posibilidad de hacer rentable este negocio”, mientras el canal local de la Región del Maule considera que la digitalización ha ayudado a nivelar la competencia con los canales nacionales.

Desde una postura más crítica, algunos canales locales sostienen que la televisión digital ha afectado la economía de los canales, ya que los televidentes no han sentido la necesidad de migrar a televisión digital, con la consecuente merma en la audiencia. “Se nos vendió un proyecto de televisión digital a todos los que están en la industria de la televisión y creo que no ha sido real, porque a los canales grandes, a los canales nacionales, no se les ha forzado a entrar a televisión digital. Por lo tanto, de alguna manera los que están innovando con esto son los canales más pequeños” (Entrevistada, canal local, Región de la Araucanía).

Tampoco los canales locales ven en la televisión digital una mejora o impacto en sus presupuestos, como menciona uno de los entrevistados. “En la parte económica tampoco tuvo ningún efecto especial, porque ya nuestros auspiciadores están cancelando su publicidad por la televisión analógica y el hecho de que nosotros llegáramos con digital no significó que nos pagaran un sobreprecio ni mucho menos”, manifiestan desde la Región de Valparaíso. (Entrevistado, canal local, Región de Valparaíso). Este último también incorpora a la ecuación la falta de educación de las audiencias sobre la digitalización de la TV.

Por su parte, un canal de la Región de la Araucanía afirma que en la medida que los canales nacionales no migren a TDT los televidentes no se sentirán presionados a entrar en este espacio, pues la televisión digital “nunca se planteó como una solución económica, se planteó como una necesidad que tiene que ver con los tiempos que estamos viviendo” (Entrevista director canal local, Región de la Araucanía). Otro elemento que menciona el representante del canal de la Región de la Araucanía son las promesas incumplidas que vendrían con la TDT y que incide en el alcance de la oferta respecto del territorio de la región: “Por ejemplo, aun cuando nosotros pasamos a digital, los cableoperadores de la región nos iban a tener que incluir en su grilla según lo establecido en la ley [...] en el caso de nosotros, que somos los únicos operadores en esta zona debió haber sido casi automático. El must - carry no es una realidad”

En esta misma línea, el representante de una emisora local recalca que el proyecto ha sido: 1) un experimento sin relevancia para el negocio y 2) son los canales pequeños quienes se encuentran innovando. “[...] la verdad es que hasta el día de hoy sigue siendo una experiencia tipo experimento. No ha tenido mayor relevancia en la sintonía porque no es una conexión que sea abierta como la toman los canales” (Entrevistado, canal local, Región de Los Lagos).

Un punto de encuentro entre ambas posturas son las posibilidades que entregan las plataformas digitales y redes sociales en torno a una proyección económica. “Más que la televisión digital yo creo que hemos ido apostando al cómo mezclar nuestro contenido o cómo insertarlo también en redes sociales, porque sabemos que todo el mundo hoy en día tiene Facebook, Twitter, Instagram. Entonces tratamos de generar contenido también para esa plataforma” comenta el entrevistado del canal local de la Región de Antofagasta. En esta línea, varios canales afirman que el Internet puede ser una buena plataforma para articular un sistema de medición que dé sustento a la inversión publicitaria y que sería fructífero que una posible medición pudiera entregar métricas similares a las de redes sociales. “Considero que el tema del rating es una forma de medirlo [...] Creo que muchas veces se mide más que la audiencia que puede seguir el canal de televisión, son las audiencias que no están en la televisión, pero si están a través de otras plataformas” (Entrevistada, canal local, Región de Antofagasta).

Por otro lado, hay una valoración positiva sobre el uso de las plataformas digitales y redes sociales como soporte de difusión, transmisión y medición de audiencias de sus contenidos.

“Más que la televisión digital yo creo que hemos ido apostando al cómo mezclar nuestro contenido o cómo insertarlo también en redes sociales, porque sabemos que

todo el mundo hoy en día tiene Facebook, Twitter, Instagram” (Director canal local, Región de Coquimbo).

Aunque mucho menos extendida, se observa una tendencia más conservadora que considera que el *people meter* o un sistema similar podría impulsar a los canales locales y regionales a producir contenidos desechables. “Explotaría aspectos como el tema policial, el sensacionalismo, la misma farándula y dejarían temas de importancia que la televisión como vínculo perfectamente puede influir positivamente en las audiencias, entregando mensajes más culturales, informativos, histórico y de conocimiento” (Director canal local, Región de Valparaíso).

Por su parte, entre canales comunitarios hay desconocimiento sobre los requisitos para acceder a las concesiones que permiten las transmisiones por televisión abierta y, al mismo tiempo, sobre el uso de las concesiones adjudicadas. Las opiniones se quedan en los beneficios teóricos sobre la digitalización, el lento avance de la migración digital, los altos costos asociados para adquirir esta tecnología y el desconocimiento de las audiencias ante el tema. Ante la pregunta formulada a los canales comunitarios sobre si la televisión digital permite una proyección económica para la sostenibilidad de los canales, se detectaron varios niveles de análisis. En la mayoría de los canales se evade la consulta sobre la relación entre sostenibilidad económica y televisión digital, más bien, las opiniones varían entre los beneficios teóricos sobre la digitalización, el lento avance de la migración digital, los altos costos asociados para adquirir esta tecnología y el desconocimiento de las audiencias ante el tema.

