

TEORÍA DE JUEGOS E INTERACCIÓN HUMANO COMPUTADOR

MODELOS Y TENDENCIAS
EN EDUCACIÓN



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
CALI

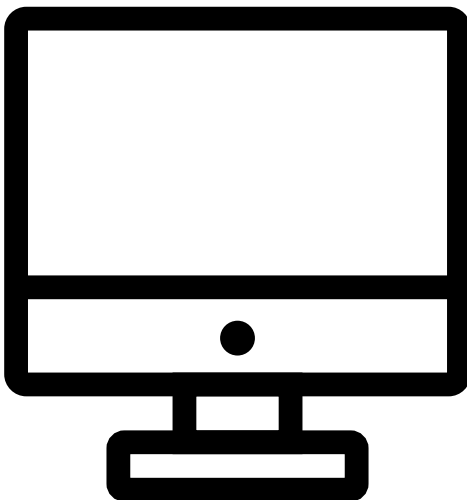


José Luis Jurado
César Alberto Collazos
Luis Fredy Muñoz

*Teoría de juegos e interacción humano computador.
Modelos y tendencias en educación*

TEORÍA DE JUEGOS E INTERACCIÓN HUMANO COMPUTADOR

**MODELOS Y TENDENCIAS
EN EDUCACIÓN**



**José Luis Jurado
César Alberto Collazos
Luis Fredy Muñoz**

2019

Jurado Muñoz, Jose Luis

Estrategias y modelos de aprendizaje basado en Juegos y entornos colaborativos. Una perspectiva desde la interacción humano computador. IV Jornadas Iberoamericanas de HCI / Jose Luis Jurado Muñoz, César Alberto Collazos Ordóñez, Luis Fredy Muñoz.-- Cali : Editorial Bonaventuriana, 2019

360 páginas

ISBN: 978-958-5415-45-4

1. Interfaces con el usuario (sistemas para computador) 2. Enseñanza con ayuda de computadores 3. Sistemas interactivos de computador 4. Diseño con ayuda de computador 5. Tecnología educativa 6. Realidad virtual en la enseñanza 7. Juegos de simulación en educación 8. Innovaciones educativas 9. Gamificación I. Jurado Muñoz, Jose Luis II. Collazos, César Alberto III. Muñoz, Luis Fredy IV. Tít.

006.6784 (D 23)

J95

 Editorial Bonaventuriana, 2019
© Universidad de San Buenaventura

*Teoría de juegos e interacción humano computador.
Modelos y tendencias en educación*

© Autores: Jose Luis Jurado, Cesar Alberto Collazos
Luis Fredy Muñoz

Universidad de San Buenaventura Cali
Colombia

© Editorial Bonaventuriana, 2019
Universidad de San Buenaventura
Dirección Editorial Cali
PBX: 57 (1) 520 02 99 - 57 (2) 318 22 00 - 488 22 22
e-mail: editorial.bonaventuriana@usb.edu.co
www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co
Colombia, Suramérica

El autor es responsables del contenido de la presente obra.
Prohibida la reproducción total o parcial de este libro por cualquier medio,
sin permiso escrito de los editores.

ISBN: 978-958-5415-45-4

Tiraje: 150 ejemplares

Cumplido el depósito legal (Ley 44 de 1993, Decreto 460 de 1995 y Decreto 358 de 2000).
2019

Agradecimientos

La producción de este libro tiene como propósito la divulgación de los avances en el campo de la interacción humano computador. Desde diferentes perspectivas como la gamificación, la ingeniería de la colaboración, la educación en ingeniería, entre otras. Para ello diferentes grupos de investigación se han unido en torno a un escenario de intercambio de experiencias y conocimiento como lo es las jornadas iberoamericanas de interacción humano computador. La red HCI- Collab a la cual pertenecen diversas universidades de países como Colombia, México, Argentina, España, Chile entre otras han logrado conformar un grupo de profesionales que buscan divulgar sus proyectos e investigaciones en este campo.

Contenido

Presentación.....	13
Introducción.....	15
Hacia el diseño de un sistema interactivo para apoyar el desarrollo de la conciencia fonológica de niños ciegos <i>Nataly Betancur, Isabella Sánchez, Andrés Solano, Sandra Cano</i>	21
Capacitación organizacional y aprendizaje basado en juegos digitales: una revisión sistemática de la literatura <i>Mateo Hernández Sánchez, Julián Moreno Cadavid</i>	31
Herramienta tecnopedagógica para la apropiación del plan de vida del resguardo Nasa Kite Kiwe: hacia la gamificación del etnoaprendizaje <i>Sandra Milena Carvajal Quinchoa, Gustavo Eduardo Constain Moreno</i>	47
GO: juego para la enseñanza de redes de TV digital <i>Camilo Andrés Ramírez, Cristian Alejandro Trujillo, Cristian Andrés Olivares, Juan Vicente Pradilla</i>	57
Desenvolvimento e avaliação de um jogo baseado em interação gestual para a assistência ao aprendizagem no processo de leitura para crianças no período de alfabetização <i>Allan Hortis, Henrique O. Cury, Pedro H. M. Arthur, Vinicius F. Gomes, Marcelo de Paiva Guimarães, Valéria Farinazzo Martins</i>	67
Estrategias y recursos para la depuración de programas basados en bloques <i>María Alejandra Trujillo, Marilyn Tenorio Melenje, Julio Ariel Hurtado Alegría, César Alberto Collazos</i>	85
Uso de la gamificación para el desarrollo de habilidades de inteligencia emocional: una aproximación teórica y experiencial <i>Gustavo Eduardo Constain M., Paula Andrea Mora Pedreros, Manuel José Santiago Pajajoy</i>	103

Evolución de ChildProgramming: un recorrido por los aportes académicos a la metodología de desarrollo de software para niños	
<i>René Fabián Zúñiga Muñoz, Julio Ariel Hurtado Alegría, Habbib Fardoun</i>	123
Utilização de game data mining para classificação de jogadores de MMORPG	
<i>Bruno Almeida Odierna, Ismar Frango Silveira</i>	135
Identificación de problemas de accesibilidad en juegos serios	
<i>Daniela Pérez Oliveros, María Isabel Vidal, Gabriel Elías Chanchi</i>	147
Principios de animación aplicados a un avatar 3D en un editor de la lengua de señas	
<i>Carlos Ramírez-Trejos, Víctor Romero-Chacón, Mario Chacón-Rivas</i>	153
Modelo para la construcción de un juego serio enfocado en la enseñanza-aprendizaje de física cinemática en educación media	
<i>Carol Aguilar, Gabriel Elías Chanchi, María Isabel Vidal, Andrés Ojeda</i>	169
Diseño de un juego de mesa para la captura de requerimientos en el desarrollo de software educativo	
<i>Lizana Pulido, Anyi Jiménez, Marcela Chito, Armando Ordóñez</i>	181
Identificación de problemas de accesibilidad en juegos serios	
<i>Daniela Pérez Oliveros, María Isabel Vidal, Gabriel Elías Chanchi</i>	187
Ciencia ciudadana. Una propuesta enriquecida desde la perspectiva de gamificación	
<i>Emilia Rocío Segovia, Diego Torres, Alejandro Fernández</i>	201
EventU: sistema interactivo de eventos universitarios en Santiago de Cali	
<i>Katherine Domínguez, Juan Fernando Narváez, Karol Guazá, Andrés Solano</i>	213
Framework for the design of interactive collaborative tools to support literacy teaching to deaf children through storytelling	
<i>Leandro Flórez Aristizábal, Sandra Cano, César A. Collazos, Andrés F. Solano</i>	221
Un proceso colaborativo para el aprendizaje de metodologías ágiles en equipos grandes	
<i>Luis Freddy Muñoz Sanabria, Julio Ariel Hurtado Alegría, Francisco Javier Álvarez Rodríguez</i>	227
Usando un robot humanoide para el aprendizaje motor en niños con parálisis cerebral	
<i>Jaime Alberto Buitrago, Eduardo F. Caicedo Bravo, Ana Marcela Bolaños</i>	245

Interação do usuário surdo com a informação em sítios do governo brasileiro <i>Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos, Ivette Kafure Muñoz</i>	257
Propuesta de una herramienta para el análisis del estrés mental en pruebas de usabilidad <i>Gabriel Elías Chanchí G., Mauricio Sánchez Barragán, Alejandra Duque Torres, Wilmar Yesid Campo Muñoz</i>	265
Entorno virtual para la ejecución de ensayos y pruebas en ingeniería <i>Daniel E. Beltrán, Angelo D. Moro, Óscar Javier Reyes Ortiz, Wilson J. Sarmiento</i>	277
EULER: editor universal de recursos de aprendizaje <i>Luis Naranjo, Mario Chacón</i>	287
Evolución del diagrama de inter-acción para el diseño de sistemas interactivos <i>María L. Villegas, William J. Giraldo, César A. Collazos</i>	297
Las emociones académicas de los estudiantes que aprenden a programar: un factor de alta relevancia para las mujeres en el sector software <i>Beatriz Eugenia Grass, José Luis Jurado, César Alberto Collazos, Mayela Coto Chotto</i>	309
La estrategia de aprendizaje “trabajo colaborativo”: determinar el grado de apropiación de esta herramienta, una tarea permanente en la educación a distancia mediada por las TIC <i>Concepción Barreda Ramírez, Gustavo Eduardo Constaín Moreno, Claudia Elena González Cárdenas, Paula Andrea Mora Pedreros</i>	319
A user-defined body gestures language for navigating interactive virtual reality environments <i>David Céspedes-Hernández, Juan Manuel González-Calleros, Josefina Guerrero-García, Liliana Rodríguez-Vizquett</i>	337
Validación de la captura y procesamiento de señales EMG en una persona con discapacidad motriz <i>Holman Cabezas, Alexander Bedoya, Wilson J. Sarmiento</i>	355

Presentación

El área interacción humano-computador (HCI, por sus siglas en inglés) tiene como uno de sus problemas centrales la inserción del elemento tecnológico (computador, dispositivos de mano, etc.) dentro del contexto social, donde se han impulsado considerablemente avances en el área, y cuyos fundamentos se derivan de una gran variedad de campos: ciencias de la computación, psicología cognitiva, psicología social, psicología perceptiva, lingüística, inteligencia artificial y antropología, entre otros. Como toda área de investigación, la HCI ha evolucionado a través de paradigmas que rigen el proceso de construcción del elemento tecnológico. Estos paradigmas han permitido el desarrollo de diferentes enfoques de diseños, los cuales son conocidos como el diseño centrado en la tecnología, en el usuario y en el aprendiz. Esta área de conocimiento nos permite conocer la relevancia que tiene cada uno de los tres elementos de la ecuación: el ser humano (usuario), la computadora/dispositivo móvil (sistema) y la interacción (transmisión de información en dos vías).

En este libro se hace una recopilación de trabajos de investigación en temas relacionados con HCI a nivel iberoamericano (Colombia, Argentina, Perú, México, Cuba, Costa Rica, España) en temáticas especializadas como: Interfaces emocionales, hci y videojuegos, pensamiento computacional, sistemas colaborativos, ingeniería de software y TIC en educación. Se presentan trabajos que describen modelos, patrones de diseño, implementaciones, evaluaciones de aplicaciones existentes, revisiones sistémicas; todos ellos aspectos muy importantes dentro de HCI. De esta forma este libro puede convertirse en un referente teórico para los investigadores Iberoamericanos, difundiendo el conocimiento y demostrando la calidad de la investigación que se viene desarrollando en el tema a nivel Iberoamericano. Este es un trabajo que es resultado de la Red HCI-Collab (Red Colaborativa para Soportar los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje en el Área de Interacción Humano-Computador a nivel iberoamericano), la cual tiene como objetivo principal el poder estructurar una propuesta curricular en el área de

HCI que sirva de modelo para diversas instituciones a nivel iberoamericano que impartan estas temáticas. De esta forma los trabajos presentados en este libro son la base para comenzar a realizar un estudio de diversos programas académicos a nivel iberoamericano en temas de HCI en lo referente a contenidos, objetivos, metodologías, recursos y mecanismos de evaluación.

Introducción

El desarrollo de la ingeniería de software y computación tiene diversos campos de aplicación, no solo en la industria y sus derivados, sino en líneas de interés como la educación, la sociología, la cultura, la economía entre muchos otros, descubrir el potencial que tiene la investigación en este campo es el reto de la sociedad y el llamado a las instituciones universitarias.

En este sentido se viene desarrollando iniciativas y proyectos entre distintas disciplinas e instituciones para apropiar los conocimientos de la ingeniería de software y la computación en la aplicación de diferentes escenarios y desafíos a nivel social, tecnológico y cultural como el diseño de sistemas interactivo que sirvan como herramienta de apoyo para diversas aplicaciones como la salud, la apropiación de competencias como la lectura y la escritura; la mejora en la capacitación o entrenamiento de los empleados en las tareas diarias y operativas de las organizaciones. Asimismo, el estudio y profundización del desarrollo de tecnologías que contribuyan al manejo de las emociones en la formación en aspectos como el aprendizaje colaborativo, la adaptación social, la toma de decisiones, la capacidad de afrontar conflictos, es decir, lo que es conocido como inteligencia emocional.

Otro de los aspectos a considerar en el estudio de la ingeniería de software la computación y sus aplicaciones es la ingeniería de la usabilidad, disciplina que permite estudiar las interacciones no solo entre personas y computadoras, sino entre las individuos que componen una organización retos como el desarrollo de laboratorios de Innovaciones Tecnológicas para Ambientes de Experiencia, así como modelos y tecnologías móviles que ayuden a mejorar las experiencias de usuarios son los desafíos que se proponen y plantean este libro. De igual manera el estudio e investigación en pensamiento computacional y algorítmico en el desarrollo de nuevas tecnologías y escenarios de validación son oportunidades

que se deben ver desde diferentes perspectivas como la ingeniería de la colaboración y los procesos organizacionales.

Por otro lado cabe resaltar la incursión de nuevas líneas de interés en la ingeniería de software y computación como la gamificación, el diseño centrado en el ciudadano, la computación afectiva entre otros, iniciativas que viene abriendo camino en diferentes aplicaciones y estudios como modelos, tecnologías, métodos para generar nuevo conocimiento y permitir la interacción con otras área de aplicación e investigación. Por lo tanto este trabajo titulado Estrategias y modelos de aprendizaje basado en Juegos y entornos colaborativos, una perspectiva desde la Interacción Humano Computador, es un esfuerzo colaborativo de diversos grupos de investigación y disciplinas para poner en consideración de la comunidad académica y empresarial, retos y desafíos en proyectos que se vienen desarrollando con una alta prospectiva de aplicación y extensión en sus investigaciones.

Uno de los temas centrales que aborda este libro está enfocado en los procesos de aprendizaje los cuales comprenden un sin número de actividades e interacciones que generan diversos acontecimientos en el adecuado ejercicio de la educación. Dichas interacciones pueden verse afectadas por múltiples aspectos que producen escenarios y situaciones donde la eficacia del proceso de educación se vuelve complejo, es entonces como diversas investigaciones buscan alternativas y métodos que contribuyan al mejoramiento de los procesos educativos. Uno de ellos es el uso del juego, el cual promueve en la diversión y el entretenimiento escenarios lúdicos para mejorar aspectos como la motivación, el interés la participación entre otros.

El presente libro pone en consideración una serie de investigaciones en curso y otras en proceso de finalización con resultados alentadores y prometedores, alrededor del uso del juego y sus características en la adecuación y mejoramiento de los procesos de aprendizaje. Se presentarán escenarios de validación, métodos y proyectos en aula que han propiciado la mejora de las actividades de educación en diversos contextos y público.

En el campo de la ingeniería de software y la computación la interacción humana computador (HCI) es un área de estudio que permite la investigación y aplicación de métodos, herramientas y metodologías que contribuyan al mejoramiento no solo de las interacciones entre el hombre y la máquina, sino de la profundización y aspectos relacionados con el adecuado uso de las tecnologías y sus efectos en las afectaciones del usuario final. Así mismo involucra

diferentes campos de acción como la gestión de conocimiento, la ingeniería de la colaboración y la usabilidad, así como el desarrollo de tecnologías de punta.

Este libro presenta diversos proyectos e iniciativas que brindan oportunidades de ampliar el conocimiento en el HCI y la colaboración entre redes de investigadores para continuar con las propuestas y proyectos en curso. Además de desafíos para continuar con investigaciones y mejorar los resultados existentes, entre los temas a tratar en este capítulo esta la propuesta del diseño de software centrado en el ciudadano en ciudades inteligentes; el desarrollo de sistemas de reconocimiento de estados afectivos; la presentación de experiencias de interacción en los laboratorios de Innovaciones Tecnológicas, así como el uso de visión artificial para la identificación de posturas y acciones humanas. Además de presentar desafíos tecnológicos usando mecanismos de censado de posición en aplicaciones educativas y el desarrollo de librerías de alto nivel para el reconocimiento de emociones. La adecuada interacción del usuario con los sistemas de información garantiza la efectiva apropiación del conocimiento y un correcto uso de los servicios que estos prestan. Por lo tanto encontrar un balance entre la funcionalidad del sistema y la usabilidad que esta ofrece, garantiza que los escenarios de aplicación sean impactados positivamente. En este sentido buscar alternativas y nuevos campos de acción de la ingeniería de la usabilidad y la colaboración es un reto que los investigadores deben proveer a la comunidad tanto académica como empresarial y social, de este modo se logra identificar nuevos desafíos y proyectos a ser considerados en aplicaciones que antes no se tenían en cuenta.

Capítulo 1

Educación y juegos

Hacia el diseño de un sistema interactivo para apoyar el desarrollo de la conciencia fonológica de niños ciegos

Nataly Betancur¹, Isabella Sánchez²,
Andrés Solano³, Sandra Cano⁴

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el diseño de un sistema interactivo que sirva como herramienta de apoyo para el desarrollo de la conciencia fonológica de niños ciegos que se encuentran cursando los grados prejardín y jardín. La adquisición de esta habilidad permite reconocer, segmentar y descomponer los fonemas (sonidos) que conforman una palabra, facilitando la apropiación de competencias como la lectura y la escritura. Esto es un proceso arduo para un niño ciego, debido a que no cuenta con una de las mayores fuentes de obtención de información que tiene el ser humano (la vista), por tal razón, conviene buscar mecanismos alternos que suplan esta carencia. Con base en lo anterior, se pretende diseñar un sistema interactivo que brinde a los

-
1. Departamento de Operaciones y Sistemas de la Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia. Correo electrónico: nataly.betancur@uao.edu.co.
 2. Departamento de Operaciones y Sistemas de la Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia. Correo electrónico: isabella.sanchez@uao.edu.co.
 3. Departamento de Operaciones y Sistemas de la Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia. Correo electrónico: afsolano@uao.edu.co.
 4. Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Buenaventura Cali, Colombia. Correo electrónico: spmosquera@usbcali.edu.co

niños ciegos una experiencia de aprendizaje de las vocales no tradicional. Dicho sistema se encuentra en construcción y es diseñado considerando el Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad.

Palabras claves: sistema interactivo; niños ciegos; conciencia fonológica, vocales.

Introducción

La lectura y la escritura son un factor importante para adquirir diferentes conocimientos, la obtención de estas competencias requiere de diferentes procesos, uno de ellos es el desarrollo de la conciencia fonológica que permite reconocer, segmentar y descomponer los fonemas (sonidos) que conforman una palabra. En el caso de los niños ciegos es un factor importante para su desarrollo intelectual, puesto que uno de los sentidos que más perfeccionan es el auditivo. Sin embargo, es una destreza compleja de adquirir para estas personas, puesto que en el idioma español la formación de las palabras se ve más connotada por las vocales [1]. Esto genera confusión para los niños y dificulta la identificación de los fonemas de cada letra.

Mediante el presente trabajo se busca implementar un sistema interactivo que apoye el desarrollo de la conciencia fonológica de niños ciegos entre 5 y 7 años pertenecientes al Instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca, Colombia. Debido a que en esa etapa los niños se encuentran en un proceso de adquisición del lenguaje. Dicho sistema brindaría diferentes métodos de despliegue de información, interacción e integración de sentidos, con el objetivo que los niños ejerciten la conciencia fonológica a través de un conjunto de actividades interactivas con énfasis en las vocales, siendo estas una base fundamental para la adquisición de las competencias lectoras.

Es importante destacar que los niños y sus necesidades toman la mayor importancia en este trabajo y alrededor de ellos gira el desarrollo del sistema interactivo a proponer, ya que finalmente son ellos quienes utilizan el sistema para fortalecer sus competencias. Por tal razón, es utilizada una metodología que adopta actividades del Diseño Centrado en el Usuario.

La sección II presenta la problemática objeto de estudio. La sección III presenta un conjunto de trabajos relacionados. En la sección IV es descrita la propuesta a desarrollar. Por último, la sección V presenta una serie de conclusiones y trabajos futuros.

Problemática

La ONU (Organización de las Naciones Unidas) [2], define la educación como un derecho fundamental de las personas, sin importar condiciones sociales y/o físicas, lo que obliga al Estado a promover y apoyar las instituciones educativas para toda la población. Según el ministerio de educación, “el censo realizado por el Dane en 2005 reportó 392.084 menores de 18 años con discapacidad, entre estos 270.593 asisten a una institución educativa y 119,831 no lo hacen” [3], lo que muestra un número significativo de personas con discapacidad que aún no tienen acceso a la educación.

El proceso de adquisición del lenguaje en los niños ciegos tiene un papel fundamental en el desarrollo de sus vidas, debido a que es una de las principales fuentes de aprendizaje y comunicación. Según la ONCE (Organización Nacional de Ciegos Españoles) “la lectura y la escritura es un proceso secundario del habla, derivados del lenguaje oral” [4] lo que lo convierte en un requisito importante para que una persona desarrolle una adecuada competencia oral. También se debe considerar que la lectura y la escritura son procesos intelectuales que abarcan aspectos más allá de la transcripción de grafemas o la interpretación de fonemas. Para alcanzar estas competencias el proceso se inicia con diferentes niveles, en donde los niños van adquiriendo diversas habilidades que les permitirán más adelante alcanzar esta meta [5]. Entre estos niveles y como iniciación del proceso, está la adquisición de la conciencia fonológica, la cual es una habilidad ampliamente desarrollada por las personas ciegas debido a su memoria auditiva [6].

Para que un niño desarrolle la conciencia fonológica debe pasar por diferentes subprocesos, los cuales, según Emilia Ferreiro, son [7]: la hipótesis silábica y la hipótesis silábica-alfabética. También, es importante mencionar que para los niños ciegos es un reto mayor, ya que no resulta fácil asociar los grafemas con los fonemas como un niño comúnmente lo haría al hacer uso de sus sentidos visual y auditivo [8], por lo que los niños ciegos presentan dificultades en la etapa silábica-alfabética. En dicha fase el niño debe entender que la similitud sonora implica similitud de letras y que la diferencia sonora supone letras diferentes, y asociar de manera clara un fonema para cada letra. Esto es un proceso arduo para un niño ciego, que no puede asociar visualmente lo que escucha. En ese sentido, los niños ciegos presentan dificultades en la diferenciación de consonantes y vocales, puesto que en el idioma castellano las vocales son regulares. Lo anterior causa que los niños se confundan en su diferenciación y alarguen los procesos de aprendizaje.

Trabajos relacionados

En los últimos años se ha evidenciado que la incorporación de la tecnología en el aula de clase ha generado mejoras tanto para estudiantes como profesores, por ser un medio de motivación para un factor tan importante en la vida de una persona como lo es el aprendizaje [9]. Esta situación no es ajena en colegios o institutos que incluyen personas con discapacidad visual.

Al investigar sobre proyectos relacionados con la problemática antes expuesta (ver sección 2) se encontraron proyectos interesantes a nivel nacional e internacional, de los cuales se obtuvieron elementos como las actividades para implementar en el sistema a proponer.

- REDA “el universo mágico de las palabras” [10] es un recurso digital adaptativo el cual busca fortalecer el desarrollo de la conciencia fonológica del grado preescolar; resulta interesante que el recurso se adapta a las necesidades de los niños.
- Aplicación multimedia educativa [11] tiene como propósito brindar un refuerzo lúdico en la adquisición de la habilidad de identificar los fonemas en una palabra en niños entre 5 y 6 años. Esta aplicación implementa un mecanismo donde sean los mismos estudiantes los que exploren la aplicación.
- Cantalettras [12] es un software que tiene como objetivo facilitar y reforzar el proceso de aprendizaje de la escritura Braille; aunque el software está enfocado en el aprendizaje de la escritura en braille, el módulo de letras trabaja la conciencia fonológica, ya que las actividades de este módulo están dirigidas al reconocimiento de fonemas.
- Audiomemorice [13] es una plataforma que tiene como objetivo potenciar el desarrollo de la memoria y distinguir nociones temporales y espaciales para niños y jóvenes con baja visión o ciegos. Además, apoya y facilita el desarrollo de funciones lógico matemáticas y nociones básicas para la lectoescritura.

Con base en los trabajos mencionados, se planteó como punto diferenciador la forma en que se le proporciona las actividades al estudiante, buscando crear una experiencia en donde los niños se acerquen a la tecnología de manera natural por medio del juego. Esto se espera lograr creando un sistema en donde los niños puedan interactuar de forma independiente, sin integrar sistemas tecnológicos convencionales que necesiten la intervención directa de la profesora, como un computador o tablet, generando un ambiente de aprendizaje llamativo para el estudiante.

Propuesta y resultados preliminares

Estudio del contexto del usuario

La presente investigación es realizada en las instalaciones del Instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca, específicamente en el grado de prejardín y jardín. El contexto de los usuarios fue estudiado mediante la técnica de observación directa.

Tanto en el grado pre-jardín como el de jardín, los niños empiezan a desarrollar la conciencia fonológica enfocada en las vocales, trabajando con rimas, trabalenguas, canciones, combinación de palabras y categorías semánticas. También se aplica el método invariante, el cual ha sido adaptado por el instituto, el método consiste en que por medio de fichas (verdes y cuadradas: consonantes, rojas y redondas: vocales), el niño es capaz de sustituir los fonemas de una palabra de acuerdo a su clasificación. Para algunas actividades se hace uso de representaciones físicas de una palabra (objetos), de tal manera que el niño relacione el concepto y la palabra.

Necesidades del usuario

Una vez analizada la información recolectada mediante las técnicas de observación y entrevistas realizadas a implicados, fueron detectadas las siguientes necesidades de los usuarios:

- Percepción de la información: los niños ciegos necesitan un mecanismo que les permita optimizar la interpretación de la información obtenida por medio del sentido auditivo y táctil, dado que, a diferencia de las personas videntes que perciben el 80 % de la información por medio del sentido de la vista, ellos la perciben a través de sus otros sentidos. Así, los estímulos recibidos por medio del oído, tacto y olfato deben ser claros y frecuentes.
- Desarrollo de habilidades: los niños ciegos afrontan un proceso más complejo al momento de aprender nuevos conceptos, como son las vocales en este caso particular, ya que necesitan desarrollar y fortalecer la conciencia fonológica. Ésta es un factor fundamental en su educación, puesto que permite al niño acceder a las competencias de lectura y escritura, que son significativas al momento de pensar en una educación incluyente.
- Generación de interés respecto a la actividad en desarrollo: para los niños ciegos la participación en actividades que motiven el uso de distintos canales de comunicación, cumple un papel de vital importancia para motivar su participación en las clases, es decir, es necesario realizar actividades como

el canto, las rimas, las historias y la repetición, en donde los niños, aparte de estimular sus otros sentidos, se acercan al lenguaje.

- Premio o recompensa durante la actividad: es necesario incluir la gamificación en el aula y el sistema interactivo a proponer, con el objetivo de que los niños ciegos puedan tener una estimulación en su proceso de aprendizaje.

Sistema interactivo propuesto

Para el desarrollo del sistema interactivo es utilizado el *modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad* (MPlu+a) [14]. Dicho modelo adopta principios del diseño centrado en el usuario y la ingeniería de software, ofreciendo una guía para la construcción de sistemas interactivos usables y accesibles.

Con base en la problemática identificada (ver sección 2), como propuesta de solución se plantea el diseño de un sistema interactivo, el cual se divide en dos componentes: software y hardware. El primero consta de una aplicación que será desarrollada para la fonoaudióloga y los docentes del instituto a cargo de los grados prejardín y jardín. La aplicación desempeñará tres funciones principalmente: (a) el control de las actividades que ejecutará *el monstruo* (componente hardware), (b) el registro de la información de los niños en la base de datos, y finalmente, (c) permitirles a los docentes evidenciar el progreso de cada niño.

Por otro lado, el componente hardware permitirá la interacción entre el niño y el sistema en el aula de clase. El componente hardware consiste en un *monstruo come fichas*, que sugiere a los niños la realización de un conjunto de actividades para reforzar un tema visto en clase. Mediante *el monstruo* se busca motivar al niño para que participe activamente en el proceso de aprendizaje. El *monstruo* tendrá atributos que generen interés al niño, como son: la personificación de su voz, forma y texturas en su cuerpo.

Además del componente software y hardware, el niño contará con fichas para interactuar con *el monstruo*, cinco de estas fichas representan cada una de las vocales, diferenciadas por su *Figura* geométrica y su textura. Cada ficha cuenta con dos lados. En uno de sus lados se encuentra escrita la vocal tanto en braille como en castellano, y por el otro lado tienen una textura única para facilitar la diferenciación entre ellas; esto considerando que los niños ciegos poseen un alto desarrollo del sentido táctil, de manera que este sentido les ayuda a generar una imagen mental a través del tacto. El resto de fichas son de diferentes animales y objetos (por ejemplo: árbol, casa, perro, etc.). Todas las fichas tendrán una etiqueta con un código único de identificación, donde el niño debe introducir

una de las fichas dentro de la boca del *monstruo* como respuesta a la actividad que se esté trabajando.

El *monstruo*, componente hardware del sistema, indicará a los niños una serie de actividades para el refuerzo del desarrollo de la conciencia fonológica. Las actividades fueron identificadas después de realizar el análisis de la información obtenida en el estudio del contexto. Las actividades seleccionadas para el sistema interactivo, son:

- Por cuál letra empieza o termina una palabra, cuyo objetivo es identificar con cuál vocal termina o empieza una palabra.
- Los fonemas de las vocales para reconocer la vocal por su sonido.
- La clasificación de palabras de acuerdo a la vocal para identificar diferentes palabras que correspondan a la categoría de una vocal (ej.: palabras que empiecen por la A: árbol, ardilla, avión...).

La Figura 1 presenta una secuencia de imágenes en donde se explica el flujo de interacción de los usuarios con el sistema. En primera instancia el profesor(a) podrá elegir una actividad (A) que se le enviará al *monstruo* el cual les explicará a los niños dicha actividad (B), a lo que el niño deberá responder con una de las fichas que tiene a su disposición (C) y el *monstruo* le indicará si está en lo correcto o incorrecto (D).

La tecnología a utilizar para el hardware fue seleccionada conforme a los siguientes criterios: conocimiento previo de los desarrolladores sobre los elementos, calidad y costo. Los elementos seleccionados son:

- Sensor RFID: permite leer las etiquetas de identificación de las fichas, que el niño va a ingresar al monstruo.
- Nodemcu: recibe los datos obtenidos por los el RFID para procesarlos y enviarlos a la aplicación.
- Batería: fuente de energía del monstruo.

Figura 1.
Flujo de interacción usuarios con sistema



Conclusiones y trabajo futuro

En la primera fase en donde se analizó los antecedentes del sistema, se evidenció que a pesar de su relevancia en los últimos años la accesibilidad tecnológica orientada a la educación para personas ciegas es aún carente, con este proyecto se busca disminuir la brecha tecnológica existente y acercar a este tipo de usuarios a alternativas diferentes alternativas tecnológicas.

La implementación del sistema interactivo generaría un beneficio para los docentes del instituto, brindándoles un recurso adicional que podrían utilizar como complemento de la clase. Adicionalmente, el sistema considera el uso de las tecnologías de la información (TIC), intentando generar estrategias para disminuir la brecha existente entre la tecnología y los niños ciegos. Implementando este tipo de sistemas se pretende lograr una mayor inclusión en las aulas de clase regulares.

Se espera que el sistema interactivo a proponer brinde a los niños ciegos una experiencia de aprendizaje no tradicional, haciendo uso de tecnologías que permitan la interacción por medio de diferentes sentidos, en donde el niño tenga la posibilidad de acceder al contenido de forma autónoma.

Como trabajo futuro se pretende implementar el sistema interactivo a partir de los aspectos de diseño planteados en la primera fase de la metodología, contando con una participación activa de los usuarios.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido parcialmente financiado por el Semillero en Interacción Humano-Computador de la Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia y un agradecimiento especial al Instituto de Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca.

Referencias

- [1] Y. Goodman, "Los niños construyen su lectoescritura". Buenos Aires: Aique, 1991. pp. 30
- [2] ONU. "La declaración universal de los derechos humanos". [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/xXwva1>.
- [3] Ministerio de Educación Nacional. "Educación para todos". [En línea] Disponible en: <https://goo.gl/DhklV8>.
- [4] ONCE. "Servicios especializados en discapacidad visual". [En línea] Disponible en: <https://goo.gl/fZ40Za>.
- [5] E. Ferreiro, "El ingreso a la escritura y a las culturas de lo escrito". Ciudad de México: Siglo XXI, 2013 . pp. 131- 136.
- [6] J. Quispe. "Habilidades desarrolladas por personas videntes". [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/rtLDi2>.
- [7] E. Ferreiro, "Alfabetización: teoría y práctica". Ciudad de México: Siglo XXI, 2002. pp. 20-30.
- [8] W. Elstner, "Los trastornos del lenguaje en niños con deficiencia visual", Revista. AELFA, vol. 7, pp. 37-47, Enero 1987.
- [9] A. Boza, M. Toscano, J. M. Méndez, "El impacto de los proyectos tics en la organización y los procesos de enseñanza-aprendizaje en los centros educativos". Revista de Investigación Educativa, Vol. 27, págs. 263-289, 2009.
- [10] M.L. Orejuela, "Desarrollo de la conciencia fonológica en niños de preescolar a través del recurso digital adaptativo (REDA) El universo mágico de las palabras". [En línea]. Disponible en: Universidad de la Sabana. Disponible en el catálogo en línea de la biblioteca de la Universidad de la Sabana <https://goo.gl/ierDzt.rrrrr4>
- [11] G. Ruiz, "Creación de una aplicación multimedia para el desarrollo de la conciencia fonológica en niños de primer año de educación básica", Tesis masgister, Dep. inves-

tigación y postgrados, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, Ambato, 2016 [En línea]. Disponible en: el catálogo en línea de la biblioteca de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato <https://goo.gl/KQmvuE>.

- [12] Pontificia Universidad Católica de Chile. “Cantaletras” [En línea]. Disponible en: <https://goo.gl/Z29blR>.
- [13] G. Avarena. H. Florez. J. Sánchez, “Audiomemorice Desarrollo de la memoria de niños con discapacidad visual a través de audio”, presentado en el octavo taller internacional de software educativo TISE, Santiago de Chile, Noviembre 24-26, 2013, pp. 2-26.
- [14] MPlu+a Modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y accesibilidad. [En línea]. Disponible en internet <<https://goo.gl/r0aX54>>

Capacitación organizacional y aprendizaje basado en juegos digitales: una revisión sistemática de la literatura

Mateo Hernández Sánchez⁵
Julián Moreno Cadavid⁶

Resumen

Ofrecer programas de capacitación a los empleados es una de las tareas más importantes que las organizaciones deben cumplir. Para ello, existen muchos métodos, modelos o herramientas que resultan útiles, sin embargo, un problema común en la mayoría de los casos son la falta de motivación e interés de los empleados, por un lado, y los costos en términos de dinero y tiempo, por otro. Buscando resolver este problema han surgido nuevos enfoques, tendencias, y estrategias relacionadas con juegos serios, ludificación, simulaciones, etc. De acuerdo con lo anterior, este trabajo tiene la intención de presentar una revisión sistemática de la literatura de los diferentes enfoques de capacitación organizacional que han utilizado estas aproximaciones. Así mismo, finaliza con una discusión de los resultados encontrados, tanto positivos como negativos.

Palabras clave: organizaciones; capacitación laboral; aprendizaje basado en juego digitales; ludificación; juegos serios; simulación.

5. Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión de la Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Correo electrónico: mahernandezsa@unal.edu.co.

6. Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión de la Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Correo electrónico: jmoreno1@unal.edu.co

Introducción

Ofrecer programas de capacitación a los empleados de una empresa es una de las tareas necesarias que estas deben llevar a cabo con el fin de proporcionar conocimiento actualizado de un tema específico o de las funciones del empleado. Otra de sus finalidades es transmitir a los empleados los objetivos, historia, nombre corporativo, funciones de las áreas de la organización, procesos, leyes, normas o políticas que deben cumplirse.

Parte de su importancia, es que, la capacitación influye en el nivel competitivo de la organización [1]. Otra forma de verlo es que la competitividad de las empresas se refleja en la competitividad de los talentos que posee y los talentos creativos son la base de las empresas [2].

Para llevarla a cabo existen diversos enfoques. En una revisión de la literatura realizada en [3], se identifican 13 de los más comunes, entre los que se encuentran: caso de estudio, aprendizaje basado en juegos, pasantías, rotación laboral, observación del trabajo, salón de clase, tutoría, rol de aprendiz, instrucción programada, modelo de rol, juego de roles, simulación, capacitación basada en incentivos y capacitación en equipo.

Algunos de los enfoques anteriores tienen la posibilidad de llevarse a cabo a distancia, es decir, de forma remota a través del aprendizaje en línea. Como argumentan Van Noord y Peterson en [4]: “El aprendizaje en línea ya no es una novedad; ahora es un componente aceptado, incluso esperado, del desarrollo profesional”.

El aprendizaje en línea, que en este caso es capacitación en línea, brinda una serie de beneficios, tanto para la organización como para los empleados. Brinda flexibilidad en tiempo y eficiencia en costos, y tiene la ventaja de que en cualquier momento y en cualquier lugar (donde exista conectividad), el empleado puede adquirir conocimientos y recibir su capacitación. Bouhnik y Marcus consideran que el aprendizaje en línea, que es equivalente en muchos aspectos a la capacitación en línea, tiene cuatro ventajas: (1) libertad para que el empleado decida cuándo ingresar a la capacitación; (2) no hay limitaciones en el tiempo, (3) tiene más confianza para expresar sus pensamientos u opiniones y (4) accesibilidad a los materiales del curso en línea [5]. Por el lado de las desventajas, algunos investigadores afirman que uno de las más importantes es que la mayoría de los participantes en estos programas no completan los módulos porque no tienen límites, no hay empatía con la tecnología o no hay motivación con los entornos virtuales de aprendizaje [6].

Como una alternativa para resolver ese problema y buscando eliminar las brechas que existen entre los empleados y los entornos de capacitación virtual, el aprendizaje basado en juegos digitales (DGBL por sus siglas en inglés) ha llegado a jugar un papel muy importante. Relacionado con este, un término que aparece de forma repetida en la literatura son los juegos serios (*serious games*) los cuales buscan impulsar el cambio y la transformación personal al generar una actitud de aceptación del desafío, la motivación para lograrlo y la innovación constante a través de los compromisos de los participantes. Otro término relacionado es la ludificación (*gamification*) asociado a una colección de técnicas que pueden aplicarse a las actividades educativas y laborales, haciendo uso de los elementos de juegos [7].

Como se menciona en [8], cada día son más las compañías adoptan alguno de estos enfoques en áreas como ventas, recursos humanos, diseño de productos e incluso contabilidad. Por lo tanto, el DGBL puede ser una solución para que los procesos de capacitación, que pueden ser tediosos, se vuelvan entretenidos y así comprometer a los empleados [9].

Teniendo en cuenta el panorama previamente descrito, el objeto de este artículo es presentar una revisión sistemática de la literatura para encontrar los diferentes enfoques, modelos, métodos, componentes, etc. que tengan cualquier elemento de juegos y que busquen resolver el problema de los altos costos y motivación en la formación de la organización. Finalmente, se presenta una discusión al respecto y las correspondientes conclusiones.

Método

Esta revisión de la literatura se desarrollará utilizando el procedimiento sugerido por Cooper para sintetizar la literatura [10]. Este procedimiento sistemático ayuda a (a) formular el problema, (b) recopilar datos, (c) evaluar la propiedad de los datos, (d) analizar e interpretar datos relevantes, y (e) organizar y presentar los resultados.

Formulación del problema

Habiendo expuesto que los procesos de capacitación en las organizaciones no solo suelen ser costosas sino en muchos casos ineficientes debido en gran parte a la falta de motivación de los empleados, y en el DGBL parece ser un enfoque viable para solucionar estos inconvenientes, quisimos conocer las investigaciones relacionadas. Para ello, las siguientes preguntas fueron las conductoras de esta revisión:

- ¿Qué enfoque fue utilizado? (modelo o método de construcción de la solución)
- ¿Qué elementos específicos de DGBL se usaron?
- ¿Se realizó alguna validación? En caso afirmativo, ¿con qué propósito y cuál fue la población involucrada?

Recolección de datos

Se buscaron trabajos relacionados con enfoques de capacitación que incluyeran cualquier elemento de juegos, no necesariamente digital, desde el año 2000. Mas especificadamente, se utilizó el siguiente texto de búsqueda considerando una conjunción (AND) para los términos principales y una disyunción (OR) para los alternativos.

Tabla 1.
Términos de búsqueda

Términos principales	Términos alternativos
Juegos	Games Game-based training Game-based learning Gamification
Capacitación organizacional	Training Knowledge management Human resources

Las bases de datos utilizadas incluyeron Web of Science y Google Scholar, las cuales a su vez indexan resultados de Springer, IEEE Xplore, ScienceDirect, entre otras. La búsqueda fue llevada a cabo en los idiomas inglés, español y portugués, y se aplicó al título, resumen y palabras clave.

Análisis y evaluación de los datos

Luego de aplicar el texto de búsqueda, se utilizó como criterio de exclusión considerando título y palabras clave aquellos trabajos que no incluyeran ningún término relacionado con juegos. Posteriormente, como criterio de exclusión considerando los resúmenes, se eliminaron aquellos trabajos en los que:

- El término “training” se use como referencia a actividades físicas o deportivas, no de capacitación.
- Solo se presenten conceptos o definiciones, no investigaciones con implementaciones.