“La televisión digital abierta ha tomado tanto tiempo en implementarse, ha tenido tantas complicaciones y ha sido tan complejo sobre todo en los medios más pequeños, que no sé si sea la solución” (Entrevistado, canal comunitario, Región del General Bernardo O'Higgins).

“Con respecto a esta transformación tecnológica, la gente no tiene idea de la televisión digital. O sea, hay un atraso enorme con respecto a la instalación de televisores digitales con la norma, la gente no sabe” (Entrevistado, canal comunitario II, Región Metropolitana).

En los casos de canales comunitarios que no presentan concesión para transmitir por TV abierta, no hay un conocimiento acabado acerca de los costos necesarios para levantar y mantener un canal digital. “No sé cuánta plata se necesita [...] Bueno, nosotros manejamos, por ejemplo, que había que tener una cantidad de dinero, que eran ocho millones (ocho mil dólares) y algo para poder tener un pie” (Entrevistado, canal comunitario I, La Araucanía).

5 Conclusiones

A la luz del análisis documental y de las entrevistas hechas a directores de canales regionales, locales y comunitarios, surgen varios puntos donde hay que colocar atención, para que la televisión digital terrestre y la interactiva tengan el éxito esperado. El primero de ellos es una integración inteligente, donde la TV entienda que necesita de internet, más que internet de la TV, esta alianza de redes de comunicación es fundamental. La Televisión Digital Interactiva, TD-i, es un escenario emergente moderno que permite transmitir contenidos informativos utilizando un medio de gran penetración en la mayoría de los hogares del mundo. En su conjunto, representan una combinación entre la televisión, el ordenador, la industria y las telecomunicaciones, ofreciendo una verdadera experiencia integrada. La interactividad permite al usuario iniciar y desarrollar un diálogo, hacer preguntas, explorar y descubrir, dar y recibir respuestas, por lo que se destaca que los productos multimedia tienen grandes beneficios en el ámbito de la educación y el entretenimiento (Pina, Frometa et al, 2022).

En torno a la interactividad, donde todo indica que Chile está en deuda. De hecho, en la Ley 18.838 que regula la televisión en Chile la palabra interactividad no se menciona ni una sola vez, tampoco lo hace en la nueva Ley de TDT, Ley 20.750. Las únicas menciones a la interactividad de la televisión se hacen en el marco de una resolución (N°7.219) donde se especifica el tipo de decodificadores que deberán operar con “middleware Ginga” como plataforma de interactividad. Ello en forma similar a los que actualmente opera en Brasil y donde se incluye la Interactividad Opcional. Es decir, ni siquiera aparece la interactividad como una obligación para los decodificadores que se introduzcan en un futuro inmediato en Chile. Quizás el único guiño del estado a la interactividad de la TDT es un memorándum que establece el apoyo entre los países de Brasil y Chile en torno al desarrollo de aplicaciones de TD-i, a través de fondos de investigación o de algunos organismos específicos, cuestión que se concretó por primera vez recién en agosto del 2015 con el curso “Introducción a la TV Digital y Aplicaciones Interactivas con Ginga-NCL” organizado por la Subsecretaría de Telecomunicaciones y el Ministerio de Comunicaciones de Brasil y la Pontificia Universidad Católica de Chile realizado en Santiago con la visita de los expertos brasileños y miembros de la Redauti Guido Lemos y Raoni Kulesza (Fuente-Alba, 2015). ¿Error, omisión o simplemente una mirada secundaria a uno de los recursos más interesantes de la televisión digital? La respuesta a esta interrogante, sin duda, la han encontrado países vecinos como Brasil que han sabido aprovechar las ventajas de la interactividad, transformando a la antigua “caja receptora”, en una importante herramienta de información y comunicación con comunidades que muchas veces se encuentran alejadas de los centros urbanos y que tienen a la TV como el único medio comunicante (Fuente-Alba, 2015). Esto provoca que ya no sea un error hablar de medio comunicante o de

comunicación, sí lo ha sido por más de 60 años, pues en muchos países que han instaurado la TDT y la interactividad como una herramienta indispensable, de paso transformaron al antiguo aparato receptor de TV en un aparato emisor de información que permite información de ida y vuelta. Esta es una de las principales ventajas de la TDT y curiosamente ni siquiera es una alternativa en Chile.