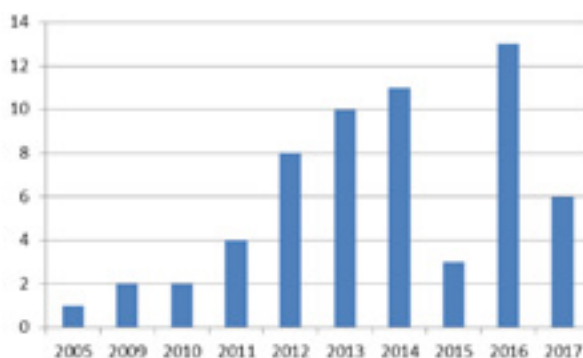
- Se presenten revisiones de literatura, encuestas, resúmenes o artículos con el mismo objetivo que este.

Datos relevantes

Inicialmente, el texto de búsqueda generó un total de 207 artículos. Posteriormente, los criterios de exclusión se aplicaron por título y palabras clave, dejando un total de 117 artículos. Finalmente, se realizó el último filtro en el que se excluyeron según el resumen, obteniéndose un total de 60 trabajos. En la *Figura 1* se presenta la distribución de los mismos por año. Nótese que, desde el año del primer trabajo, en 2005, se ve una tendencia creciente, aunque se presenta un valor atípico en 2015 donde solo se encontraron 3 trabajos sin que encontráramos una explicación para ello. En el último año, 2017, se encontraron 6 trabajos, aunque cabe aclarar que para el momento de realizada esta revisión es posible que aún no se hubieran indexado todos los trabajos correspondientes.

Al analizar estos resultados, pero por tipo de trabajo, se encontró que el 78 % tienen como fuente conferencias, congresos, workshops, actas, etc. siendo esta la fuente más representativa. Por otro lado, el 20 % del total corresponde a artículos en revistas especializadas y solo el 2 % corresponde a capítulos del libro.

Figura 1.
Número de artículos por año



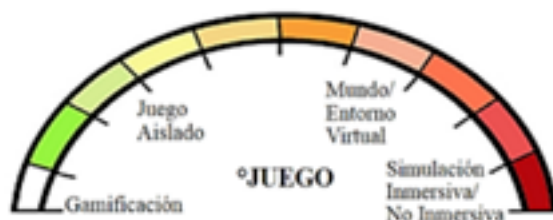
Resultados

Con los 60 trabajos encontrados se procedió a responder cada una de las preguntas conductoras. Sobre la primera pregunta, esperábamos encontrar el uso recurrente de modelos generales utilizados en estos contextos como es el caso del MDA (*Mechanics-Dynamics-Aesthetics*) o el CANVAS. Sin embargo, en

ninguno de ellos se hace mención al respecto. Lo que encontramos en cambio es que los autores hacen uso de modelos y metodologías propias como fue el caso de MANaging System Change in Aviation (MASCA), ActionPlanT Industrial Learning, Collaborative Simulation and Training Object-Relation Model (C-STORM), Technology-Enhanced Training Effectiveness Model (TETEM), 3D Asymmetric Domain Analysis and Training (3D ADAT), entre otros.

Sobre la segunda pregunta conductora, lo que queríamos saber es que elementos de juegos fueron usados en cada enfoque. Para ello, primero tuvimos que definir una taxonomía que de alguna manera determinara el uso de esos elementos en alguna escala, tal como presentamos en la *Figura 2*.

Figura 2.
Grado de elementos de juegos



Ludificación: De manera simple, se puede definir como el uso de elementos de juego en contextos que no son juegos. Tales elementos incluyen el uso de avatares, medallas o insignias, puntos, niveles, tablas de líderes, entre otros. Dichos elementos generalmente son usados dentro de sistemas de gestión de conocimiento.

Juegos aislados: Se refieren a juegos “tradicionales” que son usados bien sea para generar recordación sobre algún tema o para evaluar sobre su conocimiento. En esta categoría se encuentran por ejemplo los juegos de cartas, de mesa, crucigramas, sopas de letras, rompecabezas, entre otros.

Mundos/entornos virtuales: En estos, los usuarios (empleados) generalmente tienen un perfil, avatar o personaje asignado, para dentro de una interfaz virtual resolver problemas tanto individual como colectivamente, responder preguntas, buscar pistas, aprender conceptos clave, etc. Enseñar a cuidar el medio ambiente a través de un juego como SimCity es un claro ejemplo de un enfoque que pertenece a esta categoría.

Simulaciones inmersivas o no inmersivas: La premisa es que a través de la simulación se puede garantizar un mayor porcentaje de aprendizaje por parte de los empleados, pues estarían llevando a cabo directamente las actividades que

ejecutarán en el mundo real. Para ello se recurre generalmente a representaciones interactivas de ciudades, oficinas, laboratorios, supermercados, hospitales, industrias manufactureras, etc.

De los 60 trabajos, el 48,3 % usaron simulaciones inmersivas, empleando para ello en muchos de los casos herramientas comunes de la industria de los videojuegos como son Unity3D y Blender. El segundo mayor porcentaje, con 20 %, fueron los trabajos que hacen uso de ludificación, siendo lo más común el uso de plug-ins en plataformas tipo Moodle. En tercer lugar, con 16,7 %, se encuentran las simulaciones y por último los juegos aislados con 15 %.

Sobre la tercera pregunta conductora, lo que queríamos saber es si los enfoques presentados habían sido validados en procesos de capacitación, encontrado que el 85 % de los trabajos lo reportan así. En esos casos, los objetivos de la validación generalmente se referían a algunos de los siguientes:

- Probar el funcionamiento interno del enfoque empleado, fuera la plataforma ludificada, juego aislado, mundo virtual, o sistema de simulación.
- Evaluar el trabajo en equipo de los participantes.
- Determinar si el enfoque utilizado tiene mejores resultados que las metodologías de capacitación tradicionales respecto a aumentar la motivación, interés y/o nivel de aprendizaje alcanzado por los empleados.
- Determinar si es posible reducir los costos y el tiempo de la capacitación organizacional con el enfoque utilizado.

Siguiendo con la pregunta conductora, para ese 85 % se indagó tanto por el tema específico de capacitación abordado, como por la población involucrada. En la tabla 2 se presentan dichos trabajos según los temas, pero además se relaciona la información sobre la segunda pregunta, es decir, elementos de juegos empleados. Nótese que donde hay más trabajos es en temas de manufactura, y dentro de este el elemento más empleado son las simulaciones. En este caso es común que las empresas busquen principalmente a través del aprendizaje basado en juegos reducir los tiempos de producción, utilizando los recursos mínimos posibles, lo que se conoce como Lean Manufacturing.

En segundo lugar, se encuentran los temas de administración en los cuales se usa ludificación. En este caso es común las capacitaciones para gerentes de proyectos, directores ejecutivos, personal de ventas, cajeros, servicio al cliente, u otros, en funciones específicas de cada perfil o en herramientas transversales como un ERP. En tercer lugar, se encuentra el desarrollo de software donde se usan juegos aislados, así como simulaciones.

Finalmente, respecto a las poblaciones específicas donde se llevaron a cabo tales validaciones, se encontró que solo 31 de los trabajos mencionaron explícitamente cuantos empleados capacitaron. Entre estos, 19 se llevaron a cabo con un número de empleados reducido, no mayor a 50. Por otro lado, en 3 de los trabajos se incluyeron entre 51 y 100 empleados, en 6 entre 101 y 1000, en 2 más de 1000, y en uno más de 10.000 [A44].

Discusión

Después de responder las preguntas conductoras que se plantearon para la revisión sistemática de la literatura, y de analizar el detalle de los hallazgos encontrados en cada uno de los estudios analizados, encontramos que cerca del 80 % de ellos describen evidencias a favor del aprendizaje basado en juegos, mientras que el 20 % describen evidencias en contra o neutrales. Dentro de las positivas, algunas que son importante resaltar son:

- Aceptación generalizada del enfoque por parte de los empleados.
- Reducción de costos y tiempo.
- Aumento en el nivel de aprendizaje, motivación y/o interés de los empleados, comparado con enfoques tradicionales de capacitación.
- Reducción considerable de la tasa de abandonos de los empleados en los procesos de formación.
- Aunque no todas las implementaciones permitieron jugar en modo multi-jugador, cuando estuvo presente mejoró el aprendizaje colaborativo en los equipos.

Ahora, dentro de los hallazgos negativos o neutrales se pueden mencionar:

- En algunos casos, entre los empleados con poca o nula experiencia previa en juegos digitales, el enfoque basado en juegos produjo peores resultados que las metodologías tradicionales.
- De la mano de lo anterior, en algunos casos los empleados de mayor edad que no eran nativos digitales, fueron más escépticos en el uso de juegos.
- En algunos casos la validación se llevó a cabo a través de encuestas y resultó evidente que los empleados no habían sido instruidos previamente interactuar con el juego. Algunos empleados mencionaron que los juegos no eran lo suficientemente intuitivos, prácticos, cercanos a la realidad o simplemente su estructura o línea de juego era compleja o su contenido no era apropiado.

Tabla 2.
Trabajos según temática abordada y elemento de juego usado

Temática abordada	Elementos de juego			
	Ludificación	Juego aislado	Mundo/Entorno virtual	Simulación inmersiva o no inmersiva
Manufactura		A38	A22	A1, A4, A5, A7, A12, A40, A42, A51, A55
Administración	A3, A10, A20, A26, A35		A49	
Desarrollo de Software	A18	A8, A9, A37		A16, A60
Inducción Laboral	A45		A29, A54	A11
Ciber Seguridad	A6, A19, A21			
Aprendizaje Colaborativo	A17		A48, A50	
Turismo		A27		A23, A56
Gobierno				A39
Tienda de Consumo				A33, A43
Lugar de trabajo			A34, A53	
Ingeniería				A36, A47
Banca				A13
Negocios		A14		
Biología				A24
Transporte				A25
Electricidad				A30
Milicia		A31		
Aviación		A32		
Salud Laboral		A41		
Medio Ambiente				A46
Educación Formal	A52			
Innovación		A57		
Triage				A58
Cultura				A59
No especificado			A2	A15, A28, A44

Conclusiones

Aunque ofrecer programas de capacitación es esencial para el desempeño de una empresa, existen una serie de limitaciones para llevarlos a cabo siendo una posible solución para ello el aprendizaje basado en juegos digitales (DGBL). Con el fin de presentar un panorama sobre la utilización de esta aproximación, en este artículo se presentó una revisión sistemática de la literatura al respecto.

En 60 trabajos analizados, se encontró que en ninguno de ellos se empleó algún modelo de diseño de los generalmente usados en el desarrollo de videojuegos. En cambio, se nota el uso de metodologías propias. Otro de los hallazgos es que dentro del DGBL existen trabajos dentro de toda la gama de posibilidades: hay los que usan ludificación, pasando por los que usan juegos aislados, los que usan entornos virtuales, y por último los que usan simulaciones de entornos reales. Este último enfoque, aun pudiendo ser de los más complejos, es el utilizado en casi la mitad de los trabajos.

En el 80 % de esos trabajos se presenta una validación con empleados. En la mayoría de los casos en escenarios de unas pocas decenas, en unos pocos casos se superó la centena, y aún en más pocos el millar de empleados.

Respecto a las temáticas abordadas en los procesos de capacitación, estas son numerosas y variadas. Sin embargo, hubo tres que de manera conjunta ocuparon la atención de más de la mitad de los trabajos: manufactura, administración, y desarrollo de software.

Como conclusión final es necesario mencionar que la mayoría de los trabajos resaltan las bondades de esta aproximación, especialmente en términos de disminución de costos, de tiempos, de aumentos de la producción, y de la mejora en el interés y nivel de conocimiento adquirido de los empleados. También es importante mencionar sin embargo que uno de los aspectos negativos, y que por tanto es necesario considerar como buena práctica, es que requiere de procesos previos de socialización e incluso de algunos casos de “alfabetización digital”.

Como trabajo futuro pretendemos usar parte de los hallazgos encontrados en esta revisión para definir un modelo de capacitación organizacional apoyado en el aprendizaje basado en juegos. Dicho modelo probablemente use como enfoque particular los entornos virtuales inmersivos, no necesariamente como simulaciones, pero si donde haya una representación explícita del tema de la capacitación.

Referencias

- [1] H. Singh and B. P. Singh, "E-Training: An assessment tool to measure business effectiveness in a business organization," *2015 2nd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, New Delhi, 2015, pp. 1229-1231.
- [2] S. y. Li, C. z. Yang and Y. Hou, "Study on enterprise training design of MOODLE," *2010 International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering*, Chengdu, 2010, pp. 339-341.
- [3] Barbara Ostrowski, Martin, Klodiana Kolomitro, Tony C. M. Lam, "Training Methods: A Review and Analysis," *Human Resource Development Review*, vol. 13, no. 1, pp. 11-35, 2014.
- [4] R. Van Noord, and J. Peterson, "Practical approaches for incorporating online training into staff development initiatives," *World library and information congress: 76th IFLA general conference and assembly*, Gothenurg, Sweden, 2014.
- [5] D. Bouhnik and T. Marcus, "Interaction in distance-learning courses," *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 2006, vol. 57, no 3, p. 299-305.
- [6] J. Dutton, M. Dutton, J. Perry, "How Do Online Students Differ From Lecture Students?," *Journal of Asynchronous Learning Networks*, July 2002.
- [7] A.Ahmed et al. "Gamification, serious games, simulations, and immersive learning environments in knowledge management initiatives," *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 2017, vol. 14, no 2/3, p. 78-83.
- [8] K. Werbach and D. Hunter. "Gamification." Retrieved from Coursera: <https://class.coursera.org/gamification-003/lecture/preview>, 2014.
- [9] S. Gallén, "Gamification: a new approach for human resource management,," *Thesis in business Management*, 2016.
- [10] M. Cooper, *Synthesizing research: A guide for literature reviews*. Vol. 2. Sage, 1998.

Apendice A. Lista de estudios incluidos en la revisión

- [11] K. Li, M. Hall, P. Bermell-Garcia, J. Alcock, A. Tiwari and M. González-Franco, "Measuring the learning effectiveness of serious gaming for training of complex manufacturing tasks," *Simulation & Gaming*, vol. 48, no. 6, 2017, pp. 770-790.
- [12] O. Allal-Chérif and M. Bidan, "Collaborative open training with serious games: relations, culture, knowledge, innovation, and desire," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 2, no. 1, 2017, pp. 31-38.
- [13] R. N. Landers and M. B. Armstrong, "Enhancing instructional outcomes with gamification: An empirical test of the Technology-Enhanced Training Effectiveness Model," *Computers in Human Behavior*, vol. 71, 2017, pp. 499-507.

- [14] S. Perini, R. Luglietti, M. Margoudi, M. Oliveira and M. Taisch, "Training Advanced Skills for Sustainable Manufacturing: A Digital Serious Game," *Procedia Manufacturing*, vol. 11, 2017, pp. 1536-1543.
- [15] M. Binninger, J. Dlouhy, S. Oprach and S. Haghsheno, "Learning Simulation Game for Takt Planning and Takt Control" 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 2017, pp. 227-233.
- [16] J. Holdsworth and E. Apeh, "An Effective Immersive Cyber Security Awareness Learning Platform for Businesses in the Hospitality Sector," 2017 IEEE 25th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW), Lisbon, 2017, pp. 111-117.
- [17] B. C. Müller, C. Reise, B. M. Duc and G. Seliger, "Simulation-games for Learning Conducive Workplaces: A Case Study for Manual Assembly," *Procedia CIRP*, vol. 40, 2016, pp. 353-358.
- [18] S. Strecker and K. Rosenthal, "Process Modelling as Serious Game: Design of a Role-Playing Game for a Corporate Training," 2016 IEEE 18th Conference on Business Informatics (CBI), Paris, 2016, pp. 228-237.
- [19] D. Valencia, A. Vizcaíno, L. Garcia-Mundo, M. Piattini and J. P. Soto, "GSDgame: A Serious Game for the Acquisition of the Competencies Needed in GSD," 2016 IEEE 11th International Conference on Global Software Engineering Workshops (ICGSEW), Irvine, CA, 2016, pp. 19-24.
- [20] Alcivar and A. G. Abad, "Design and evaluation of a gamified system for ERP training," *Computers in Human Behavior*, vol. 58, 2016, pp. 109-118.
- [21] C. Olexová and J. Gajdoš, "Logistics Simulation Game Proposal—a Tool for Employees' Induction," *Quality Innovation Prosperity*, vol. 20, no. 2, 2016, pp. 53-68.
- [22] P. Brauner, R. Philipsen, A. Fels, M. Fuhrmann, Q. H. Ngo, S. Stiller, R. Schmitt and M. Ziefle, "A Game-Based Approach to Raise Quality Awareness in Ramp-Up Processes," *The Quality Management Journal*, vol. 23, no. 1, Milwaukee, 2016, pp. 55-69.
- [23] O. Allal-Chérif, M. Bidan and M. Makhoul, "Using serious games to manage knowledge and competencies: The seven-step development process," *Information Systems Frontiers*, vol. 18, no. 6, 2016, pp. 1153-1163.
- [24] C. Grund and M. Schelkle, "Developing a serious game for business information visualization," *Proceedings of the 22nd Americas conference on information systems (AMCIS)*, 2016.
- [25] Hamza, P. Pernelle, C. Ben Amar and T. Carron, "Serious games for vocational training: A compared approach," 2016 IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA), Agadir, 2016, pp. 1-8.

- [26] Nassal and M. Tichy, "Modeling Human Behavior for Software Engineering Simulation Games," 2016 IEEE/ACM 5th International Workshop on Games and Software Engineering (GAS), Austin, TX, 2016, pp. 8-14.
- [27] Isdiyanto and Y. Rosmansyah, "Gamification framework for designing online training and collaborative working system in Statistics Indonesia," 2016 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), Bandung, 2016, pp. 1-6
- [28] L. Butgereit, "Gamifying mobile micro-learning for continuing education in a corporate IT environment," 2016 IST-Africa Week Conference, Durban, 2016, pp. 1-7.
- [29] R. J. Baxter, D. K. Holderness Jr and D. A. Wood, "Applying basic gamification techniques to IT compliance training: Evidence from the lab and field," *Journal of Information Systems*, vol. 30, no. 3, 2016 pp. 119-133.
- [30] R. Di Bartolomeo, F. H. Stahl and D. C. Elias, "GAMIFICATION AS A STRATEGY FOR TRAINING AND DEVELOPMENT," *Revista Científica Hermes*, vol. 14, no. 14, 2015, pp. 48-70.
- [31] M. Adams and M. Makramalla, "Cybersecurity skills training: an attacker-centric gamified approach," *Technology Innovation Management Review*, vol. 5, no. 1, Ottawa, 2015, pp. 1-5.
- [32] Pons-Lelardeux, M. Galaup, F. Segonds and P. Lagarrigue, "Didactic study of a learning game to teach mechanical engineering," *Procedia Engineering*, vol. 132, 2015, pp. 242-250.
- [33] P. Petridis, V. Uren, T. Baines, P. Lamerar, C. Pisithpunth and V. G. Shi, "iServe: A serious game for servitization," 2014 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL2014), Thessaloniki, 2014, pp. 237-241.
- [34] Zafeiropoulos, D. Kalles and A. Sgourou, "Adventure-Style Game-Based Learning for a Biology Lab," 2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens, 2014, pp. 665-667.
- [35] D. Hetherinton, "SysML requirements for training game design," 17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Qingdao, 2014, pp. 162-167.
- [36] Kampker, C. Deutschens, K. Deutschmann, A. Maue and A. Haunreiter, "Increasing ramp-up performance by implementing the gamification approach," *Procedia CIRP*, vol. 20, 2014, pp. 74-80.
- [37] M. Ahmed, Q. H. Mehdi, R. Moreton and A. Elmaghraby, "Towards the use of serious games for effective e-government service," 2014 Computer Games: AI, Animation, Mobile, Multimedia, Educational and Serious Games (CGAMES), Louisville, KY, 2014, pp. 1-6

- [38] R. Klemke, S. Ternier, M. Kalz, B. Schmitz and M. Specht, "Immersive multi-user decision training games with ARLearn," *European Conference on Technology Enhanced Learning*, vol. 8719, Springer, Cham, 2014, pp. 207-220.
- [39] O. Allal-Chérif, "Using serious games to Recruit, integrate and train your employees: an exploratory study of practices," *European Scientific Journal (ESJ)*, vol. 10, no. 10, pp. 1-10, May 2014.
- [40] T. R. Ribeiro, P. R. J. dos Reis, G. B. Júnior, A. C. de Paiva, A. C. Silva, I. M. O. Maia and A. S. Araújo, "AGITO: Virtual reality environment for power systems substations operators training," *International Conference on Augmented and Virtual Reality (AVR'14)*, vol. 8853, Springer, Cham, 2014, pp. 113-123.
- [41] E. M. Raybourn, "A new paradigm for serious games: Transmedia learning for more effective training and education," *Journal of Computational Science*, vol. 5, no. 3, pp. 471-481, May 2014.
- [42] G. D. R. Zon, S. Corrigan, N. McDonald and A. Maij, "A learning, training & mentoring framework (LTM) & the role of serious games to facilitate sustainable change in the aviation industry," *11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference (PSAM'11)*, Helsinki, Finland, 2012.
- [43] E. Oprins and J. Korteling, "Transfer of Training of An Educational Serious Game: The Effectiveness of the CASHIER TRAINER," *Simulations, Serious Games and Their Application*, Springer, Singapore, 2014, pp. 227-253.
- [44] S. Nikkila, D. Byrne, H. Sundaram, A. Kelliher and S. Linn, "Taskville: visualizing tasks and raising awareness in the workplace," *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, Paris, France, 2013, pp. 151-156.
- [45] P. Makanawala, J. Godara, E. Goldwasser and H. Le, "Applying gamification in customer service application to improve agents' efficiency and satisfaction," *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. pp. 548-557.
- [46] T. M. Korman and H. Johnston, "Using game-based learning and simulations to enhance engineering and management education," *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Oklahoma City, OK, 2013, pp. 701-703.
- [47] Li, S. Ranganathan and S. Vijayachandran, "Games in the workplace: Revolutionary or run-of-the-mill?," *2013 IEEE International Games Innovation Conference (IGIC)*, Vancouver, BC, 2013, pp. 138-147.
- [48] M. Messaadia, A. Bufardi, J. Le Duigou, H. Szigeti, B. Eynard and D. Kiritsis, "Applying serious games in lean manufacturing training," *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems*, vol. 397, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 558-565.

- [49] F. Buendía-García, S. García-Martínez, E. M. Navarrete-Ibañez and M. J. Cervelló-Donderis, "Designing Serious Games for getting transferable skills in training settings," *Interaction Design and Architecture(s)*, vol. 19, pp. 47-62, 2013.
- [50] D. Carvalho, M. P. Lopes and A. G. Ramos, "Digital serious games and simulation games - Comparison of two approaches to lean training," 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL), Kazan, 2013, pp. 49-53.
- [51] N. Wiezer, M. B. Roozeboom and E. Oprins, "Serious gaming used as management intervention to prevent work-related stress and raise work-engagement among workers," *International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*, vol. 8026, Springer, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 149-158.
- [52] F. Gomes, M. P. Lopes and C. V. de Carvalho, "Serious Games for Lean Manufacturing: The 5S Game," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 8, no. 4, pp. 191-196, Nov. 2013.
- [53] P. Mathieu, D. Panzoli, D and S. Picault, "Virtual Customers in a Multiagent Training Application," *Transactions on Edutainment IX*, vol. 7544, Springer, Heidelberg, 2013, pp. 97-114.
- [54] L. Donovan, "The Use of Serious Games in the Corporate Sector", Dublin:Learnovate Centre, pp. 1-38 2012.
- [55] K. Depura and M. Garg, "Application of Online Gamification to New Hire Onboarding," 2012 Third International Conference on Services in Emerging Markets, Mysore, 2012, pp. 153-156.
- [56] S. M. Lui, C. Lemmon, J. Hamilton and A. Joy, "Standardised training simulations: a case study of the water industry in Australia," *Proceedings of the 6th European Conference on Games Based Learning (ECGBL)*, Cairns, 2012, pp. 294-300.
- [57] T. Gedeon, D. Zhu and S. Bersot, "Developing a situated virtual reality simulation for telerobotic control and training," *E-Learning and Games for Training, Education, Health and Sports*, Darmstadt, 2012, pp. 13-22.
- [58] Wendel, S. Göbel and R. Steinmetz, "Game mastering in collaborative multiplayer serious games," *E-learning and games for training, education, health and sports*, Darmstadt, 2012, pp. 23-34.
- [58] F. Berger and W. Müller, "Implementing high-resolution adaptivity in game-based learning," *E-Learning and Games for Training, Education, Health and Sports*, Darmstadt, 2012, pp. 35-40.
- [60] Luna, V. Gouranton and B. Arnaldi, "Collaborative virtual environments for training: A unified interaction model for real humans and virtual humans," *E-Learning and Games for Training, Education, Health and Sports*, Darmstadt, 2012, pp. 1-12.

- [61] J. B. Hauge and J. C. Riedel, "Evaluation of simulation games for teaching engineering and manufacturing," *Procedia Computer Science*, vol. 15, pp. 210-220, 2012.
- [62] R. N. Landers and R. C. Callan, "Casual social games as serious games: The psychology of gamification in undergraduate education and employee training," *Serious games and edutainment applications*, Springer London, 2011, pp. 399-423.
- [63] E. Werneck and M. Chang, "A Flash-Based Game for Employee Doing On-the-Job Training," *Edutainment: 6th International Conference on E-learning and Games*, Taipei, 2011, pp. 522-526.
- [64] P. Almeida, L. Pedro, M. Moita, R. Magalhães, A. Santos and L. Moreira, "Serious Games as an onboarding organizational tool for new employees," *6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2011)*, Chaves, 2011, pp. 1-6.
- [65] P. M. Léger, P. Charland, H. D. Feldstein, J. Robert, G. Babin and D. Lyle, "Business simulation training in information technology education: Guidelines for new approaches in IT training," *Journal of Information Technology Education: Research*, vol. 10, pp. 39-53, 2011.
- [66] L. Cantoni and N. Kalbaska, "The Waiter Game: Structure and Development of a Hospitality Training Game," *2010 Second International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, Braga, 2010, pp. 83-86.
- [67] M. Flores, N. Leon and H. Aguayo, "The BREAK|THROUGH Game: A new way to learn innovation practices," *2010 IEEE International Technology Management Conference (ICE)*, Lugano, 2010, pp. 1-8.
- [68] S. Jarvis and S. d. Freitas, "Evaluation of an Immersive Learning Programme to Support Triage Training," *2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, Coventry, 2009, pp. 117-122.
- [69] M. A. Zielke et al., "Serious Games for Immersive Cultural Training: Creating a Living World," in *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 29, no. 2, pp. 49-60, March-April 2009.
- [70] E. O. Navarro and A. v. d. Hoek, "Design and Evaluation of an Educational Software Process Simulation Environment and Associated Model," *18th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'05)*, Ottawa, Ont., 2005, pp. 25-32.

Herramienta tecnopedagógica para la apropiación del plan de vida del resguardo Nasa Kite Kiwe: hacia la gamificación del etnoaprendizaje

Sandra Milena Carvajal Quinchoa⁷
Gustavo Eduardo Constain Moreno⁸

Abstract

This article aims to show an experience of ICT insertion in an ethno-educational context. The educational institution Elías Trochez, belonging to the indigenous reservation Kite Kiwe (Tierra Floreciente, in the Nasa language), in the municipality of Timbío (Cauca-Colombia), in the process of cultural revitalization and political strengthening, needed a pedagogical strategy that motivated the appropriation of ancestral knowledge universal knowledge in students. In order to achieve this goal, the use of a techno-pedagogical tool was proposed, which through a strategy of gamification, stimulates the learning of these knowledge, what could take them away from their roots is redirected to achieve cultural strengthening and political-organizational empowerment.

7. Especialización TIC en Educación. Corporación Universitaria Comfacaucua. Popayán, Colombia. Correo electrónico: misan150@hotmail.com.

8. Escuela de Ciencias Básicas, tecnologías e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD. Popayán, Colombia. Correo electrónico: gustavo.constain@unad.edu.co.

Keywords: gamification, ludification, e-learning, ICT, ethno-education, life plan, academic motivation.

Introducción

Las comunidades indígenas en el ejercicio de sus mandatos, propenden por la formación política y cultural de sus habitantes, quienes tienen la responsabilidad de continuar la lucha por la consecución de las plataformas: Unidad, Tierra, Cultura y Autonomía. Una de las formas de fortalecimiento político-organizativo que tiene el movimiento indígena en el Departamento del Cauca, es la educación de sus niños. Por ello, es necesario que esta educación conjugue el aprendizaje de conocimientos universales y de saberes ancestrales. La preparación que se requiere en las comunidades indígenas es aquella que les permita ser incidentes dentro y fuera de la organización [1]. Es aquí donde las TIC entran a jugar un papel fundamental para acceder a todo tipo de conocimiento necesario para enfrentar los retos del presente y del futuro.

La incorporación de TIC como herramientas etnoeducativas con el propósito de desarrollar en los estudiantes competencias: comunicativas, cognitivas (relacionadas con su cultura) y tecnológicas (componente universal también necesario en contextos interculturales) como elemento motivacional, es un reto que puede impactar positivamente en la apropiación y pervivencia de las culturas indígenas, objetivos que se sustentan en leyes que promulgan organismos a nivel nacional e internacional.

Por tanto, este artículo pretende presentar los avances alcanzados al interior de un proyecto de investigación que busca diagnosticar el nivel de apropiación de los componentes del Plan de Vida de los jóvenes que hacen parte de la comunidad indígena Kite Kiwe; mediante el diseño de un producto ludificado (con técnicas de gamificación) que permita el almacenamiento, el acceso, la transmisión y el aprendizaje de estos componentes; finalmente se espera poder verificar la efectividad del producto como elemento motivacional para el aprendizaje.

Desarrollo del proyecto

El proyecto se ha propuesto en el marco de la realización de la *Especialización en TIC en la educación* de la Corporación Universitaria Unicorfacauca y se constituye para quienes estamos involucrados en el proceso de formación dentro de comunidades indígenas, en una oportunidad de innovar en los procesos de aprendizaje de una manera acorde para los propósitos de las comunidades, sin alterar sus intereses de conservación cultural y aportando al aprovechamiento

de herramientas tecnológicas. La mayor hipótesis de nuestro trabajo es lograr convertir el uso de tecnología, hasta ahora manifestada como un distractor y causa de pérdida cultural, en un aliado que permita la conservación de las raíces ancestrales cuando es utilizada con fines formativos adecuados.

Contexto de trabajo

La relevancia que en Colombia adquirió la etnoeducación ha hecho que, de alguna manera, se tome consciencia de la necesidad de atender al talento humano y de adelantar investigaciones de diversa índole que puedan retroalimentar e impulsar los procesos de etnoeducación que desde la década de los ochenta se vienen implementando en el territorio nacional [1].

El Resguardo *Nasa Kite Kiwe* está ubicado en la vereda La Laguna, a unos 3 kilómetros de la cabecera del municipio de Timbío, departamento del Cauca (Colombia). Este territorio cuenta con una población aproximada de 350 personas de las cuales el 70 % son jóvenes. La institución educativa Elías Tróchez se encuentra dentro de este territorio y atiende a 103 estudiantes en su mayoría indígenas, los restantes corresponden a población campesina, es decir, niños que vienen veredas aledañas al resguardo.

Rueda y Quintana (2013) [2] afirman que una herramienta tecnológica debe ser implementada teniendo en cuenta particularidades contextuales; de modo que la inserción de una herramienta tecnopedagógica en la institución educativa Elías Tróchez del resguardo Kite Kiwe requería ubicar el punto de encuentro entre tecnología y educación intercultural, es decir etnoeducación tecnologizada que acercara a los estudiantes a su propia cultura, que fortaleciera su identidad y promoviera la pervivencia de saberes ancestrales, en este caso el aprendizaje de componentes del Plan de Vida de su comunidad.

Las TIC son recursos que vale la pena ser utilizados en este contexto y con este propósito, dadas las condiciones de desmotivación de los estudiantes hacia su propia cultura. Las autoridades aúnan esfuerzos para que los niños de la comunidad se apropien de su cultura, sin embargo, ellos encuentran otros atractivos que nada tienen que ver con sus tradiciones. Así que esta herramienta tiene la función de potenciar el aprendizaje del Plan de Vida comunitario, pero también contribuir en su consolidación, lo que los estaba alejando de sus tradiciones ahora los va a conectar con su pasado, presente y futuro.

Inclusión tecnológica en comunidades indígenas

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se han involucrado en varios sectores, que son favorecidos con los beneficios que ellas ofrecen al decidir implementarlos. De manera específica, la inclusión de estas nuevas tecnologías en los procesos educativos (como el uso del computador, Internet y entornos de aprendizaje) ha aumentado el interés por el estudio de los beneficios y las consecuencias que trae su utilización. Muchos autores insisten en que el libro de papel y el profesor orador como único poseedor de conocimiento están en declive; además este tipo de enseñanza no genera el mismo interés que los estudiantes encuentran en las nuevas tecnologías [3].

Es incalculable la influencia que las TIC están ejerciendo en la educación. Son evidentes los cambios en la manera como los estudiantes aprenden, en la relación con el conocimiento, en la forma en que se comunican y leen [4]. Los hábitos de estudio también han cambiado y, por consiguiente, las habilidades para el manejo y el uso de la información. Para que los resultados sean positivos al proponer un nuevo modelo de enseñanza basado en nuevas tecnologías, hay que poner atención a tres ejes fundamentales: el acceso (conexión tecnológica), la adopción (alfabetización digital, habilidades para el uso de las herramientas) y la apropiación (proyección de las capacidades), siendo las dos últimas las más importantes y en las cuales se hace mayor énfasis [4] [5].

En la actualidad uno de los recursos que está apoyando la educación y la socialización son los desarrollos tecnológicos y el uso de software educativo. Por un sinnúmero de investigaciones, se sabe que un computador es una herramienta capaz de ofrecer distintos servicios conjugados en un sólo elemento, lo que puede potenciar la interacción del individuo con este medio y desarrollarle habilidades que le permiten, mediante la combinación de diversas tecnologías, concebir nuevas formas tanto para acceder a la información como para desarrollar y proyectar el conocimiento [6]. La importancia de ofrecer elementos orientados al uso de nuevas tecnologías es brindar alternativas para preservar la cultura y además contribuir a la enseñanza de los niños indígenas nasas a través del uso de imágenes y entornos didácticos, que son casi inexistentes en la actualidad.

Antecedentes

El proceso de formación política y cultural es un tema muy relevante para las comunidades indígenas, tan es así que, ha sido uno de los argumentos ante el gobierno nacional para exigir la educación propia para sus niños, y también para fundamentar el sistema de educación indígena propio SEIP con el que se

direccionan los establecimientos educativos en sus territorios. A nivel nacional, la ley 1341 [3], en su artículo 2, habla del aprovechamiento de las TIC en diversos contextos, con el propósito de que se brinden las mismas oportunidades a todos los habitantes, sin distinción alguna. En consecuencia, una institución etnoeducativa también podía fortalecer sus procesos de aprendizaje, mediante la inserción de una herramienta tecnopedagógica.

Como referencia existen algunas experiencias a nivel nacional: Aprendiendo Runa Shimi con las TIC, Aplicación para el apoyo a la etnoeducación de la comunidad embera chami, la revista Zhigoneshi (de los pueblos kogui, wiwan y arhuaco), sobre incorporación de TIC en contextos interculturales, para revitalización de lengua materna y pervivencia de prácticas culturales (usos y costumbres).

En este sentido, [4] plantea las TEP (tecnologías para el empoderamiento y la participación), lo que podría definirse como un punto de encuentro entre TIC y etnoeducación. Con este enfoque, la tarea era utilizar las TEP para que motiven en los estudiantes el empoderamiento y la apropiación cultural legado de sus pueblos ancestrales.

Lo anterior demuestra que es posible buscar un cambio de comportamiento en los estudiantes de las comunidades indígenas en el departamento del Cauca a través de la implementación de herramientas tecnopedagógicas que busquen hacer más atractivos los temas interculturales y lograr mayor efectividad en su aprendizaje.

Metodología

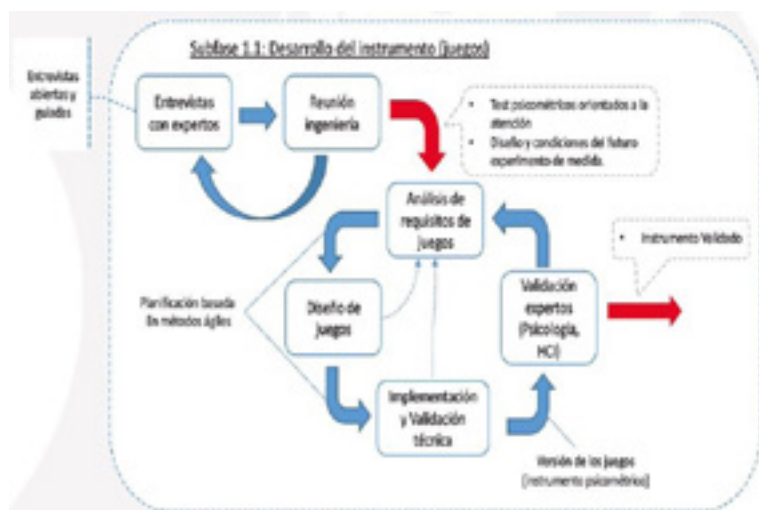
El proyecto que da lugar a este artículo tiene un carácter interdisciplinario, propio para una investigación de tipo mixta por combinar aspectos cualitativos y cuantitativos de la comunidad estudiada. Su desarrollo estaba propuesto en fases bien definidas para el alcance de las metas propuestas, en las cuales se interviene directamente con los jóvenes estudiantes de la institución educativa tomada como caso de estudio, y con ellos levantar algunos datos iniciales que permitieran la formulación y consecuente diseño de la solución gamificada que facilite el acercamiento a sus raíces ancestrales mediante uso de aplicaciones computacionales, que en la actualidad dejaron de ser elementos extraños para estas comunidades y se han convertido en un elemento más de su vida cotidiana.

La propuesta metodológica planteada para el desarrollo del producto gamificado (Figura 1) se abordó a partir de actividades específicas que pretendían levantar un diagnóstico de la situación que originó el proyecto y con esto analizar cuáles

serían los requisitos funcionales de la propuesta pedagógica que hiciera uso de elementos de juego para así diseñar una solución funcional y que aportara al propósito planteado. Organizadas en fases, las actividades de esta propuesta se realizaron de la siguiente manera:

1. Fase 1: Diagnóstico e identificación de requerimientos:
 - Entrevistas abiertas a jóvenes nasa.
 - Entrevistas guiadas a comunidad.
2. Desarrollo de instrumento (elementos de juego):
 - Entrevistas con expertos.
 - Reuniones de ingeniería para diseño.
 - Diseño ágil de aplicación gamificada.
3. Validación de resultado

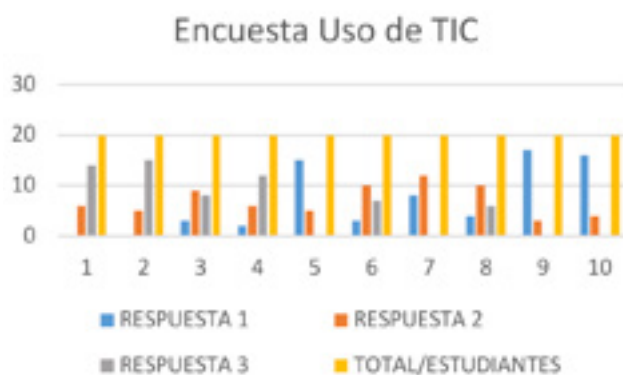
Figura 1.
Propuesta metodológica para la gamificación



La encuesta realizada a los estudiantes en la fase de diagnóstico (Figura 2) mostró la necesidad de motivar el aprendizaje de aspectos políticos y culturales que resultaban aburridos para los estudiantes. La pregunta 1 indagaba acerca del nivel de conocimiento político y cultural de los jóvenes nasa. Las respuestas arrojaron como resultado un nivel bajo. Las respuestas a la pregunta 2 mostraron que el nivel de participación de los encuestados frente a actividades culturales

y políticas era medio. La pregunta 3 se refería al atractivo o motivación de la tecnología para abordar temas ancestrales, cuyas respuestas evidencian que puede incidir de manera positiva en el aprendizaje de los jóvenes de la comunidad debido al grado de interés hacia las TIC. También se observó que los juegos y el uso de dispositivos móviles resultaban, además de algo casi natural para ellos, muy atractivo para los propósitos de aprendizaje en los estudiantes. Así que se pensó en desarrollar un juego que tuviera una serie de retos basados en preguntas relacionadas con el plan de vida para lograr un fortalecimiento cultural, lo que conllevaría al paso de la simple utilización de tecnologías (TIC) a un concepto más amplio que involucre el proceso de enseñanza y aprendizaje de sus costumbres, política y cultura nativa (tecnologías de aprendizaje y el conocimiento –TAC).

Figura 2.
Caracterización de jóvenes nasas del resguardo Kite Kiwe



Desarrollo

Para el diseño del producto gamificado se utilizó la metodología *Gamification Model Canvas*, que es una adaptación del modelo de negocios canvas realizado por Sergio Jiménez (2014) y que busca aplicar la lógica de los juegos en situaciones de no-juego [5]. El uso de esta herramienta permitía estructurar, diseñar y desarrollar de manera muy rápida la propuesta de aplicación de lógica de juego al proceso de aprendizaje deseado en el proyecto, ya que ha sido exitoso en casos similares y en diversos campos de acción.

Además de lo anterior, se justifica el uso del *Gamification Model Canvas* porque lleva a pensar y reflexionar acerca de los elementos relevantes para la creación de un juego, también por su diseño estructurado que se sustenta teóricamente

desde la sicología, lo que podría garantizar en cierta medida, el éxito de la gamificación. Así mismo, la trayectoria de Sergio Jiménez en el campo de la educación hizo que la inclinación hacia el uso de esta herramienta fuera de mayor peso.

Ante todo, *Gamification Model Canvas* es una herramienta sencilla, útil para incidir en cambios de comportamientos, en este caso específico, lograr la motivación hacia el aprendizaje de saberes culturales y políticos que se llevarán a la práctica en el diario vivir de todos y cada uno de los miembros de la comunidad, lo que conlleva paulatinamente, a un fortalecimiento en materia de gobernabilidad.

El proceso de diseño del producto gamificado de acuerdo con el modelo canvas, partió de la definición de la plataforma en la que se alojaría el producto, que en este caso sería MOODLE, también por aspectos como la mecánica, dinámica, componentes y jugadores que fueron extractados de su mismo plan de vida, de su cosmogonía, de rituales y ceremonias, para que en todo momento la herramienta estuviera contextualizada, aterrizada a su realidad y a unos objetivos ya definidos (Figura 3).