Antes de pensar en tecnología, debemos pensar en qué necesita la comunidad e integrarlo a los desafíos tecnológicos actuales. En la última Encuesta Nacional de Televisión del 2021 (CNTV, 2022) se constata que el 90% de las personas del país cuentan con smartphones, y un 68% utiliza este dispositivo para consumir audiovisual. No hay que temer al cambio, pues “la televisión no muere, al contrario se transforma, se explota, se personaliza, se privatiza, se transmedia, se vuelve líquida, se viraliza, conversa y emerge de los usuarios. La única forma de morir -a largo plazos- es que sus productores no atiendan en las plataformas digitales las demandas de sus audiencias” (Cepeda Dulce, 2015, pág.78).

El Streaming durante y tras la presencia del Coronavirus, sufrió un alza gigantesca en su consumo, situación que cambió los hábitos digitales de las personas en todo el mundo (Tuñón y Gambari, 2021). De hecho, cada día la TV de pago en Chile conquista el territorio que por décadas dominó la TV abierta. Las métricas indican que un 64 por ciento de los que contratan TV de pago lo hacen en un dúo pack con internet (Asociación Agencia de Medios, 2022). Claramente con la intención de transformar a la TV en un computador con acceso a streaming, mejor audio y mejor imagen para ver las películas y programas de las diferentes plataformas. Si esto se lleva a inversión publicitaria, las agencias son expertas en vislumbrar las crisis. El share de inversión de la TV abierta ha caído de un 36,9 % el 2014 a un 28% el 2021, mientras que la TV de pago también ha sufrido mermas cayendo de un share de inversión de 9,7% del 2014 a un 6,7% el 2021. Los únicos ganadores son los Medios digitales, Redes sociales y streaming, donde se ha pasado de un share de inversión de 12,4 % el 2014 a un impresionante 47,7 % el 2021 (Asociación Agencia de Medios, 2022). ¿Qué hacer?, ¿cómo reconquistar al público de la TV abierta? Las herramientas interactivas de la TVDi son claves para la reconquista audiovisual de los televidentes, ello acompañado de contenidos atractivos y aplicaciones útiles para una población cada día más dispersa.

“Con la TVDI el consumidor puede pasar de ser un televidente o espectador pasivo a convertirse en un participante activo. La televisión pasa de ser meramente difusora de contenidos a posibilitar el acceso a contenidos. A través de la TVDi puede ser posible acceder a un conjunto de servicios públicos o privados que abarcan diversos campos como comercio, gestión administrativa, entretenimiento y aprendizaje” (Abásolo y Pina, 2017, pág. 25).

Las autoridades chilenas esperan que a finales del 2024 un 100 por ciento de la población tenga la posibilidad de recepcionar televisión digital terrestre en sus hogares y se logre el apagón analógico donde el chileno que no tenga un receptor digital instalado en su TV deje de recibir la señal de televisión aérea. A la luz de este estudio, eso se ve muy difícil que ocurra, pues no existen voluntades de parte de los canales, ni tampoco la audiencia está informada de todo lo que implica la TDT. La irrupción de actividades deportivas podría concretar el que los aparatos de TV digitales logren una introducción importante en la población chilena, pero eso trae de la mano otro claro oscuro, cómo incentivar que la audiencia vuelva a ver televisión abierta.

Referencias

Abasolo MJ y Pina J. (2017) *Aplicaciones y Usabilidad de la Televisión Digital Interactiva: V Jornadas Iberoamericanas sobre Aplicaciones y Usabilidad de la Televisión Digital Interactiva, jAUTI2016* ; editado por María José Abásolo ; Joaquín Pina Amargós. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Informática, 2017.

Arana, E., Mimenza, L., & Narbaiza, B. (2020). Pandemia, consumo audiovisual y tendencias de futuro en comunicación. *Revista De Comunicación Y Salud*, 10(2), 149-183. [https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10\(2\).149-183](https://doi.org/10.35669/rcys.2020.10(2).149-183)

Area-Moreira, M., & Ribeiro-Pessoa, M. (2012). “De lo sólido a lo líquido: Las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0”. *Comunicar*, pp. 13-20. Recuperado de: www.revistacomunicar.com/pdf/preprint/01-pre-12378 Doi:10.3916/ C382011-02-01

Asociación agencia de medios (2022). file:///Users/fernandofuente-alba/Downloads/InformeInversion-en-Medios_Marzo_2022.pdf

Bachelet Michelle. Mensaje presidencial enviado al Parlamento para la votación de la Ley 20.750. <https://www.bcn.cl/historiadelailey/nc/historia-de-la-ley/4466/>

Cepeda Dulce (2015) *Estrategias de la Televisión Digital para la interactividad juvenil en Iberoamérica en Juventudes y tecnologías digitales. tendencias y discusiones actuales en la investigación científica* María Consuelo Lemus Pool, César Bárcenas Curtis y Arely S. Millán Orozco, coordinadores. Ciudad de México: Colofón; Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2019 220 páginas; 17 x 23 centímetros.

Chaparro, M., Espinar, L. M., & Gómez, S. L. (2022). La reforma de la Ley general de la comunicación audiovisual española 7/2010 y las recomendaciones de la Directiva europea 2018/1808. Análisis crítico desde propuestas participativas. *Revista internacional de comunicación y desarrollo*, 4(16).

CNTV (2015). “Pluralismo, libertad de expresión y televisión”. Consejo Nacional de Televisión: Departamento de Estudios.

CNTV (2016). “La televisión regional y local. opinión de las audiencias”.
https://www.cntv.cl/wp-content/uploads/2020/04/la_televisio_n_regional_y_local_docx.pdf

CNTV (2017) “Encuesta nacional de televisión 2017”.
https://www.cntv.cl/wp-content/uploads/2020/10/ix_entv_final.pdf

CNTV (2022). Anuario estadístico de oferta y consumo de TV, 2022.
<https://cntv.cl/wpcontent/uploads/2023/03/ANUARIO-ESTADISTICO-DE-OFFERTA-yCONSUMO-2022.pdf>

Fuente-Alba Fernando (2015). TDI, la esperanza de la televisión abierta en Chile. In *VI International Conference on Interactive Digital TV IV Iberoamerican Conference on Applications and Usability of Interactive TV* (p. 51).

Fuente-Alba Fernando (2018). Desarrollo e identidad: rol de los medios en zonas aisladas. *Revista Observatório*, 4(6), 668-703. <https://doi.org/10.20873/uft.24474266.2018v4n6p668>

Galindo, C. U. (2014). Genealogía de la concentración económica de los medios de comunicación en Chile: un análisis desde la historia social y la comunicación. *Perspectivas de la Comunicación-ISSN 0718-4867*, 7(2),96-106. Recuperado de <http://publicacionescienciassociales.ufro.cl/index.php/perspectivas/article/view/363>

Ley 18.838 que crea el Consejo Nacional de Televisión
<https://www.bcn.cl/levchile/navegar?idNorma=30214>

Ley 20.750. Ley que permite la introducción de la televisión digital terrestre en Chile.
<https://www.bcn.cl/levchile/navegar?idNorma=1060307>

Pina Joaquín-Danilo, Frometa Raulise, Frías Ludwig, Fernández Ariel, y Sepúlveda Juan Carlos (2022). Adopción de tecnologías y estándares abiertos en la Televisión Digital Interactiva para la educación y el entretenimiento en Proceedings of the X Iberoamerican Conference on Applications and Usability of Interactive TV jAUTI2021 / compilación de María José Abásolo ; Gonzalo Olmedo Cifuentes. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Informática.

Salinas Paulina y Cárdenas (2009) Manuel. Métodos de Investigación Social. ISBN 9789978550700. Editorial:Quipus, CIESPAL.

Tuñón, J., & Gambari, A. (2021, febrero). Plataformas audiovisuales digitales: las grandes vencedoras de la pandemia. OBS Business School.
[https://marketing.onlinebschool.es/Prensa/Informes/Informe%20Plataformas%20Digitales%20\(Tu%c3%b1%c3%b3n-Gambari\)%20final%20maquetaci%c3%b3n%203.pdf](https://marketing.onlinebschool.es/Prensa/Informes/Informe%20Plataformas%20Digitales%20(Tu%c3%b1%c3%b3n-Gambari)%20final%20maquetaci%c3%b3n%203.pdf)

Villarrubia Martínez, Andrea, Ignacio Aguaded Gómez y Águeda Delgado Ponce. 2019. Implementación de la Televisión digital en Chile: ¿una oportunidad real para la TV Comunitaria? o Implementação da televisão digital no Chile: uma oportunidade real para a TV comunitária? o Implementation of digital television in Chile: a real opportunity for Community TV?. *Chasqui* 140: 267-283.

Habanadigital - Un proyecto de ciudad inteligente adaptado a las condiciones cubanas

Joaquín-Danilo Pina-Amargós^[0000-0003-4619-849X] and Yarina Amoroso-Fernández and Yanet-M. Ceballos-Cruz and Raisa Socorro-Llanes^[0000-0002-2627-1912]

Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), Cuba.
jpina@ceis.cujae.edu.cu

Resumen La informatización de la sociedad ha debenido en la transformación digital que es un concepto mucho más abarcador y revolucionario pues transforma la manera de hacer las cosas para lograr una mayor eficiencia y eficacia. Uno de los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la Organización de las Naciones Unidas en la Agenda 2030 es lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. El concepto de Ciudad Inteligente va encaminado en este sentido y uno de los requisitos considerados por la mayoría de las soluciones actuales es el uso intensivo de tecnologías modernas para aumentar la eficiencia con el fin de utilizar mejor los recursos disponibles. Sin embargo, en países con limitaciones tecnológicas debido a su subdesarrollo o por encontrarse bajo sanciones de potencias extranjeras, este requisito no es posible lograrlo a corto plazo. En este trabajo se presenta una solución novedosa a través de un proyecto de desarrollo local que involucra a las organizaciones civiles, los diferentes actores económicos, al gobierno y a la comunidad para que de manera ordenada logre resolver los problemas existentes a nivel local y se logren generalizar las mejores soluciones en el resto de la provincia. La propuesta se realiza en el contexto de la provincia La Habana de Cuba pero podrá ser adaptado para su extensión a otras provincias del país e incluso en otras zonas geográficas que tengas las limitaciones planteadas.
Palabras claves: transformación digital, ciudad inteligente, desarrollo sostenible