Figurra 3.
Modelo educativo gamificado



Al finalizar el juego y superar todos los retos, los usuarios que fueron un total de 10 estudiantes (grupo de control) tenían un conocimiento amplio de los componentes del plan de vida del resguardo, conocían aspectos relevantes de la cultura Nasa y sabían cuál era el direccionamiento de sus actuaciones en la comunidad para contribuir en la construcción y estructuración de la comunidad de la que son descendientes. El uso frecuente del producto refuerza la formación política y dinámicas culturales en las que están inmersos los habitantes del territorio y contribuye al empoderamiento en el marco de la educación propia.

La fase implementación de la herramienta se realizó con una buena acogida por parte de las Autoridades del resguardo, pero especialmente de los estudiantes que se mostraron expectantes ante la utilización de un dispositivo que les resultaba muy familiar pero aún más cercano porque se relacionaba con aquello que viven a diario en su comunidad pero que carecía de significado para ellos. Dado que la institución educativa contaba con conectividad y un buen número de computadoras portátiles y tabletas digitales, se facilitó la instalación y utilización de la herramienta.

A través del uso continuo de la herramienta, los estudiantes comenzaron a interiorizar datos, componentes, símbolos, palabras y conceptos entorno al plan de vida de su comunidad, incluso, términos en Nasa Yuwe (su lengua materna) están siendo aprendidos en un proceso de revitalización cultural.

Por otra parte, en la medida que los estudiantes trabajen con la herramienta estarán adquiriendo competencias con relación al uso de tecnología con fines educativos, socializan con sus compañeros y se ayudan para avanzar en las actividades ludificadas.

Conclusiones

En el campo de la etnoeducación se requiere de la realización de experiencias que aporten al fortalecimiento de las comunidades en términos políticos y culturales [5]. Si bien es cierto, la tecnología ha provocado el distanciamiento de los jóvenes indígenas de sus raíces, ésta puede ser repensada y re- direccionada, en pro del almacenamiento, conservación, transmisión y aprendizaje de expresiones artísticas, culturales, saberes ancestrales y universales para que éstos pervivan o revitalicen por generaciones.

Con la paulatina apropiación de saberes ancestrales a través del uso de la herramienta se fortalece la formación de ese hombre o mujer integral que en la comunidad que se conoce como ser Kitekiwense, quien aportará a futuro en la consolidación de los sueños y metas de los habitantes del resguardo.

En este contexto, las TIC, están favoreciendo el ejercicio de la gobernabilidad y abren el espacio para la inserción de otras herramientas con propósitos similares. Con estos resultados, los grupos indígenas pueden ver con otros ojos a la tecnología y su impacto en las comunidades, pues lejos de provocar un proceso de aculturación, contribuirían notablemente, para alcanzar los objetivos del sistema de educación indígena propio SEIP. Es prematuro hablar de estadísticas con relación a resultados o medición de alcances del producto debido a su re-

ciente implementación, pero lo que si es cierto es que es latente la motivación, el cambio de actitud de los estudiantes ante el aprendizaje cultural y político.

Las TIC pueden incentivar la formación de todos y cada uno de los integrantes de las comunidades, mejorar las metodologías de los dinamizadores (docentes), facilitar el conocimiento y la comunicación intercultural. La herramienta *Gamification Model Canvas* es una excelente opción para el diseño de un producto gamificado, en tanto que, posee los elementos primordiales para la elaboración de un juego. Por otra parte, el sustento teórico de esta herramienta hace que tenga altas posibilidades de éxito en su aplicación.

En circunstancias como las que actualmente atraviesa el movimiento indígena frente a la necesidad de fortalecimiento cultural y político, que mejor que utilizar las TIC en su beneficio, para que promuevan y garanticen la pervivencia de los pueblos ancestrales en Colombia.

Referencias

- [1] O. Huertas Díaz, S.J. Esmeral, I.M. Sánchez. La Educación en Comunidades Indígenas; Frente a su proyecto de vida en un mundo globalizado. Revista “Logos, Ciencia y Tecnología”. Dirección Nacional de Escuelas, Vicerrectoría de Investigación Policía Nacional de Colombia. 2014. Volumen 5 | Número 2.
- [2] R. Rueda, A. Quintana. Ellos vienen con el chip incorporado. Aproximación a la cultura informática escolar. 2013. Bogotá.
- [3] Ley 1341 de Julio de 2009.
- [4] J. Cabero Almenara. Reflexiones educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En: www.tecnología-ciencia-educación.com No. 1. Pág. 19-27. 2015.
- [5] J. Montalvo-Castro. Emprendimientos digitales y diseño de modelos de negocio: investigación aplicada en estudiantes de la carrera de comunicación. Universidad de Lima. 2016.
- [6] A. L. Tocora, R.L. Ochoa. A methodological proposal for technological inclusion of the Wayuu Indigenous Community. Universidad de Antioquia. 2013.
- [7] M. Claro. “Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes. Estado del arte”. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). Cf. <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/7/40947/dp-impacto-tics-aprendizaje.pdf>. 2010.
- [8] Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2012). Colombia Aprende. Banco de Proyectos. Bogotá, Colombia. Fecha de consulta: febrero 1 de 2018. <http://www.colombiaprende.edu.co/html/home/1592/article-102549.html>

GO: juego para la enseñanza de redes de TV digital

Camilo Andrés Ramírez, Cristian Alejandro Trujillo,
Cristian Andrés Olivares, Juan Vicente Pradilla⁹

Abstract

This article presents the advances in the development of GO, a serious game for the teaching-learning of the types of transmission of digital television to university students; emphasizing in the process carried out to achieve said game from the technical and pedagogical aspects.

Keywords: index terms- serious games, university education, digital televisión

Introducción

Actualmente la televisión digital se encuentra ampliamente integrada a la vida diaria de las personas; mediante televisores, computadoras personales y teléfonos inteligentes. Para lograr que los televidentes accedan a los contenidos creados por los productores se emplean las redes de transmisión de televisión digital, de las cuales la televisión sobre redes IP (IPTV) y la televisión sobre tecnologías web (WebTV) son las más difundidas.

Dichos temas son enseñados durante el curso de Video y Televisión Digital a los estudiantes de Ingeniería Multimedia de la Universidad Autónoma de Occidente; enfatizando en su funcionamiento, características y contextos en los que se utilizan. Sin embargo, la dificultad respecto al aprendizaje de estos

9. Universidad Autónoma de Occidente. Correos electrónicos: camilo.ramirez@uao.edu.co, cristian.olivares@uao.edu.co, jvpradilla@uao.edu.co

temas, puede llegar a ser alta para los estudiantes; puesto que los diferentes tipos de redes tienen estructuras y características que difieren entre ellas. Este hecho llevó a la creación de un juego serio para la enseñanza-aprendizaje de este tema.

Según Clark C. Abt, autor del libro “Serious Game” [1], donde define por primera vez el concepto de juego serio, estos “tienen un propósito educativo explícito y cuidadosamente pensado y no están destinados a ser

jugados principalmente por diversión. Esto no significa que los juegos serios no sean, o no deberían ser, entretenidos”. Además, se pretende tener en cuenta los estilos de aprendizaje expuestos por David Kolb y John Biggs.

Como lo expone David Kolb en 1984 [2], con su libro “Experiential learning experiences as the source of learning development”, existen cuatro estilos de aprendizaje: acomodador, divergente, asimilador y convergente; estos difieren de qué tipo de personalidad tenga el estudiante y de como se le facilite su entendimiento. Más adelante, en el 2004, John Biggs [3] propone en su libro “Calidad del aprendizaje universitario”, 4 tipos de aprendizaje diferentes a los ya vistos, estos son: declarativo, procedimental, condicional y funcional.

A continuación, se procede a abordar una sección de trabajos relacionados, donde se presentará información sobre estos y su relación con el proyecto, posteriormente se hablará sobre el proyecto, abarcando temas como el diseño, la implementación y los resultados obtenidos, finalmente se presentará la sección de conclusiones.

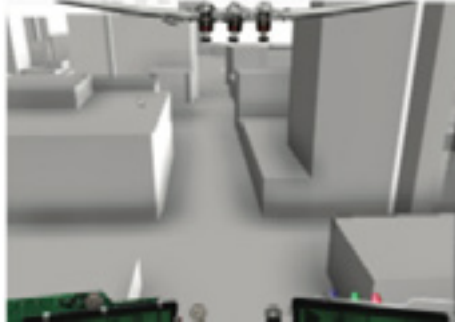
Trabajos relacionados

a. Work in progress — Serious 3D game for mobile networks planning

Este proyecto [4] consiste en el desarrollo de un juego serio, el cual busca enseñar la planificación de redes de telecomunicación móvil, por medio de un mundo 3D (Fig. 1), mostrando el cómo se pueden enseñar temáticas técnicas relacionadas a una carrera universitaria por medio de alternativas no convencionales, como lo son los juegos, proceso que también se pretende realizar en el proyecto GO.

Figura 1.

Work in progress - Serious 3D game for mobile networks planning



b. Kroter-MHP game for digital TV

Es el desarrollo de un juego serio para la televisión digital usando plataformas de tecnología multimedia que se encuentran en el hogar [5]. El cual sirve de ejemplo sobre cómo se puede llevar un juego serio a los hogares, mientras se mantiene un alto nivel de accesibilidad por parte de los usuarios (Fig. 2).

Figura 2.

Kroter-MHP Game For Digital TV



c. Sepsis fast track

El Sepsis Fast Track [6] es un juego serio que se desarrolló junto con profesionales en el área de la salud, incluyendo tanto enfermeras y médicos. Diseñado con el objetivo de aumentar la inmersión del jugador, lo que permite a los jugadores tener en el juego las experiencias que son similares al mundo real. Este juego muestra como la inmersión aplicada sobre el jugador puede ser importante para el desarrollo del aprendizaje. En GO, la evaluación funcional recrea un escenario de la vida real, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante el juego (Fig. 3).

Figura 3.
Sepsis Fast Track



GO: juego educativo

Introducción

Al desarrollar el juego, se tomó como objetivo principal la enseñanza y evaluación de redes de televisión digital con el fin de favorecer dicho aprendizaje en los estudiantes por medio de un componente interactivo como lo son los juegos.

Para seleccionar la mecánica de juego a utilizar, se tuvo en cuenta respetar y darle importancia al objetivo del proyecto, el cual tiene un carácter de enseñanza, por eso, se optó por implementar una mecánica de juego sencilla para evitar la carga cognitiva del estudiante y que la verdadera atención se la lleve el contenido y las interacciones.

Dicha mecánica consta de un personaje en un entorno 3D que debe desplazarse e interactuar con elementos de su entorno, dichas interacciones se centran en el “transporte de colores”, donde el personaje hace la función de recipiente; cabe destacar que el entorno es limitado y no hay objetos distractores, es decir, todos los objetos disponibles cuentan con una interacción orientada a completar una tarea.

Retomando el mismo criterio que en el punto anterior, “minimizar las cargas cognitivas en las mecánicas y controles para darle prioridad al contenido”, se optó por realizar un control físico sencillo pero llamativo (Fig. 4). Dicho control cuenta con un mango que tiene dos botones de acción (uno para caminar y otro para interactuar), y tres LEDs que retroalimenta cuando un botón es presionado o el resultado de una respuesta; también cuenta con un potenciómetro

recubierto en la parte del tambor del control, el cual cumple la función de darle el ángulo de giro al personaje/avatar del juego.

Figura 4.
Control físico



Como en la mayoría de los juegos, el sistema de recompensas utilizado es la puntuación [7]. El puntaje brinda al estudiante una retroalimentación positiva o negativa dependiendo de las acciones desarrolladas en el juego. De esta manera se podrá fomentar la interacción del estudiante para continuar aprendiendo.

El sistema de puntos funciona cuando el estudiante realiza y completa actividades correctamente, los puntos ganados son acumulativos. Dicha puntuación, además de mostrar que “Superó el nivel o actividad”, evidencia que el estudiante adquirió una nueva competencia, logrando así un componente de evaluación interactivo para los estudiantes.

Aspectos técnicos del juego serio

Los modelos tridimensionales están compuestos, en su mayoría, por figuras geométricas sencillas, pero también cuenta con modelos en 3D más detallados que ayudan a centrar al estudiante en el ambiente de juego.

Por otra parte, se utilizaron videos explicativos para la enseñanza de las características de las redes de TV, estos se enfocan en ser precisos e interesantes, con el fin de que la explicación sea llamativa y fácil de captar por el estudiante.

Asimismo, los mapas en el juego se realizaron para ser visualizados desde una perspectiva superior, con el fin de facilitar la visión del entorno donde se encuentra el personaje, el tamaño de cada mapa variaba dependiendo de la actividad

en la que se encontrara el usuario, pero en general los mapas contaban con un tamaño relativamente pequeño.

Ahora bien, el objeto físico que realiza la función de control en el juego (Fig. 4), se creó a partir de varios prototipos a baja calidad, donde para realizar la selección se tomó en cuenta factores como ergonomía, eficiencia y precio. Posteriormente se crearon los planos para realizar el objeto en madera por medio de una cortadora láser y se procedió a realizar el armado de los circuitos y la estructura en madera.

Finalmente, la programación incluyó el desarrollo del videojuego en Unity, al ser un motor gráfico de alto desempeño, el cual cuenta con recursos que aportan en el proceso de implementación, permitiendo desarrollos considerables con un equipo de trabajo pequeño.

El control o componente físico se controló por medio de la plaqueta Arduino, esta elección se tomó debido a su facilidad de uso y a que es Open-source, razón por la cual cuenta con una gran comunidad que le da soporte; considerando que el proyecto está como un trabajo en proceso, Arduino resulta como una herramienta perfecta para prototipar.

d. Dinámica de enseñanza-aprendizaje

El juego está dividido en dos componentes, el de aprendizaje y el de evaluación, inicialmente el estudiante pasa por el componente de aprendizaje (Fig. 5) donde se encuentra en una superficie rodeada de banderas de diversos colores, cada una de estas abarca una característica diferente de la temática de “Redes de TV digital” y al tener contacto con el estudiante, le da la opción de reproducir un video explicativo de una característica determinada.

Figura 5.
Sección de aprendizaje



Posteriormente en el componente evaluativo, sabiendo que el objetivo del proyecto es que el usuario/jugador aprenda sobre WebTV e IPTV y, para verificar su correcto aprendizaje, el proyecto evalúa con actividades que disponen cada una de los cuatro niveles de aprendizaje.

El nivel declarativo supone que el usuario entienda el concepto de un elemento, además de que pueda diferenciarlo de otros elementos. Para este nivel, se diseñó una actividad (Fig. 6) en la cual se le hace una pregunta al usuario, y para que este pueda responder de manera correcta, debe tener claro las diferencias entre WebTV e IPTV, al menos, en su parte teórica. La mecánica es desplazar el personaje por medio del control hacia las opciones representadas como cajas de colores, cuando se haga contacto con una caja determinada, el personaje tomará el color de esta, para finalmente posicionarse sobre el “GO” y proceder a responder presionando un botón en el control.

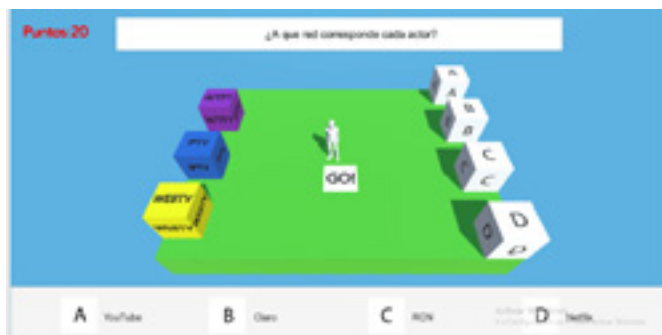
Figura 6.
Sección evaluativa del nivel declarativo



Por su parte, el nivel procedimental permite que el usuario sea capaz de seguir una serie de pasos o instrucciones para la realización de una tarea. Para este nivel, la actividad desarrollada (Fig. 7) consiste en que se le presentan al estudiante cuatro entidades o servicios relacionados al tema, y este debe indicar a qué red pertenece (si WebTV o IPTV), capturando con el personaje el color de una de las cajas que representan las redes y llevándolo hacia una de las cajas en blanco para pasarle el color y hacer la relación entre la red y la entidad.

Finalmente, los niveles condicional y funcional constan que el aprendiz sea capaz de reconocer y aplicar soluciones que se adapten mejor al contexto del problema que se le presente empleando para esto el conocimiento procedimental y declarativo.

Figura 7.
Sección evaluativa del nivel procedimental



Para este nivel (Fig. 8) se optó por proporcionarle al usuario/jugador el contexto de un problema donde se busca una red que le brinde cobertura a todas áreas urbanas y él debe decidir qué tecnología cumple o satisface el problema planteado, en este caso al hacer contacto el personaje con las cajas (redes), se despliega alrededor de este una cúpula que representa el alcance de la respectiva red, con el fin de brindarle al estudiante una ayuda visual para que pueda tomar la decisión correcta.

Figura 8.
Sección evaluativa de los niveles condicional y funcional



Como se puede ver, el juego consta de diferentes tipos de interacciones que varían según la actividad que se esté realizando. Dependiendo del objetivo de la actividad, el usuario deberá memorizar, interactuar con el entorno, moverse de un lugar a otro en el terreno, realizar comparaciones de tamaño e incluso hasta ver videos.

e. Pruebas con usuarios

Una vez que el prototipo funcional estuvo “completo”, se procedió a realizar pruebas de uso en un ambiente controlado; se utilizaron los métodos de observación, análisis de grabaciones y entrevista para verificar la usabilidad del sistema. Las pruebas fueron realizadas con un número de 13 personas, dichas pruebas arrojaron información cualitativa, a partir de la cual se logró identificar lo siguiente:

- El 84,6 % de los estudiantes fueron atraídos por el objeto como control del juego, contrario al 15,4 % que no reaccionó de esta forma.
- El 76,9 % de los estudiantes tuvieron dificultad al momento de interactuar con el control, contrario al 23,1 %.
- El 92,3 % de los estudiantes, se mostraron motivados ante el uso de un juego serio para la enseñanza del tema redes de tv, contrario al 7,7 % no demostró interés en el juego.
- Las mecánicas de juego resultaron llamativas para todos los estudiantes.

Conclusiones

Gracias a los componentes de gamificación, los estudiantes se ven motivados ante el tema redes de TV digital. Además, el estudiante encuentra más llamativas las interacciones con controles poco comunes, porque generan un sentimiento de curiosidad que lleva a querer probar experiencias nuevas.

El uso de videojuegos serios para la educación es una alternativa muy efectiva a la hora de enseñar un tema a un estudiante, ya que genera más curiosidad y sentido de interacción que los métodos de enseñanza tradicionales. El uso de videojuegos para enseñar promete incrementar su uso e implementación en el futuro.

El control propuesto es funcional, pero genera dificultades a los usuarios al momento de querer controlar el personaje, haciendo que tengan una experiencia negativa.

Como trabajo futuro, se pretende realizar pruebas de usuarios para verificar la eficiencia del juego serio al momento de enseñar y evaluar conceptos de redes de televisión digital, para lo cual se estima un tiempo de un año al momento de iniciar las pruebas. También se busca mejorar las diferentes actividades para la evaluación, respecto a usabilidad y eficiencia. Finalmente, se esperan desa-

rollar más opciones a alternativas para el control del juego, esto para agregar accesibilidad y mayor interactividad.

Referencias

- [1] C. C. Abt, *Serious Games*. University Press of America, 1987.
- [2] D. A. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. FT Press, 2014.
- [3] J. Biggs and J. B. Biggs, *Calidad del aprendizaje universitario*. Narcea Ediciones, 2004.
- [4] A. Navarro, J. V. Pradilla, and P. Madrinan, "Work in progress — Serious 3D game for mobile networks planning," in 2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Arlington, VA, USA, 2010, pp. T1F-1–T1F-2.
- [5] I. A. Quintero, M. M. Rodriguez, C. O. Barajas, J. V. P. Ceron, P. M. Rodriguez, and A. N. Cadavid, "Kroster-MHP Game for Digital TV. Developing Process, Design, and Programming Considerations Against Technical Issues," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 8, no. 4, pp. 166–175, 2013.
- [6] C. Ribeiro, M. Monteiro, J. B. Hauge, J. Pereira, and T. Antunes, "Sepsis Fast Track: A simulation game for Clinical education based on the Sepsis Fast Track protocol," in 2016 IEEE International
- [7] Wang, Hao & Sun, Chuen-Tsai. (2012). *Game Reward Systems: Gaming Experiences and Social Meanings*.

Desenvolvimento e avaliação de um jogo baseado em interação gestual para a assistência ao aprendizado no processo de leitura para crianças no período de alfabetização

Allan Hortis¹⁰, Henrique O. Cury¹¹

Pedro H. M. Arthur¹², Vinicius F. Gomes¹³

Marcelo de Paiva Guimarães¹⁴, Valéria Farinazzo Martins¹⁵

Abstract

The process of learning to read is crucial, but complex in the child's life. This process involves learning the graphic signals associated with sounds. At this point, difficulties can occur in this time can last for the rest of their lives. The

-
10. Faculdade de Computação e Informática. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brasil. Correo electrónico: allainhortins@gmail.com
 11. Faculdade de Computação e Informática. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brasil. Correo electrónico: henrique.cury09@gmail.com
 12. Faculdade de Computação e Informática. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brasil. Correo electrónico: pedrohma95@gmail.com
 13. Faculdade de Computação e Informática. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brasil. Correo electrónico: vine.fgomes@gmail.com
 14. Universidade Aberta do Brasil, UNIFESP. São Paulo, Brasil. Correo electrónico: marcelodepaiva@gmail.com
 15. Programa de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brasil. Correo electrónico: valeria.farinazzo@mackenzie.br

aim of this research is to present a game based on the gestural interaction that allows the child to interact with children's books in order to improve their reading ability in a playful way. This game contains children's story books that are known by Brazilian children. Details about the development of the game are presented in this paper. It was not the focus of this work to analyze the improvement of the reading of these children in using the game. We present the results of a usability test with eight Brazilian children in the literacy period, involving questions related to the satisfaction of using the game.

Keywords: gestural interfaces; usability; literacy process; serious game.

Introdução

Para aprender a ler, a criança deve compreender um processo que envolve aspectos sensoriais, emocionais, intelectuais, fisiológicos, neurológicos, culturais, econômicos e políticos. A leitura é a correspondência entre os sons e os signos gráficos, através da decifração do código e da compreensão do conceito ou da ideia [1].

Dificuldades de leitura podem ocorrer de várias maneiras durante o processo de aprendizagem, e a aquisição deste é um fator extremamente importante para favorecer o desenvolvimento cognitivo futuro da criança. De acordo com Homer et. al [2] e Mol e Bus [3], a leitura continua a ser a atividade mais relevante para apoiar o desenvolvimento da alfabetização e promover as habilidades linguísticas.

Por outro lado, as tecnologias digitais se tornam cada vez mais intrínsecas na vida das crianças; é possível também perceber que suas relações com o processo de aprendizagem da leitura e suas experiências compartilhadas de alfabetização estão mudando. Por isso, vislumbra-se uma oportunidade para melhorar o processo de aprendizagem integrando práticas de leitura bem-sucedidas com experiências eficazes de utilização de novas mídias, através de formas mais naturais de interagir, como interfaces de voz e gestuais.

A interface gestual é capaz de fornecer novas possibilidades de incorporar atividades dinâmicas ao jogo a fim de manter o interesse das crianças em suas tarefas (por exemplo, leitura). No entanto, de acordo com Homer et. al. [4], é essencial garantir um bom *design* entre a interface do livro de histórias e as atividades dentro do jogo para não distrair as crianças e atrapalhá-las em relação aos benefícios da leitura.

O objetivo desta pesquisa é apresentar o desenvolvimento e a avaliação de usabilidade de um jogo sério para auxiliar o processo de aprendizado de leitura

para crianças em período de alfabetização. Este jogo é baseado em dois livros de histórias infantis conhecidas pelo público-alvo brasileiro, utilizando Kinect como fator motivacional.

O trabalho atual está organizado nas seguintes seções: a seção II apresenta os principais conceitos relacionados ao trabalho desenvolvido. A seção III discute alguns trabalhos relacionados com o uso do.

Kinect em aplicações educacionais. A seção IV descreve o desenvolvimento do jogo. A seção V apresenta a metodologia de testes de usabilidade com potenciais usuários do jogo. Já na seção VI são discutidos alguns resultados dos testes. E, finalmente, a seção VII apresenta algumas conclusões gerais e perspectivas de futuro do trabalho.

Processo de leitura

De acordo com Cabral [5], o processo de leitura envolve quatro etapas, a saber:

1. Decodificação: onde é realizado o reconhecimento dos símbolos escritos e da sua ligação com seu significado. Pode-se dizer que esta é uma fase de identificação visual, não carregando os símbolos ou palavras de carga semântica.
2. Compreensão: etapa imediatamente posterior à decodificação, ocorre quando o leitor capta do texto as informações que ali se oferecem, ou seja, de onde ele retira a sua temática, suas ideias principais. Para que haja uma compreensão do texto, é necessário que existam conhecimentos anteriores sobre o assunto em questão.
3. Interpretação: é a etapa que surge após a compreensão, em que a capacidade crítica do leitor é utilizada. Nesta etapa, o leitor faz julgamentos sobre o que lê.
4. Retenção: é responsável pelo armazenamento das informações mais importantes na memória de longo prazo. A etapa de retenção ocorre em dois níveis. Pode advir diretamente do uso da compreensão simples do texto, que permite que se retenha a sua temática e os tópicos mais importantes. Já, num segundo nível, a retenção ocorre após a interpretação.

As etapas 1 e 2 supracitadas foram incorporadas ao jogo proposto, quando se utiliza um recurso de text-to-speech, para que o jogo faça a leitura do texto para o leitor, destacando palavra por palavra que está sendo pronunciada.

Já as etapas 3 e 4 são tratadas com recursos de quiz (questionários) ao final de cada capítulo do livro.

Trabalhos relacionados

Várias contribuições têm apresentado o desenvolvimento de aplicações com Kinect para o ambiente educacional com foco em dificuldades de aprendizagem ou como possibilidade de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem.

Alves et al [5] desenvolveram um aplicativo que usa Kinect para auxiliar no processo de alfabetização. O aplicativo fornece uma interface que apresenta ao usuário uma letra, uma palavra e uma imagem, cada um com uma forma geométrica particular. O usuário deve mover esses objetos na tela para posicioná-los corretamente (associação). Este jogo corresponde apenas à etapa 1 (decodificação) do processo de leitura (seção 2). Além do mais, apresenta a avaliação, através de um questionário, aplicado a cinco educadores sobre o potencial do jogo em ser utilizado em sala de aula. Não parece ainda ter sido aplicado a estudantes em processo de alfabetização.

Martins et al [6] apresentam o desenvolvimento de um jogo educativo que trata a questão do erro ortográfico cometido pelas crianças no processo de alfabetização da Língua Portuguesa, utilizando interface por gestos como motivacional para o ambiente educacional. O jogo consiste em apresentar uma imagem, o som da palavra e duas opções de grafia para a letra inicial desta palavra. A criança deve selecionar, através do uso de movimentos das mãos, a opção correta. O aplicativo desenvolvido foi testado com algumas crianças brasileiras em período de alfabetização. Este jogo também corresponde apenas à etapa 1 (decodificação) do processo de leitura.

Já Homer et al. [6] realizaram um experimento comparando a linguagem e a leitura das crianças que tinham uma história lida para elas por um adulto com àquelas que tinham a mesma história lida por um personagem virtual em um protótipo de um jogo Kinect, podendo este jogo conter ou não atividades extras. Suas conclusões encorajam que o uso de interfaces gestuais e jogos podem ser grandes motivadores no processo de alfabetização. O jogo discutido no trabalho de Homer et al. engloba as três primeiras etapas do processo de leitura.

Desenvolvimento do jogo

Descrição

O jogo, denominado “Mundo do Saber”, é composto por livros digitais, que possibilitam a criança entreter-se utilizando gestos e sendo desafiada a testar seu entendimento em relação à leitura. Assim, cada livro é dividido em capítulos e apresentam questionários (quiz) ao final de cada capítulo.

O jogo também possui um módulo de sintetização de voz, em que o livro pode ser lido para a criança, a partir da ativação desta função no botão “Leia para Mim”. Nesta funcionalidade, o texto aparece na tela e é destacada a palavra que está sendo lida no momento, simulando o método manual em que um adulto lê para uma criança, apontando com o dedo a palavra que está sendo pronunciada. Em cada livro acessado, é possível adiantar ou retroceder páginas, permitindo, assim, uma navegação linear, em que a criança pode voltar caso queira recordar-se de detalhes ou descansar ao longo da leitura.

O jogo conta com algumas características peculiares de jogos, como acumular pontos, utilizar pontos, obter dicas, possibilitando que hajam dinâmicas onde várias crianças possam participar e disputar a melhor pontuação geral, que é exibida a cada fim de leitura em uma lista de pontuações.

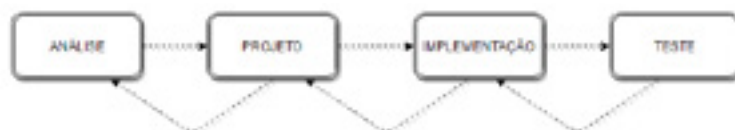
Através do dispositivo Microsoft Kinect é possível navegar entre páginas, selecionar opções e executar todas as interações através de gestos, precisamente usando as mãos como cursor.

Para os primeiros testes realizados, dois jogos foram criados a partir de livros infantis familiares ao público-alvo brasileiro: Três Porquinhos [6] e Chapeuzinho Vermelho [7]; estes livros sofreram adaptações de tamanho do texto e sofreram divisão em capítulos, de maneira que fosse possível realizar toda a atividade em apenas uma utilização do jogo e que não tornasse o jogo muito cansativo para a criança.

Processo de desenvolvimento

O jogo foi desenvolvido utilizando a metodologia de desenvolvimento de prototipação rápida [7]. Assim, pequenas partes eram desenvolvidas, testadas e incorporadas ao sistema. A Fig.1 aponta os passos que compuseram o desenvolvimento do jogo, que serão detalhados a seguir.

Figura 1.
Fases do processo de desenvolvimento



Análise de requisitos

Os requisitos do modelo foram obtidos através de reuniões com um profissional e pesquisador na área de Distúrbios de Aprendizagem de uma universidade

privada brasileira, localizada na cidade de São Paulo, Brasil. Este profissional foi integrado em todas as fases do ciclo de desenvolvimento do projeto. Os requisitos funcionais são apresentados a seguir:

- Cada livro deve apresentar um menu com a opção “Jogar” e “Sair”.
- O jogo deve permitir a escolha do livro ao iniciar a tela.
- Cada livro deve conter um quiz após o término de cada capítulo.
- O jogo deve permitir a leitura para a criança a página da história caso o mesmo utilize a função “Leia para Mim”, e cada palavra pronunciada pelo sistema deve ser explicitamente destacada.
- O jogo deve conter e mostrar a pontuação do usuário durante o questionário.
- O jogo deve acrescentar ou descontar pontos dependendo da resposta da criança.
- O jogo deve permitir que o usuário saia do mesmo em qualquer momento da leitura.
- O jogo deve permitir que a criança passe, em cada livro, para páginas anteriores e posteriores durante a leitura.

Além dos requisitos funcionais, foram observados os seguintes requisitos não funcionais:

- Os capítulos não podem ser longos, para não distrair e desmotivar as crianças.
- O questionário ao final do capítulo não pode ter alta dificuldade em relação à grafia e entendimento.
- Os gestos executados pela criança para explorar e selecionar ações não devem causar fadiga muscular.
- Os questionários devem envolver apenas perguntas que se referem ao capítulo corrente.
- A pontuação do leitor deve ser apresentada em todos os questionários.

Projeto

Esta seção apresenta todos os artefatos técnicos e físicos que possibilitaram a construção e utilização do jogo.

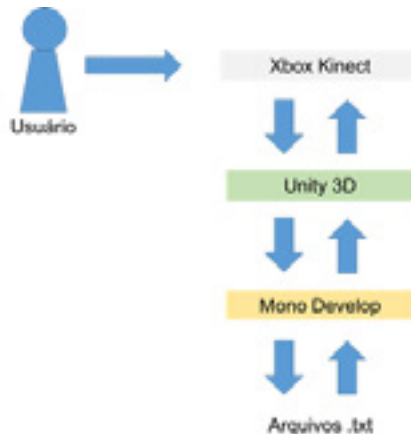
Foi utilizado o software Kinect Magic Cursor [8] para ser o intermediador entre o usuário e o Kinect. Para que o mesmo funcione corretamente foi necessário instalar o XNA 4 (que é uma série de bibliotecas desenvolvidas para um jogo baseado na versão Microsoft .NET Framework 4) e o Software Development Kit

(SDK) - Kit de Desenvolvimento de Software - do Kinect 1.8 [9], que permite que o usuário controle o apontador através das mãos. O Kinect para Xbox 360 foi utilizado como dispositivo de captura dos movimentos; a ferramenta [10] Unity 3D para criar o design e layout do jogo, integrado com o MonoDevelop para a realização dos códigos, criados a partir da linguagem de programação C#, escolhida para o desenvolvimento da aplicação. O desenvolvimento foi feito em computadores com os sistemas operacionais Windows 7 e Windows 10.

A Fig. 2 representa a visualização macro do projeto desenvolvido, demonstrando que o sistema possui os arquivos .txt que alimentam as histórias da aplicação, e que por sua vez o MonoDevelop obtém esses arquivos, interpreta os mesmos e faz com que os textos e quizzes sejam exibidos na parte gráfica do jogo, através do Unity 3D, que por sua vez é integrado ao Xbox Kinect para o usuário utilizar a aplicação.

A integração do requisito de “Leia para Mim”, ou Sintetização de fala (Text-to-speech) com o jogo foi feita através da biblioteca do Microsoft.Speech.dll, que possui os métodos próprios para realizar a leitura das palavras. Com o Sistema Operacional Windows 10, a Cortana (assistente pessoal do Windows) possibilitou a leitura no idioma Português (Brasil).

Figura 2.
Representação da visão geral do software



Já em relação aos componentes de hardware, foi utilizado no desenvolvimento um computador Positivo Master, com Sistema operacional Windows 10 Home 64 Bits, processador Core Intel i3-2330M, 4GB de RAM, Driver gráfico Intel 3000 e HD de 455 GB de espaço.

O sensor de gestos utilizado foi um Kinect para Xbox360 e um adaptador para uso com computadores Windows.

Implementação

Basicamente, a *storyline* do jogo funciona da seguinte maneira: ao iniciar a aplicação, a criança é levada até o Menu inicial (Fig. 3), onde há a possibilidade de a criança jogar ou sair; caso ela escolha jogar, é levada para a Fig. 4, onde é exibido o acervo de livros disponíveis para leitura no jogo. Após a escolha do livro, a história é exibida em sua primeira página de seu primeiro capítulo, demonstrado na Fig. 5, onde a criança tem a possibilidade de avançar páginas, retroceder, ou ativar a funcionalidade “Leia para Mim”. Nesta funcionalidade, a função de Text-to-Speech é ativada; para não prolongar tanto a leitura e diminuir o tempo de ociosidade e perda de foco da criança, definiu-se um padrão de, no máximo, 10 páginas por capítulo. Ao final da leitura do capítulo, a criança é solicitada a decidir se deseja responder o questionário ou continuar no jogo, como exibido na Fig. 6. Cada questionário possui três perguntas, cada uma contendo três alternativas e somente uma resposta correta. Nesta mesma tela, é exibida a pontuação da criança, assim como apresentado na Fig. 7. Após o encerramento do questionário, é solicitada à criança que decida se ela quer continuar para o próximo capítulo ou ir para o menu principal (Fig. 8).

Para a carga de livros no acervo é necessário transcrever o mesmo em arquivos texto divididos por capítulos, onde cada página é digitalizada em um arquivo de texto pleno, assim como seus questionários, tornando o jogo modular para a adição de novos livros, com páginas e questionários.

Figura 3.
Menu inicial



Figura 4.
Escolha do livro

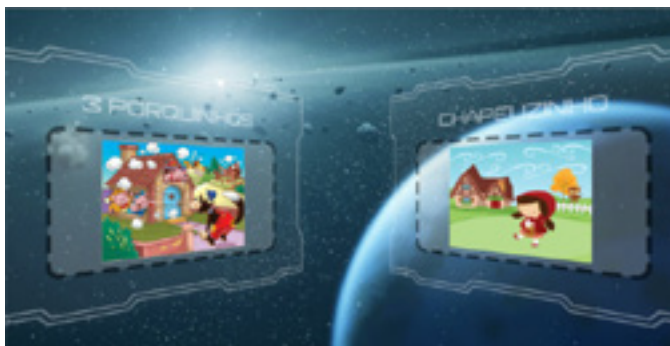


Figura 5.
Página do livro



Figura 6.
Escolha se a criança deseja ir para o quiz



Figura 7.
Quis no final de cada capítulo



Figura 8.
Opção de ir para o próximo capítulo ou menu principal



Testes

Os testes unitários foram realizados de forma iterativa e incremental ao decorrer do desenvolvimento da aplicação, tanto testes técnicos para avaliação de requisitos quanto testes funcionais estão contemplados neste tópico. Os testes estão descritos na Tabela 1 a seguir. Os testes para avaliação de usabilidade e funcionamento da aplicação executados com usuários finais estão descritos na próxima seção.

Tabela 1.
Testes unitários

Processo	Descrição	Objetivo
Execução da aplicação no Kinect	A aplicação deverá ser executada no Kinect sem erros, o Kinect deverá validar todos os gestos executados pelo usuário e reagir da forma correta aos mesmos.	Validar a execução da aplicação e seu comportamento aos gestos levantados na fase de Requisitos Funcionais.
Ação - Seleção de Livro	Ao executar a aplicação, o usuário deverá executar um gesto de clique na opção "Jogar" e escolher uma das histórias disponíveis.	O resultado da operação é levar o usuário final à história correta.
Ação - Ir para a próxima página	Ao ler a história, o usuário deverá executar o gesto de clique no ícone próxima página para executar tal ação.	O resultado é levar o usuário para a próxima página em relação a conteúdo que o mesmo se encontra da História.
Ação - Ir para a página anterior	Ao ler a história, o usuário deverá executar o gesto de clique no ícone de página anterior para executar tal ação.	O resultado é levar o usuário para a página anterior à corrente em que o mesmo se encontra da História.
Ação - Solicitar que a função "Leia para mim" seja executada	Ao ler a história, o usuário deverá executar o gesto de clique no ícone de "Leia para mim" para iniciar a sintetização de fala.	Uma a uma, cada palavra do texto será destacada e falada de maneira dinâmica através do Kinect.
Ação - Ir para o Quiz	Ao finalizar um capítulo, a aplicação questiona se o usuário deseja ir para o Quiz, o usuário deverá executar o gesto de clique na opção em questão para ir para o Quiz.	O jogo deverá levar o usuário ao Quiz referente ao capítulo corrente.
Ação - Voltar ao Menu Inicial	Ao finalizar um capítulo, a aplicação questiona se o usuário deseja ir para o Quiz, o usuário deverá executar o gesto de clique na opção em questão para voltar ao Menu Inicial.	O jogo deverá levar o usuário ao Menu Inicial.
Ação - Responder o Quiz corretamente	Ao aceder à um Quiz, o usuário selecionará a resposta correta através de um gesto de clique.	O jogo adicionará 10 pontos à pontuação do usuário e passará ao próximo Quiz.
Ação - Responder ao Quiz Incorretamente	Ao aceder à um Quiz, o usuário selecionará a resposta incorreta através de um gesto de clique.	O jogo emitirá uma mensagem de Resposta Incorreta.
Ação - Ir para o próximo Capítulo	Ao responder corretamente aos Quizzes de um determinado capítulo, o usuário navegará para o próximo capítulo através de um gesto de clique ao clicar na opção em questão.	O jogo levará o usuário para o próximo capítulo da História.

Metodologia de avaliação com potenciais usuários

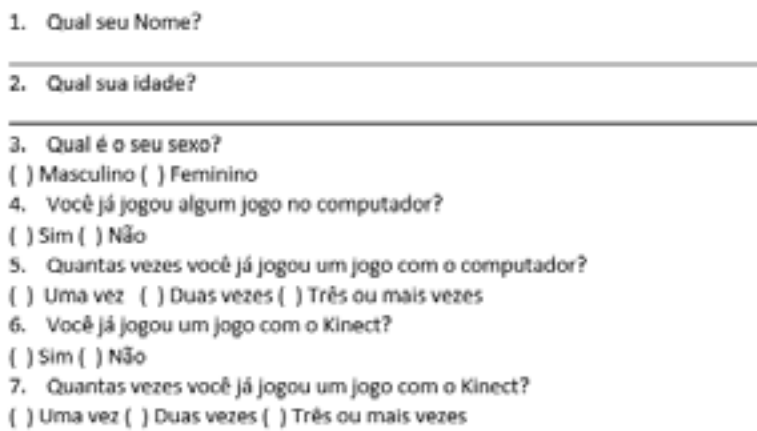
A realização dos testes se deu em ambiente não controlado, sem acesso a dispositivos e sensores que auxiliassem no processo de análise de usabilidade. As crianças escolhidas como público-alvo para os testes tiveram o aval dos pais. Foram selecionadas oito crianças brasileiras, de ambos os sexos, de oito a 12 anos,

em processo de alfabetização em escolas particulares da cidade de São Paulo, entre 16 de outubro e 23 de novembro de 2016. Algumas possuem dificuldade no processo de leitura.

O teste-piloto foi executado por dois adultos, em que foi identificada a necessidade de uma tela com dimensão relativamente grande para utilização ótima da aplicação, uma vez que a mesma tem o objetivo de leitura. Mesmo com um tamanho grande de fonte, fez-se necessário utilizar telas maiores que 30 polegadas ou projetor para os testes, onde a resolução da tela projetada deve ser maior que 1360x768 pixels.

Antes de fazer execução de testes no local, as crianças foram submetidas a questionários de pré-teste para identificação de informações pessoais e relativas ao uso das tecnologias utilizadas, através do modelo apresentado na Fig. 9.

Figura 9.
Questionário de pré-teste



1. Qual seu Nome?

2. Qual sua idade?

3. Qual é o seu sexo?

() Masculino () Feminino

4. Você já jogou algum jogo no computador?

() Sim () Não

5. Quantas vezes você já jogou um jogo com o computador?

() Uma vez () Duas vezes () Três ou mais vezes

6. Você já jogou um jogo com o Kinect?

() Sim () Não

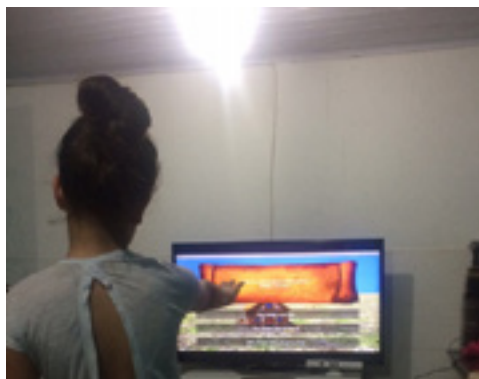
7. Quantas vezes você já jogou um jogo com o Kinect?