1. Introducción

El vertiginoso desarrollo de la ciencia y la técnica durante las últimas décadas ha tenido un impacto significativo en todos los ámbitos del desarrollo humano y comunitario, con un consiguiente cambio en el paradigma del conocimiento y una transformación cultural de la sociedad. Desde el simple uso de un teléfono móvil hasta las más avanzadas aplicaciones de inteligencia artificial, las tecnologías marcan la vida cotidiana de ciudadanos de todo el mundo y constituyen, en muchas ocasiones, el instrumento más eficiente para responder a determinadas problemáticas diarias. La transformación digital y la democratización del uso de las tecnologías y las redes sociales han representado un desafío y, a la vez, una

oportunidad para la dinamización de las sociedades, la gestión de los espacios públicos (ya sean físicos o virtuales), el crecimiento económico, la innovación productiva, y la incorporación de la ciudadanía a los procesos locales, regionales y nacionales [6].

En Cuba, a nivel nacional existe el compromiso por informatizar las diferentes estructuras de la sociedad cubana de manera segura y sostenible, tal y como lo refleja el Decreto-Ley «Sobre la informatización de la sociedad en Cuba» [2] y los Lineamientos de la Política Económica y Social [4]. Específicamente en el Lineamiento No. 108 se establece como una prioridad para el país «avanzar gradualmente, según lo permitan las posibilidades económicas, en el proceso de informatización de la sociedad, el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones y la industria de aplicaciones y servicios informáticos».

Sin embargo, este proceso se ralentiza por las sanciones impuestas por potencias extranjeras como lo descrito en [8] y a pesar de ser presentado y aprobado todos los años desde el 1992 por la inmensa mayoría de los países en la Asamblea General de las Naciones Unidas [3]. Todas las esferas de la vida cotidiana se ven afectadas debido a que no es posible acelerar la mejora de la infraestructura de las telecomunicaciones necesaria para lograr dicha transformación.

A pesar de ello, entre las principales oportunidades que se presentan en el actual contexto se destacan el desarrollo de una infraestructura tecnológica fortalecida durante los últimos años, y de un entramado de instituciones vinculadas al sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación con la capacidad de impulsar estos procesos. Precisamente una de estas organizaciones es la Unión de Informáticos de Cuba de la provincia La Habana que a través de la propuesta señalada en este trabajo pretende materializar las premisas y objetivos propuestos en el documento estratégico.

2. Antecedentes

A pesar de las limitaciones planteadas anteriormente, como parte del proceso de informatización de la sociedad que impulsa el gobierno cubano, en el caso de la capital del país se diseñó la Estrategia para la Transformación Digital de La Habana (2022-2026). Este documento, aprobado por unanimidad en el Consejo Provincial Ordinario y reflejado de esta manera en el Acuerdo No. 17/2022, Acta No. 2 del 22 de febrero de 2022, tiene como áreas de actuación:

1. Gobernanza y coordinación, enfocada a la creación de capacidades e infraestructura para la gobernanza; la participación ciudadana en la interacción con el gobierno; la escalabilidad y sostenibilidad de los desarrollos alcanzados.
2. Desarrollo de innovaciones institucionales y de servicios, que se vincula con las dimensiones estratégicas de Gobierno como plataforma, y Gobierno impulsado por datos.
3. Competencias ciudadanas, que responden a las dimensiones: Gestión de competencias digitales en los ciudadanos; Creación de capacidades de gobernanza sobre las competencias digitales; Innovación de servicios que promuevan la

formación de competencias digitales; e Implementación de un programa para el desarrollo, atracción y retención del talento digital.

Además del impulso que supone la existencia de esta Estrategia Provincial, la capital cubana cuenta con excelentes condiciones de partida para promover e implementar proyectos integrales de transformación digital, que garanticen un mayor bienestar de sus ciudadanos y una gestión más eficiente de la ciudad. En la siguiente lista se relaciona la infraestructura desarrollada por ETECSA en La Habana (hasta julio del 2022):

- Servicio de Nauta Hogar: 51 353 usuarios, presentes en todos los municipios y 103 consejos populares.
- Usuarios con telefonía móvil celular: 1,76 millones con una penetración del 82,77%.
- Servicios de Internet en móvil: 1 310 987 usuarios.
- Usuarios telefonía fija: 456 980 con una penetración del 21,43%.
- Usuarios con Internet del servicio fijo: 51 353.
- Usuarios banda ancha fija: 4 578.
- Porcentaje de hogares con acceso a internet: 7,24%.