() Uma vez () Duas vezes () Três ou mais vezes

Para a execução dos testes, todos os componentes necessários - computador, Kinect e TV - foram previamente configurados, testados e deixados preparados para a interação com as crianças, como demonstrado na Figura 10. Os testes ocorreram em salas, com distância maior que 1,8 metro entre o Kinect e a criança, com o acompanhamento de um responsável.

As crianças tinham como tarefa realizar a leitura total do livro (com ou sem o apoio do “Leia para Mim”) e responder aos questionários ao final de cada capítulo.

Figura 10.
Criança utilizando o quiz



O questionário de pós-teste foi aplicado imediatamente após a interação da criança com o jogo, a fim de obter os resultados em relação à satisfação da criança com o “Mundo do Saber” e a utilização de interface de gestos. Por se tratarem de crianças, para este teste, foi utilizada a escala de Likert de 3 pontos [11] (concordo totalmente, indiferente e discordo totalmente).

Figura 11.
Questionário de pós-teste

QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE – APLICAÇÃO MUNDO DO SABER
DESENVOLVIDO POR: ALLAN HORTINS, HENRIQUE CURY, PEDRO DE MIRANDA e VINÍCIUS GOMES

Pergunta	Discordo Totalmente	Indiferente	Concordo Totalmente
Você conseguiu utilizar gestos sem dificuldade para jogar o Mundo do Saber?			
Você gostou dos cenários e menus do jogo?			
Você gostou do ponteiro personalizado?			
Você gostou do tamanho das letras?			
Você conseguiu ler a história completamente?			
Você conseguiu responder os questionários sem dificuldade?			
Você conseguiu utilizar a função de Ajuda sem dificuldade?			
Você gostou da velocidade da fala do computador ao utilizar a função de Ajuda?			
Você considerou a experiência motivadora?			
Você utilizaria novamente o jogo Mundo do Saber para ler outras histórias?			

O que você mais gostou no jogo? _____

O que você não gostou no jogo? _____

O que você adicionaria no jogo? _____

Tempo para completar a leitura da história: _____

Resultados

Como resultados, podem ser destacados os seguintes pontos (Fig. 12):

- Percebeu-se que a maioria das crianças conseguiu utilizar a opção “Leia para Mim”, porém elas não gostaram da velocidade da fala do computador, que era um pouco mais lenta que o normal (uma pessoa adulta lendo).

- Em relação aos gestos para interação com os jogos, cinco crianças informaram que consideraram bons, sendo que duas acharam indiferente e uma não gostou, o que pode indicar que a interação por gestos foi aceita por estes usuários.
- Sobre a aparência dos cenários e menus, cinco crianças informaram que consideraram bons, sendo que duas acharam indiferente e uma não gostou, o que também indica a aceitação do público-alvo.
- Quanto ao tamanho das letras, quatro crianças gostaram, uma foi indiferente e outras três não gostaram do tamanho, implicando na dificuldade de leitura e demora para a conclusão da leitura das histórias.
- O feedback informado pelas crianças relacionado à dificuldade dos quiz, exibidos ao final de cada capítulo, foi positivo; cinco crianças informaram que considerou bom, três acharam indiferente e uma não gostou.
- Quando perguntadas se a experiência foi motivadora, seis crianças gostaram e disseram sim e outras duas foram indiferentes. Perguntou-se, também, se elas utilizariam o jogo para ler outra história, cinco crianças concordaram, três ficaram indecisas e uma disse que não utilizaria. Isso indica a aceitação do jogo pelas crianças.

Figura 12.

Resultado da aplicação do questionário de pós-teste a oito crianças



A partir dos resultados do questionário de pós-teste, concluiu-se que a maioria das crianças que utilizou os jogos, os utilizaria novamente e não encontrou grandes dificuldades para interagir com a interface de gestos.

Cumpriram-se todos os requisitos solicitados em reuniões com profissionais da área da Psicologia e Psicopedagogia, a fim de satisfazer as funcionalidades e o escopo definidos no início do projeto.

Ao longo dos testes, percebeu-se que todas as crianças pesquisadas já tiveram contato com algum tipo de jogo no Xbox Kinect e que, em suma, tiveram fa-

cidade para utilizar o “mundo do saber” e entender os gestos necessários para utilizar o jogo de maneira correta, usufruindo de todas suas funcionalidades.

Como parte do *feedback*, as crianças acharam a aplicação motivadora para o processo de aprendizagem e reforço de leitura, grande parte conseguiu responder os *quizzes* relacionados às histórias sem dificuldade.

Foi também percebido que houveram dificuldades relacionadas à funcionalidade “Leia para mim”, a sintetização de voz para leitura por parte do computador foi dificultosa tanto em sua implementação quanto em sua utilização por conta da limitação do *framework*. Net utilizado pelas aplicações que usam Unity. Foi utilizada uma biblioteca nativa do Windows que limitou as funcionalidades de fala da aplicação, principalmente no que se refere ao tom de voz, pronúncia e ritmo de leitura, e exigiu a configuração manual em cada um dos computadores usados para teste, assim como limitou o uso do programa a computadores que utilizam sistema operacional Windows. Como resultado, foram obtidos pontos negativos através do *feedback* das crianças, onde metade dos usuários não gostaram do ritmo em que a história era lida, proporcionando um nível de contentamento abaixo do esperado para auxiliar as crianças.

Em relação aos tempos de utilização para a leitura de uma história, apresentaram-se dados dentro das expectativas baseando-se nas dificuldades que as crianças teriam para ler dependendo de seu nível de aprendizado. A Fig. 13 apresenta os tempos utilizados para a realização dos testes pelas crianças, separadas por idade.

Figura 13.

Tempos utilizados pelas crianças para a realização da tarefa



Conclusões

Este trabalho apresentou um jogo denominado “Mundo do Saber”, composto por dois livros de história infantil. Este jogo utiliza como fator motivacional a

utilização de interfaces naturais (interface gestual) e também características de jogos (tais como acumular pontos, utilizar pontos e obter dicas), a fim de ser utilizado como auxiliador do processo de aprendizagem e reforço da leitura. O jogo propõe desafios através de questionários (quiz) apropriados e que sejam de grande valia na identificação de erros gramaticais e interpretação de textos.

Em suma, conclui-se que a aplicação atendeu às expectativas em relação aos requisitos levantados e da experiência dos usuários, que, com exceção de uma criança, conseguiram utilizar 100 % da aplicação e suas funcionalidades disponíveis.

Através deste estudo de caso, pode-se perceber crianças mais motivadas com o uso de tecnologia. Estas crianças são estudantes de escolas privadas no Brasil e com poder aquisitivo mais alto. Alguns testes informais foram realizados em uma comunidade carente no subúrbio da cidade de São Paulo. Estas crianças têm muito menos acesso à tecnologias, principalmente de tecnologias não convencionais. Estas crianças mostram-se muito mais motivadas do que as crianças deste estudo de caso. Ou seja, foi percebido que a motivação é inversamente proporcional ao acesso às tecnologias.

Para trabalhos futuros, indica-se a melhoria na funcionalidade “Leia para Mim”, ou seja, melhoria na sintetização de fala do computador, onde foram encontradas várias limitações por se utilizar bibliotecas de fala nativas do sistema operacional Microsoft Windows.

Pretende-se, também, gerar testes comparativos entre crianças de escolas públicas e privadas, crianças que nunca jogaram com Kinect e crianças que já o fizeram, de maneira formal e com uma amostra maior de crianças.

Considera-se também proporcionar escalabilidade em relação ao uso do jogo, permitindo que outros livros sejam facilmente incorporados ao jogo, com facilidade.

Por outro lado, pode-se propor trabalhos futuros a investigação de como o sistema poderia ser utilizado para atender crianças com deficiências motoras, tais como dispraxia.

Referências

- [1] M.T. Coelho. Problemas de aprendizagem. São Paulo: Editora Ática S.A., 2009.
- [2] B. D. Homer; C. K. Kinzer; J. L. Plass; S. M. Letourneau; D. Hoffman; M. Bromley; ... and Y. Kornak. Moved to learn: The effects of interactivity in a Kinect-based literacy game for beginning readers. *Computers & Education*, 74, 2014, 37-49.

- [3] S. E. Mol; and A. G. Bus. To read or not to read: a meta-analysis of print exposure from infancy to early adulthood. *Psychological Bulletin*, 137, 2011, 267–296.
- [4] L. S. Cabral. Processos psicolinguísticos de leitura e a criança. *Letras de hoje*, 1986, 21(1).
- [5] R. de S. Alves; J. O. A. de Araujo; and F. Madeiro. “AlfabetoKinect: Um aplicativo para auxiliar na alfabetização de crianças com o uso do Kinect”. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2012. Vol. 23, No. 1.
- [6] I. B. Bellinghausen. *Os três porquinhos*. Editora DCL, 2006.
- [7] C. Perrault. *Chapeuzinho vermelho*. Todolivro, 2011.
- [8] R. Pressman and B. Maxim. *Engenharia de Software-8ª Edição*. McGraw Hill Brasil, 2016.
- [9] D. Renton. Kinect Magic Cursor and Xremote, Disponível em <<https://drenton72.wordpress.com/2012/08/16/kinect-magic-cursor-and-xremote/>>. Acesso: Novembro 2016
- [10] MICROSOFT. SDK 1.8 Kinect. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>> Acesso: Novembro, 2016.
- [11] MICROSOFT. Kinect para Xbox 360. Disponível em: <<https://msdn.microsoft.com/library/jj131033.aspx>>. Acesso: Junho de 2016.

Estrategias y recursos para la depuración de programas basados en bloques

María Alejandra Trujillo, Marilyn Tenorio Melenje
Julio Ariel Hurtado Alegría, César Alberto Collazos¹⁶

Abstract

el aprendizaje de la programación es un proceso arduo y complejo, por lo cual muchos individuos lo abandonan rápidamente. Una de las tareas más frustrantes en este proceso, es la depuración de los programas, la cual consiste en entender, localizar y resolver un bug. En este trabajo se realizan dos estudios para extraer las principales estrategias y recursos utilizados por equipos de niños para depurar programas basados en el paradigma de bloques. El primer estudio, a partir de fuentes secundarias, es una revisión de la literatura a partir de la cual se conceptualiza sobre la depuración, sus estrategias y recursos utilizados. El segundo estudio, a partir de fuentes primarias, es un estudio de caso en el que se exploran las estrategias de depuración que un grupo de niños, en forma implícita, siguen para entender, localizar, y resolver los bugs. Los estudios han permitido establecer un conjunto de estrategias y recursos para la depuración de programas basados en bloques.

Keywords: errors, bugs, reviews, debugging, quality, unreachable code, fail, failure, testing, test, test case, oracle, early childhood

16. IDIS Research Incubator on Software Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. Correo electrónicos: mariatrujillo@unicauca.edu.co; mtenorio@unicauca.edu.co; ahurtado@unicauca.edu.co ccollazo@unicauca.edu.co.

Introducción

Hoy día, la programación de computadoras se ha convertido en un área de conocimiento muy importante, en la cual se han disparado varias iniciativas de aprendizaje de las ciencias y la ingeniería de la computación en escuelas y colegios, donde se busca que los niños desarrollen el pensamiento computacional [1], la cual es una habilidad fundamental para todos, no solo para los informáticos y que implica la solución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión del comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la informática, con la premisa que este tipo de pensamiento permite formar a las personas en aspectos de organización, toma de decisiones y nuevos aprendizajes, no solo en el área de computación como tal, sino como en cualquier otra área de interés que el adulto luego desarrolle.

Desde los inicios de la programación, la depuración del software ha sido una actividad clave, pero compleja [2], debido a la dificultad que involucra identificar, localizar y corregir un bug. Ahmadzadeh et.al. [3], llevaron a cabo una investigación para perfeccionar los métodos didácticos de enseñanza, atendiendo los errores del compilador y los de lógica de los estudiantes, llegando a la conclusión de que la mayoría de los buenos depuradores, son buenos programadores, mientras que menos de la mitad de los buenos programadores son buenos depuradores. Lo anterior permite ver a la depuración, como una actividad que requiere tanta habilidad como la programación misma. Por tanto, resulta de gran valor en desarrollo del pensamiento computacional de los niños, que ellos adquieran habilidades de desarrollo y prueba de software, particularmente atender aspectos relacionados a la depuración.

En este artículo se presentan los resultados de dos estudios, una revisión de la literatura y un estudio de caso de tipo primario realizado en el colegio Técnico Industrial de la ciudad de Popayán, con 35 estudiantes de grado 7°. Ambos estudios están orientados a identificar las principales estrategias y recursos de depuración de programas. Ambos estudios fueron diseñados para dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las estrategias del pensamiento computacional y recursos que usan los niños de edad escolar para depurar sus programas? Entre los principales hallazgos se tiene que las estrategias más usadas son el ensayo-error, trabajo en equipo, comparar con código similar y funcionalmente correcto y entender bien el programa antes de buscar los bugs.

El resto del artículo se ha organizado de la siguiente manera. La sección II presenta los antecedentes de la literatura y trabajos relacionados. La sección III presenta el estudio de caso desde su planificación hasta sus resultados. Finalmente, la sección IV presenta las conclusiones, limitaciones y trabajos futuros.

Antecedentes y estudio de la literatura

Antecedentes

La depuración consiste en eliminar todas las averías de un producto de software, lo cual la convierte en una tarea clave para conseguir su calidad. Por tanto es una tarea clave para formar a los niños en términos de calidad total, la de hacer las cosas bien y hacerlas bien desde el principio [4]. Para ello se hace necesario contextualizar la depuración como parte de un contexto mayor como lo es la calidad de software. La calidad de software tiene como objetivo principal el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes sobre los productos o servicios software que se ofrecen al mercado [5].

En términos generales, la calidad incluye tres tipos actividades dentro del proceso software [5]:

- Control de la calidad: se refiere a las actividades que debe seguir toda empresa para controlar que sus productos mantengan un nivel mínimo de calidad, orientadas al cumplimiento de los requisitos de la calidad del producto evaluando los defectos en los artefactos finales e intermedios.
- Aseguramiento de la calidad: se refiere a las actividades de planificación y seguimiento orientadas a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad.
- Gestión de la calidad: se refiere a las actividades de gestión de las actividades que se llevan a cabo antes, durante y después de la construcción de un software para alcanzar la calidad del mismo. Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad. Incluye política de la calidad, objetivos de la calidad, planificación de la calidad, control de la calidad, aseguramiento de la calidad y mejora de la calidad.

En el propio desarrollo de software, una de las tareas más complejas relacionada con el control de calidad, es la depuración de programas, la cual es una actividad implícita, cuya relevancia se ignora cuándo se enseña o se aprende a programar, restándole importancia al aprendizaje a través de los mismos errores [9]. Muchos libros de programación enseñan a programar en diferentes lenguajes de programación, pero es muy poco el contenido orientado a la depuración de bugs. Esto causa que los estudiantes desarrollen muy poco las habilidades para la depuración de los programas. En la mayoría de libros de programación enseñan a usar herramientas del compilador, pero no explican las diferentes clase de errores que se pueden cometer [6].

Bugs, faults, failures, errors, defaults, and mistakes

De acuerdo a la IEEE un (error, mistake) es una “acción humana que produce un resultado incorrecto”, es decir una “Acción humana que genera un fallo en el software” [7] [8].

Figura 1.

Relaciones entre error, bug y falla. Basada en la IEEE [8]



Una avería (fault, bug) de acuerdo a la IEEE es “un problema que, si no se corrige, podría causar la falla en una aplicación o producir resultados incorrectos” [7][8]. Una falla (failure, default) de acuerdo a la IEEE la es “la terminación de la capacidad de una unidad funcional para realizar su función determinada dentro de los límites especificados”[7][8]. Las relaciones entre estos conceptos se pueden observar en la Figura 1.

Depuración del software

La detección y eliminación de los bugs en un programa recibe el nombre genérico de depuración (en inglés debugging). La depuración de un programa suele realizarse en dos pasos esenciales:

- En primer lugar, hay que hacer fallar el sistema y detectar su fallo.
- Desde este punto suele ser preciso retroceder hasta encontrar lo que ha producido la falla, es decir, encontrar el bug o avería [9].

Se debe verificar que funcionalidad está siendo evaluada en el momento de producirse el bug. Para esto los compiladores e intérpretes cuenta con una pila de llamada [9], la cual puede ser usada para localizar donde está en el bug. La depuración se inicia a través de una ejecución paso a paso y puede invocarse desde dentro de cualquier función. Es decir, si se sabe en qué punto puede producirse el bug se puede insertar un recurso (por ejemplo, un punto de ruptura del

programa) antes de este punto. Un recurso de depuración habitual es utilizar la ejecución paso a paso, con el fin de evaluar el cambio de las variables a cada paso de la instrucción [9]. Un proceso de depuración se puede dividir en cuatro pasos principales [10]: localización, clasificación, comprensión y reparación un bug.

Localización de un bug

Esta tarea es engañosa porque detectar un bug puede ser muy difícil [10]. Una actitud típica de los programadores inexpertos con respecto a los bugs, es considerar su localización, una tarea fácil: notan que su código no hace lo que esperaban, y se sienten con confianza de saber lo que su código debe hacer.

Clasificación de un error

Clasificar un error es una tarea difícil y de riesgo, pero que resulta muy útil. La lista que se presenta a continuación se organiza en orden de dificultad creciente (que afortunadamente lleva un orden de frecuencia decreciente, es decir los errores más difíciles son los menos frecuentes) [10]:

- Los errores sintácticos son aquellos que se refieren a la estructura de las expresiones de programación y que deberían ser fácilmente capturados por el compilador.
- Errores de construcción derivan de la vinculación de archivos de “objeto” o “binarios” que no se reconstruyeron después de un cambio en algunos archivos de origen. Estos problemas pueden evitarse fácilmente mediante el uso de herramientas para impulsar la creación de software, como ambientes de desarrollo de software más maduros.
- Los errores semánticos básicos derivan de la falta de comprensión del uso de variables: por ejemplo, variables no inicializadas, el código muerto (código que nunca será ejecutado) y los problemas con el tipado [11]. Un compilador puede resaltar su atención sobre ellas a través de banderas.
- Los errores semánticos complejos: incluye el uso de variables u operadores en forma equivocada. Ninguna herramienta puede captar estos problemas, porque son declaraciones sintácticamente correctas, aunque lógicamente equivocadas respecto al objetivo de ejecución esperado. Para detectarlos, se debe realizar a través de un chequeador semántico o pruebas de software.

Entender un bug

Un bug debe entenderse completamente antes de intentar solucionarlo. Tratar de corregir un bug antes de entenderlo totalmente podría terminar en provocar

más daño al código, ya que el problema podría cambiar de forma y manifestarse en algún otro lugar [11]. La siguiente, es una lista de verificación útil para asegurar un enfoque correcto para entender el bug:

- No confundir la observación de los síntomas con la búsqueda de la verdadera fuente del problema.
- Comprobar si se han producido errores similares (especialmente suposiciones erróneas) en otras partes del código.
- Verificar que sólo se encontró un error de programación, y no un problema más fundamental (por ejemplo, un algoritmo incorrecto).

Reparar un bug

El paso final en el proceso de depuración es la corrección de un bug. Reparar un bug es más que modificar el código. Cualquier corrección debe estar documentada en el código y probada correctamente. Más importante aún, aprender de los errores es una actitud eficaz: es una buena práctica llenar un pequeño archivo con explicaciones detalladas sobre la forma en que el bug fue descubierto y corregido. Una lista de verificación puede ser una ayuda útil [11]. Hay varios puntos que vale la pena registrar:

- Cómo se detectó el bug, para ayudar a escribir un caso de prueba.
- Como fue rastreado, para darle una mejor visión sobre el enfoque para elegir en circunstancias similares.
- Qué tipo de bug se encontró.
- Si se ha encontrado este bug con frecuencia, se podría establecer una estrategia para evitar que se repita de acuerdo al error relacionado.

Recursos para la depuración

Normalmente los recursos de depuración vienen como características de los depuradores. De acuerdo a Adragna [12] se tienen los recursos de *puntos de ruptura* el cual interrumpe la ejecución del programa y permite visualizar el estado de ciertas variables. Los puntos de ruptura son recursos necesarios en un contexto de depuración interactiva. Otro recurso es la ejecución *paso a paso* (step by step), con dos posibilidades *paso sobre* (step over, en los llamados se salta a la siguiente instrucción) o siguiente *paso adentro* (step into, cuando se ejecuta también en la función llamada el paso a paso). Un recurso valioso son los *puntos de vigilancia* (watchpoints), los cuales son una clase especial de

puntos de ruptura, los cuales detienen el programa cuando la variable bajo vigilancia cambia.

Trabajos relacionados

El nuevo plan de estudios nacional para la informática en Inglaterra [12] ha sido desarrollado para capacitar a los jóvenes de este país con las habilidades fundamentales, el conocimiento y la comprensión de la informática que se necesita para el resto de sus vidas [13]. Esto desarrollará en los estudiantes el pensamiento computacional que les permitirá resolver problemas de la vida cotidiana. Se tiene en cuenta tres aspectos de la informática: Ciencias de la Computación (CS), Tecnología de la Información (IT) y Alfabetización Digital (DL).