La Unión de Informáticos de Cuba (UIC) es, según sus Estatutos [7], una «organización social, de carácter voluntario, inclusiva y selectiva, autofinanciada y sin ánimo de lucro; de personas naturales y jurídicas, profesionales de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, la Electrónica, la Automática y otras especialidades afines, con un perfil científico-técnico».

Desde su fundación, la UIC ha apoyado, como referente aglutinador, los procesos de transformación digital impulsados en el país, ya sea en espacios físicos y virtuales. Para ello, ha fomentado el análisis y debate de los ámbitos de sus competencias; así como el intercambio y conexión entre los miembros, el gobierno, la empresa, la academia, la comunidad científica, el sector no estatal, las diferentes formas asociativas reconocidas por la ley y la ciudadanía. Otras de sus principales funciones y objetivos son:

- Propiciar e impulsar un clima de creación relacionado con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la Electrónica, la Automática y otras especialidades afines, que tribute a los programas y entidades nacionales, al desarrollo local y a elevar el bienestar de los ciudadanos.
- Contribuir en la gestión de proyectos de asesoría y consultoría aprobados por los organismos rectores.
- Coordinar y participar en proyectos de ciencia, tecnología e innovación, proyectos habilitadores, de exportación de servicios informáticos y de desarrollo local, así como de cooperación internacional, como parte de la contribución a la transformación digital de la sociedad.
- establecer alianzas con el gobierno, los actores económicos, la academia, la comunidad científica, y las diferentes formas asociativas reconocidas por la ley para la inserción de miembros en los proyectos de desarrollo vinculados al sector tecnológico, tanto en el país como en el exterior, de acuerdo a la legislación vigente.

3. Propuesta de proyecto

De forma coherente con estos propósitos y teniendo en cuenta la experiencia de la entidad, el Consejo Provincial de la UIC en La Habana propone la creación del Proyecto de Desarrollo Local (PDL) denominado Habanadigital, una estructura profesional especializada con la capacidad para asesorar al Gobierno y materializar la Estrategia para la Transformación Digital. De esta manera se aprovechan, además, las oportunidades de institucionalización que se han generado como parte del proceso de actualización del modelo económico-social de nuestro país y el consiguiente reconocimiento y diversificación de formas de propiedad y gestión, contribuyendo a la sostenibilidad económica de la propia UIC.

Como parte de sus funciones, el PDL ofrecerá servicios enfocados en las áreas de actuación establecidas en la Estrategia Provincial para la Transformación Digital y apoyará las funciones de la Dirección de Informática y Comunicaciones y el Centro de Informática y Comunicaciones pertenecientes al Gobierno provincial.

Para promover la gobernanza digital y el desarrollo de propuestas innovadoras, el proyecto trabajará en la creación y gestión de un Banco virtual de problemas y soluciones. Esta plataforma permitirá la identificación e implementación de acciones ante retos específicos del territorio, a partir de las prioridades del gobierno, y en conformidad con las políticas, bases conceptuales, metodológicas y marco normativo que rigen el desarrollo económico y social de la ciudad.

Este Banco representa una herramienta estratégica para conectar e involucrar a los disímiles actores del ecosistema territorial, caracterizado por el modelo de las cuatro hélices: el gobierno, los actores económicos, la Academia y la ciudadanía (residente y visitante). En este caso, se parte de un enfoque abierto, participativo e inclusivo, que pone a todos los posibles actores en contacto, ya sea para presentar problemáticas de la vida cotidiana, como para ofrecer soluciones y servicios que responden a necesidades sociales.

Una vez definidas estas soluciones y los actores que deben intervenir para llevarlas a cabo, el PDL también apoyará, desde los enfoques de interoperabilidad y escalabilidad, la implementación de las iniciativas y la identificación de posibilidades para replicarlas en otras localidades o sectores. Entre las soluciones que se podrían llevar a cabo se encuentran la creación de una plataforma digital para la comercialización de productos y servicios locales, el desarrollo de aplicaciones móviles para facilitar el acceso a información y servicios públicos, y la implementación de tecnologías de la información y la comunicación en sectores como: alimentación, transporte, educación, salud, turismo y patrimonio cultural.

Todas estas acciones contarán con el apoyo de la Empresa Provincial de Servicios Informáticos del Consejo de la Administración Provincial de La Habana (InfoCAP). Esta entidad, reconocida por la calidad profesional y la responsabilidad social, brinda soluciones innovadoras para la transformación digital de las organizaciones, por lo que trabajará en sinergia con el PDL Habanadigital a partir de relaciones contractuales.

Por otro lado, el proyecto acompañará el proceso de transformación y cambio cultural de nuestra sociedad hacia un paradigma que coloque a la investigación, la innovación y la cocreación como centros del desarrollo. Se hace necesario fortalecer las capacidades institucionales de los diferentes actores de la provincia, con el propósito de contar con funcionarios públicos debidamente preparados para enfrentar este desafío vinculado al uso de las tecnologías (ver Figura 1).

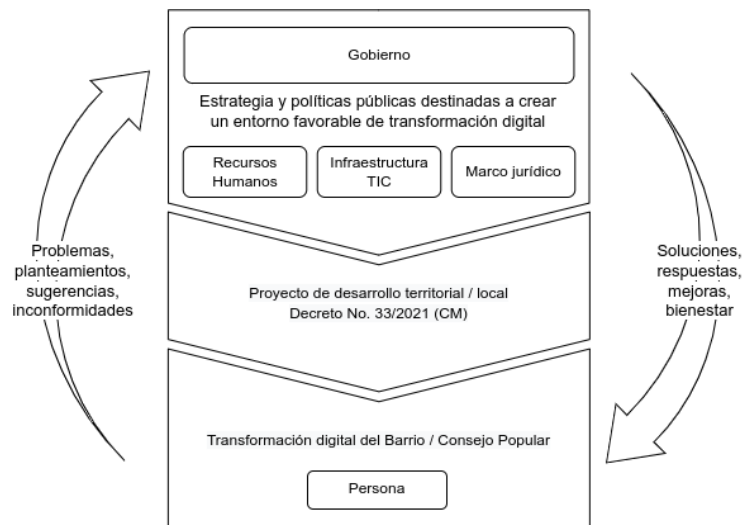


Figura 1: Infografía que muestra las relaciones entre el gobierno y las personas para conocer y dar solución a los problemas existentes en el comunidad.

Además, se coordinarán y desarrollarán acciones para el empoderamiento de la población local (incluyendo niñas, niños, adolescentes, adultos mayores y personas en situación de discapacidad) en los temas de acceso a las tecnologías, en función de reducir la brecha digital y promover una transformación inclusiva y sostenible.

Estas formaciones permiten desarrollar el pensamiento lógico-matemático y promover el conocimiento de áreas técnicas. De igual forma, se incluirá la formación sobre el uso responsable de las tecnologías, lo que resulta fundamental pues todos los ciudadanos son propensos a acceder a contenidos inapropiados, que impliquen violencia, patrones sociopáticos de comportamiento, pornografía, riesgo de aislamiento, contacto con desconocidos, acoso o pérdida de intimidad, suplantación de la identidad, entre otras. De esta forma se evitan alteraciones de conducta, confusión entre lo íntimo, privado y público, pérdida en la noción del tiempo, tendencia al consumismo, disminución del rendimiento escolar y profesional, agresividad en el medio familiar, sufrir acoso y adicción a las redes sociales y ciber juegos.

Las acciones de sensibilización y capacitación se desarrollarán a partir de asesorías y consultorías contratadas al PDL por parte de las entidades y personas interesadas en sus servicios. Además, la iniciativa apoyará en lo adelante, la coordinación anual de eventos nacionales e internacionales, tales como: Niñas en las TICs, Adultos mayores en las TICs, Boulevard de las TICs, Hackatones, Foro de Gobernanza de Internet e Internet Segura.

Todas las acciones descritas se realizarán en correspondencia y para dar respuesta a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 establecida por la Organización de Naciones Unidas [1]. Específicamente, en el «Objetivo 11 Ciudades y comunidades sostenibles» donde se establece la necesidad de «conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles».

A través del PDL se gestionarán fuentes de financiamiento para la realización de estos eventos y la coordinación de servicios de logística, visibilidad, comunicaciones, alquiler de salones o equipos, u otros gastos que sean necesarios.

En la sede social del PDL, y otras locaciones acordadas con el Gobierno, se crearán espacios de cocreación en los cuales puedan confluir todos los miembros de la UIC para debatir e intercambiar ideas, establecer alianzas y emprender proyectos innovadores por el bien de la población.

4. Análisis preliminar de los resultados

Un ejemplo que permite ilustrar este trabajo es la iniciativa Tetoca, diseñada por la Unión de Informáticos de Cuba para implementar en la provincia La Habana, con posibilidades de replicabilidad en todo el país. Este sistema tiene el antecedente en Cola.cu que fue desarrollado e implantado en todos los municipios de La Habana durante la pandemia del COVID-19 [5]. La acción consiste en la creación y gestión de un sistema informático de aviso automático para organizar la distribución equitativa de bienes en las tiendas del territorio. A partir del envío de alamas por mensajes SMS o las redes sociales a cada núcleo familiar se brindará información sobre el momento, lugar y bienes que podrá adquirir, con el propósito de minimizar el tiempo de espera y la incertidumbre. Ello responde de manera eficiente y planificada en un contexto de desabastecimiento de productos de primera necesidad y de reproducción de conductas negativas como las irregularidades en las colas o la reventa de bienes a precios especulativos.

El recrudecimiento del bloqueo de Estados Unidos contra Cuba sumado a la crisis mundial por la pandemia de la COVID-19 han provocado el desabastecimiento de productos de primera necesidad para el pueblo cubano. Esta situación la aprovechan algunas personas inescrupulosas que marcan en diversas colas, venden los turnos, cuelean a otras personas y logran acaparar los productos y posteriormente revenderlos a precios especulativos a la población necesitada (ver Figura 2).

Los softwares extranjeros y cubanos que permiten la gestión colas, ninguno permite la gestión de múltiples colas con las posibilidades de especificar los productos que se ofertan y alertar al organizador de la cola si un cliente se ha regis-



Figura 2: Fotografía que ilustra la situación existente antes de la implantación de la solución.

trado recientemente en alguna otra cola según la cantidad de días declarados por el gobierno local. Estas dos funcionalidades constituyen las principales novedades del nuevo software propuesto y desarrollado por la Unión de Informáticos de Cuba junto con actores económicos privados y estatales y factores del gobierno y la comunidad para lograr la gestión distribuida de las colas en una determinada región. Este sistema se generalizó en La Habana desde el 1ro septiembre 2020 y funcionó diariamente de manera ininterrumpida con más de 1,6 millón de personas diferentes registradas y más de 500 mil personas que han podido comprar gracias a la detección de compradores recientes. Dicho sistema ha posibilitado la gestión compartida de las colas de La Habana para evitar a personas inescrupulosas, y ha sido especialmente útil en estos momentos de escasez de productos pues permite la distribución de los mismos a la población de una manera más equitativa (ver Figura 3).



Figura 3: Fotografía que ilustra la situación existente después de la implantación de la solución.

En cuanto al entorno comunitario se han realizado una decena de acciones encaminadas a mejorar las competencias digitales de la población. A continuación se ilustran algunos resultados de estas acciones en las escuelas primarias por el Día de las Niñas en las TIC (ver Figura 4).



Figura 4: Fotografía que ilustra la exposición de una niña que programó el estado de ánimo de una muñeca robot.

También se han abarcado grupos más vulnerables como los adultos mayores y su necesaria inclusión con la incorporación de competencias digitales para efectuar la reservación y el pago de diversos servicios (ver Figura 5).

5. Conclusiones

El estudio realizado de los antecedentes mostró que existe un interés declarado de los factores del país y La Habana en particular para impulsar la transformación digital de las diferentes esferas de la vida cotidiana. Por otro lado, se cuenta con un potencial latente que al no estar organizado no se acelera la generalización de los resultados. El Proyecto de Desarrollo Local nombrado como Habanadigital servirá para agrupar y coordinar la comunidad según las prioridades definidas por el Gobierno de La Habana. Los resultados iniciales muestran la factibilidad del Proyecto adaptado a las condiciones específicas de un país bloqueado por una potencia extranjera y en vías de desarrollo.

6. Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por el Fondo Fiduciario Pérez-Guerrero para la Cooperación Sur-Sur (PGTF) del Programa de las Naciones Unidas



Figura 5: Fotografía que ilustra el uso de la tecnología por parte de los adultos mayores a partir de la promoción en una feria popular.

para el Desarrollo (UNDP) proyecto INT/19/K08 y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA) proyecto NPN223LH006-005 de TVDi.

Referencias

1. Assembly, G.: Sustainable development goals. SDGs Transform Our World **2030**, 6–28 (2015), <https://sdgs.un.org/goals>
2. Consejo de Estado de la República de Cuba: Decreto-Ley No. 370/2018 “Sobre la informatización de la sociedad en Cuba” (Jul 2019), https://www.mincom.gob.cu/sites/default/files/marcoregulatorio/dl_370-18_informatizacion_sociedad.pdf
3. General Assembly of the United Nations: Resolution a/78/l.5 necessity of ending the economic, commercial and financial embargo imposed by the united states of america against cuba (Nov 2023), <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/LTD/N23/299/80/PDF/N2329980.pdf?OpenElement>
4. Partido Comunista de Cuba: Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. Partido Comunista de Cuba (2011), <http://congresopcc.cip.cu/wp-content/uploads/2016/03/lineamientos-politica-partido-cuba.pdf>
5. Pina-Amargós, J.D., Granda-Colom, J.J., Pina-Socorro, J.A., Socorro-Llanes, R., Martínez-Buznego, D., Rivas-Sotomayor, F., Hernández-Viera, S.: New software for queue distributed management at the cuban scope. In: Simposio Internacional Informática desde la comunidad, 18th International Convention and Fair - Informática 2022 (2022)
6. Ruiz Jhones, A., Delgado Fernández, T., Febles Estrada, A., Estévez Velarde, S.: Habilitando la Transformación Digital. Tomo I (2022)
7. Unión de Informáticos de Cuba: Estatutos y código de ética de la organización (2019), <https://www.uic.cu/wp-content/uploads/2019/10/estatutos-y-codigo-de-etica.pdf>
8. Whitney, W., et al.: For the 28th consecutive year, cuba prepares to indict us blockade at united nations. Guardian (Sydney) (1888), 12 (2019)