Particularmente, en Ciencias de la Computación se proponen dos etapas en el currículo. En la primera etapa, se establece trabajar con códigos simples, centrado en la comprensión del concepto de algoritmo, donde se crean y se depuran programas de baja dificultad. Para ello se les hace crear un algoritmo de una situación cotidiana como preparar un sándwich. Es necesario que el tema esté claro para así poder plasmar bien el algoritmo y poder identificar si tiene bugs. En el aula, esto muestra la necesidad de incorporar aspectos de la depuración como instrumento para el desarrollo del pensamiento computacional. En el nivel 2 la propuesta al igual que la del presente trabajo de investigación está relacionada con la enseñanza de la programación en jóvenes y la depuración de código. Por eso, en esta investigación se indaga sobre las estrategias que los alumnos pueden seguir para corregir su código. Estas podrían incluir aspectos relacionados con la identificación del fallo, averiguar qué parte del código está creando el problema, el bug que lo causa, y luego trabajar hacia una solución.

McCoy *et.al.* [13] preparan en depuración de software a 18 estudiantes de sexto grado de la escuela Montessori en Estados Unidos, durante un período de cuatro meses. A través de un proceso cíclico de desarrollo-depuración, los estudiantes comenzaron a adquirir habilidades de depuración efectivas. Se pudo observar que, después de la primera lección de depuración, los estudiantes emplearon menos tiempo en encontrar un bug y menos ciclos. Los autores definen un procedimiento e identifican estrategias de búsqueda de los bugs durante la depuración, las cuales menor a mayor efectividad son: búsqueda al azar, fuerza bruta, fuerza bruta finalizando en bug y la búsqueda selectiva.

Yen *et. al.* [14] hacen un estudio respecto a la comprensión de los bugs por parte de programadores expertos y novatos. Para ello clasifican los bugs en 3 tipos: errores de sintaxis, errores de semántica y errores de lógica. Se invitaron a tres

expertos en lenguaje C y a tres novatos donde participaron en una evaluación pensando en voz alta. A cada uno de los programadores se les asignó dos programas con los tres tipos de errores y los resultados mostraron que los expertos tienen mejor comprensión de aquellas cosas que el compilador muestra, por otro lado, los expertos y novatos mostraron resultados similares en cuanto a los errores de sintaxis. Respecto a los errores de lógica, los expertos mostraron mayor comprensión. Al ser este un trabajo experimental, puede aportar al presente trabajo la idea de que hay diferentes tipos de errores que se pueden encontrar y al tenerlos claros podemos evaluar a los niños en el contexto de la programación. La gran diferencia entre estos trabajos, es que mientras este trabajo es aplicado a jóvenes novatos y expertos y el presente trabajo fue aplicado a niños entre los 11 y 13 años. Además, los hallazgos sobre la comprensión de errores se deben incorporar como parte de la metodología ChildProgramming.

Estudio de caso exploratorio

En este trabajo se busca identificar las estrategias del pensamiento computacional que lo niños usan implícitamente para depurar sus programas siguiendo la metodología del estudio de caso [15] en un contexto del desarrollo basado en bloques. El objetivo del caso es poder desde lo empírico, complementar el modelo ChildProgramming con prácticas específicas de depuración de programas. El estudio de caso exploratorio incluyó la depuración de dos programas realizados en el entorno basado en bloques Scratch del MIT. La experiencia incluyó tres sesiones, en la primera sesión se trabajó depurando el juego ping-pong por equipos de 6 ± 1 niños entre los 10 y 12 años del colegio Instituto Técnico Industria. Para selección del caso se tuvieron en cuenta dos criterios: el colegio y el grupo de niños tipifica la población objetivo del estudio (institución pública, niños con conocimiento de Scratch y en el rango de edad estipulado), el colegio cuenta con un taller de informática que respalda las actividades y por tanto ofrecen un espacio rico para desarrollar la investigación. Otro criterio para su selección ha sido la cercanía y disponibilidad del colegio para realizar este tipo de estudios. En la segunda sesión depuraron el juego Capitán versus Linterna, organizando los niños ahora en equipos de tres participantes. En la tercera se realizó una discusión con los niños a través de una mesa redonda. Por tanto, este es un estudio de caso holístico en el mismo contexto, con múltiples unidades de análisis.

Planificación y diseño del estudio de caso

En el contexto de ChildProgramming y para conocer como los equipos realizan implícitamente tareas de depuración, analizando sus propios proyectos y los proyectos de sus compañeros, este primer estudio de caso pretende responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las estrategias del pensamiento computacional usan los niños entre los 10 y 13 años del colegio técnico industrial, para depurar sus proyectos?

El objetivo del estudio es identificar y analizar las estrategias del pensamiento computacional utilizadas equipos de niños entre los 10 y 14 años de edad, de la institución educativa Técnico Industrial, depurando programas Scratch desde el punto de vista del investigador durante dos sesiones de trabajo. Este estudio de caso se caracteriza por ser de tipo holístico, donde se considera como unidad de análisis, equipos de niños (6 en la primera sesión y 13 en la segunda) con edades entre los 11 y 13 años, del grado séptimo “B”, los cuales, para efectos de este caso, junto con los programas depurados, y la planilla de registro, se constituyen como las principales fuentes de información, en total 35 niños del curso Séptimo B y 19 programas depurados. Este estudio de caso tiene un enfoque exploratorio dado que pretende evidenciar las estrategias de depuración usadas implícitamente por los equipos de trabajo. Para obtener la información necesaria para este estudio de caso y dar respuesta a la pregunta de investigación fue necesario diseñar un conjunto de métricas, indicadores e instrumentos siguiendo el enfoque de Victor Basili [16]. La Tabla 1 muestra el resumen de los indicadores, métricas e instrumentos definidos.

Indicadores:

- Porcentaje de uso de la Estrategia (PU): este indicador se refiere al porcentaje de uso de cada estrategia identificada usada por los niños y hallada en el estudio de caso y su fórmula es la siguiente:

$$PU = FU * 100 / TE$$

Donde FU es la frecuencia de uso de cada estrategia y TE es el total de equipos.

- Nivel de eficacia del equipo (NE): se refiere al nivel de eficacia del trabajo realizado en cada sesión en función porcentaje entre bugs los corregidos (NTBC) respecto al número total de bugs (NTB). Su fórmula es la siguiente:

$$NE = NTBC * 100 / NTB$$

- Esfuerzo de Depuración (ED): se refiere al esfuerzo requerido durante depuración en función del tiempo total de corrección (TCC) y el número de integrantes del equipo (NI). Su fórmula es la siguiente:

$$ED = TCC * NI$$

- Nivel de eficiencia (NEF): mide el nivel de eficiencia para resolver los problemas en función del número total de bugs corregidos (NTBC) y del esfuerzo de depuración (ED) y su fórmula es la siguiente:

$$NEF = NTBC / ED$$

Desarrollo del caso

Teniendo en cuenta las dinámicas que los niños aplican en sus cursos académicos en la institución técnico industrial de la ciudad de Popayán, se diseñó este estudio de caso con 3 sesiones de trabajo en el curso séptimo B, el cual en la primera sesión fue dividido en equipos de 6 personas, en la segunda sesión grupos de 3 personas, que fueron desarrolladas entre el 31 de octubre de 2017 y el 14 de noviembre de 2017, de la siguiente manera:

Primera sesión de trabajo: Esta sesión se llevó a cabo el día 03 de noviembre de 2017, se dividió el grupo de 38 niños en equipos de 6, donde cada grupo trabajó en un computador e interactuando entre ellos. En este caso se les colocó un programa en Scratch de ping-pong el cual contenía cinco bugs que debían ser encontrados y solucionados por ellos. Una vez se empezó la actividad se les dio una hora para la actividad de depuración. Se les entregó una plantilla de depuración donde debían registrar cada bug encontrado, describirlo, así como corregir el bug. Seguido de esto y una vez acabada la actividad o terminado el tiempo que se les dio, se les entregó una encuesta para conocer sus apreciaciones.

Segunda sesión de trabajo: se llevó a cabo el día 10 de noviembre de 2017, se dividió el grupo de 38 niños, en equipos de tres personas, con el fin de mejorar el trabajo en clase. En este caso se les colocó un juego “Capitán Vs Linterna”, el cual contenía 4 bugs. Una vez empezada la actividad se les dio 40 minutos para resolver dicho programa. Se les entregó como en la primera sesión, una plantilla de depuración y una encuesta.

Sesión de mesa redonda: se llevó a cabo el día 17 de noviembre de 2017 y a diferencia de las dos primeras sesiones, en esta sesión se hizo una mesa redonda en donde se revisaban los dos ejercicios anteriores y todos los niños iban opinando acerca de cómo se resolvería cada bug (Ver Tabla 1).

Tabla 1.
Indicadores, métricas e instrumentos del estudio de caso

Pregunta de Investigación	Indicadores	Mediciones	Instrumento
¿Cuáles son las estrategias del pensamiento computacional y recursos Scratch que usan los niños entre los 10 y 13 años del Colegio Técnico Industrial?	PU	Frecuencia de Uso (FU)	Planilla de observación
		Total Equipos (TE)	Planilla de observación
	NE	Número Total de Bugs en el programa original (NTB)	Programa scratch
		Número Total de Bugs Corregidos (NTBC)	Programa scratch
	NEE,EF	Tiempo Total de la Corrección (TTC)	Planilla de observación
		Número Total de Bugs Corregidos (NTBC)	Planilla
		Número de Integrantes (NI)	Planilla de observación
	Estrategias identificadas	Descripciones de las estrategias descritas por los niños	Planilla de registro/ encuesta
		Descripciones de las estrategias descritas por los investigadores	Planilla de observación
	Recursos Scratch Identificados	Recurso identificado en el código Scratch	Repositorio del proyecto
		Descripción del recurso por parte de los niños	Encuesta
		Descripción del recurso por de los investigadores	Planilla de observación
	Tipos de error, Comprensión del Error	Descripciones de los errores descritos por los niños	Planilla de registro/ encuesta
		Descripciones de los errores descritos por los investigadores	Planilla de observación

Figura 2.
Fotografía sesión 1 de trabajo



Figura 3.
Fotografía sesión 2 de trabajo



a. Resultados

Las tablas 2 y 3 muestran una serie de resultados cuantitativos y cualitativos encontrados a partir del trabajo realizado con los niños. Estos resultados permiten identificar las estrategias que mayor valor representó para los equipos. Las estrategias halladas al revisar el material de trabajo que fue recolectado en cada una de las sesiones con los niños, fueron usadas por estos implícitamente para depurar los programas propuestos, los cuales fueron entregados intencionalmente con algunos bugs:

- Por ensayo-error (EE) es la estrategia utilizada por la mayoría de los equipos. Los niños suponen dónde se encuentran el bug, prueban una solución y si esta no funciona la cambian.
- Por trabajo en equipo (TE) es una estrategia en la que los niños se comunican entre sí y entre todos plantean una solución adecuada.
- Por ejemplo (PE) consiste en buscar código similar, comparar y probar.
- Por análisis (PA) consiste en revisar, entender y usar el programa antes de buscar los bugs.

Tabla 2.
Resultados sesión 1

Equipos	NTB	NTBC	TTC	NI	NE [%]	NEF [bugs/persona-hora]	ED	Estrategias
Los campeones	5	2	1	7	40	0,28	7	EE, PA
Pegzz		0	0,91	5	0	0	4,55	EE, PA
Team Danger		4	1	6	80	0,66	6	PE
Kratos		2	1	7	40	0,28	7	EE, PA, PE
Scratch Team		0	0,66	6	0	0	3,96	
Los diamantes		4	0,66	6	80	1,01	3,96	EE, PA
Promedio		2	0,87	6,16	40	0,37	5,41	

Tabla 3.
Resultados sesión 2

Equipos	NTB	NT BC	TTC	NI	NE [%]	NEF [bugs/persona-hora]	ED	Estrategias
Las super chicas	4	2	0,26	3	50	2,564	0,78	PE
Las scratch		0	0,33	3	0	0,000	0,99	
Team Scratch		3	0,5	3	75	2,000	1,5	PA, EE
Alpha		3	0,5	4	75	1,500	2	EE, PE, PA
Los Titanes		4	0,66	3	100	2,020	1,98	EE, PA
Saiyan		3	0,66	3	75	1,515	1,98	EE
Brewers		4	0,66	2	100	3,030	1,32	PA, PE, EE
Scratch 2.0		3	0,66	3	75	1,515	1,98	PA, PE, EE
Diamantes		2	0,66	3	50	1,010	1,98	PA, EE
Kratos		3	0,66	3	75	1,515	1,98	PA
Solo Stunt		1	0,66	1	25	1,515	0,66	PA, EE
Campeones		2	0,66	3	50	1,010	1,98	EE
Team Danger		4	0,66	3	100	2,020	1,98	PA, PE, EE
Promedio		2,62	0,58	2,8	65,38	1,6319706	1,62	

b. Análisis de resultados

Considerando que un equipo de buen desempeño como aquellos de nivel de efectividad superior al 70 % y un nivel de eficacia superior al 1.5, se puede analizar lo siguiente:

- Las estrategias más utilizadas fueron: el Ensayo-Error y Por Análisis.

- La estrategia Por Ejemplo fue la única estrategia utilizada por el equipo que logró encontrar y corregir la mayor cantidad de bugs.

Respecto al número de niños por equipo, se pudo observar que tienen un mejor desempeño los niños trabajando en equipo que aquellos que de manera individual, sin embargo, los equipos pequeños (3 integrantes en la sesión 2) mostraron mejor desempeño que los equipos grandes (7 integrantes en la primera sesión). En los equipos grandes la mayoría de los integrantes se desentendían del proceso de depuración, dejándole a uno solo o a dos el trabajo.

Respecto a la forma que los niños definen y corrigen el error se pudo observar que los errores simples pueden describirlos mejor, por ejemplo, un equipo describe un error así: *“en el Capitán América en vez de bajar con s, sube”* (la tecla s). Sin embargo, el mismo equipo no fue capaz de describir el error en el que el Capitán América pierde más de una vida en un solo disparo, en su lugar describen directamente el bug (localizando el error en el código): *“cuando la bala del Capitán toca a Linterna se demora 0.1 segundos en bajar la vida pero la bala de linterna toca a Capitán se demora 0,5 segundos”*. Este último problema especificado a nivel de código se descubrió e intentó resolver usando la estrategia, *Por Ejemplo*, sin embargo, por la poca claridad del problema a nivel de la lógica del juego, los llevó a una solución errada. Se pudo observar que los niños al tratar de resolver un problema hallado y no saber cómo solucionarlo, en el caso del juego de capital y linterna, el error era que el tiempo de la bala debía ser mayor a 0,5 seg para que descontara una vida, pero uno de ellos tenía el tiempo en 0,1seg lo que provocaba que al llegar la bala, perdiera 2 vidas. Al no analizar bien esto, lo que algunos niños hicieron fue poner en iguales condiciones los 2 personajes para perder 2 vidas por bala. Esto es una solución errada. Esto evidencia que tener un ejemplo les resulta muy útil, pero no es suficiente sino se analiza adecuadamente el problema, por lo que la estrategia *Por Análisis* es una estrategia necesaria en la depuración.

Respecto a los tipos de bugs que se les planteó en las sesiones, se pudo evidenciar que pocos niños identificaron el código muerto (código que no es llamado), en la primera sesión, sólo 2 grupos de los 6 que habían, lograron hallarlo y lo describieron así: *“Unos bloques no se cumplen o no se unen con los bloques, aparece una barra de más y un por siempre está separado y nunca encaja con los mandos”*, *“Cuando uno va a los programas de la bola y se ve que hay dos que no tienen utilidad”*, en la sesión 2, solo 1 de los 12 grupos, pudo identificar el código muerto.

Conclusiones

Al iniciar el estudio de caso exploratorio con estudiantes en su entorno real, es importante concluir que el trabajo en equipo es la base para obtener mejores resultados. Se trabajó con grupos de 6 personas en la sesión 1 y con grupos de 3 personas en la sesión 2 y se observó que en los grupos pequeños hubo un mejor desempeño.

Se concluye que es necesario más de una estrategia para obtener buenos resultados, donde la estrategia por análisis es de gran importancia a la hora de depurar, es decir, es necesario entender muy bien el bug para poder resolverlo adecuadamente.

Por falta de análisis en el momento de la depuración, se evidenció que los niños no encontraron código muerto (bloques sin función), lo cual evidencia la necesidad de contar con una estrategia basada en análisis para identificar los problemas del código.

Respecto a la revisión de la literatura se puede resaltar el proceso de depuración basado en los pasos de localización, clasificación, comprensión y reparación un bug, los cuales permitirían organizar las estrategias de depuración identificadas. Este es el caso de la estrategia de análisis, la cual permitiría localizar y comprender un bug, mientras la estrategia del ejemplo facilitaría la clasificación y reparación. Adicionalmente se identifican los principales recursos de depuración: los puntos de ruptura, la ejecución paso a paso (sobre o ingresando las funcionalidades internas), los puntos de vigilancia y la traza de ejecución. Por ejemplo, la *Figura 4* presenta cómo podría ser definido y usado un punto de ruptura en Scratch, el cual detiene el programa y permite continuar su ejecución después de presionar y soltar la tecla c. De la misma forma es posible definir estos recursos en el entorno Scratch y en general en el paradigma de programación basado en bloques.

Figura 4.
Punto de ruptura



Se concluye además que los niños tienen gran interés por aprender y entender acerca de esta área, sin embargo, se evidenció una sensación de fracaso, cuando

ellos no logran resolver los bugs que encontraron, por lo que la depuración de programas debe dársele mucha importancia al momento de desarrollar el pensamiento computacional de los niños a través de la programación de software.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias a la financiación del proyecto ID 4625 Semilleros de investigación convocatoria 07-2018 de Innovación Cauca y a la colaboración del colegio Instituto Técnico Industrial de la Ciudad de Popayán.

Referencias

- [1] J. M. Wing, "Computational Thinking," *Mag. Commun. ACM*, vol. 49, no. 3, pp. 33–35, 2006.
- [2] I. Lee, Michael J.; Bahmani, Faezeh ; Kwan *et al.*, "Principles of a debugging-first puzzle game for computing education," *Proc. IEEE Symp. Vis. Lang. Human-Centric Comput. VL/HCC*, pp. 57–64, 2014.
- [3] M. Ahmadzadeh, D. Elliman, and C. Higgins, "An analysis of patterns of debugging among novice Computer Science students," *Proc. 10th Annu. SIGCSE Conf. Innov. Technol. Comput. Sci. Educ. (ITiCSE '05)*, vol. 37, no. 3, pp. 84–88, 2005.
- [4] E. W. Deming, "Fuera de la crisis," *Cambridge Massachusetts Inst. Technol. Cent. Adv. Eng. Study*, 1986.
- [5] C. Cabrera, A. maria Lopez, and L. E. Valencia, "Introduction to software quality," no. 39, pp. 326–331, 2008.
- [6] S. Luján Mora, "Un enfoque para la enseñanza de la depuración de errores en las asignaturas de programación," *IX Jornadas Enseñanza Univ. la Informática*, pp. 473–480, 2003.
- [7] M. X. Narváez Barrera, "Guía Metodológica para el proceso de validación y verificación de requerimientos de usuario final," *Pontif. Univ. Javeriana*, pp. 0–117, 2015.
- [8] I. Standard, "International Standard ISO / IEC / IEEE," *Iso 2011*, vol. 2010, 2010.
- [9] A. Sanchez, "Depuración y Optimización de Programas," pp. 1–13, 2008.
- [10] P. Adragna, "Software debugging techniques," in *Inverted CERN School of Computing*, 1999, pp. 71–86.
- [11] B. Liskov, "Data Abstraction and Hierarchy," *Proceeding OOPSLA '87 Add. to Proc. Object-oriented Program. Syst. Lang. Appl.*, no. October 1987.
- [12] M. Berry, *Computing in the national curriculum A guide for primary teachers*. Learning Matters, 2013.

- [13] S. M. Klahr, David; Carver, "Cognitive objectives in a LOGO debugging curriculum: Instruction, Learning, and Transfre," *Cogn. Psychol.*, 1988.
- [14] Y. Ching-Zon, W. Ping-Huang, and L. Ching-fang, "Analysis of Experts and Novices Thinking Process in Program Debugging," *Psychol. Rev.*, vol. 25, pp. 495–508, 2004.
- [15] P. Runeson, M. Host, A. Rainer, and B. Regnell, "Case Study Research in Software Engineering," *John Wiley Sons, Inc*, p. 216, 2012.
- [16] V. Basili, "Goal Question Metric Parading," *Encycl. Softw. Eng.*, 1994.

Uso de la gamificación para el desarrollo de habilidades de inteligencia emocional: una aproximación teórica y experiencial

Gustavo Eduardo Constain M.,
Paula Andrea Mora Pedreros¹⁷
Manuel José Santiago Pajajoy¹⁸

Abstract

This article aims to present the advances obtained in the initial phase of an exploratory study that seeks to find the relationship between the use of gamification techniques and the development of skills for emotional intelligence in adults. Describes the analyzed theory, the proposed gamification design techniques and the results obtained in a case study, in addition to the projections of deepening of the results obtained.

Keywords: emotional intelligence, gamification, personalized learning environments - PLE, innovative techno-pedagogical design

17. Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD. Popayán, Colombia. Correos electrónicos: gustavo.constain@unad.edu.co; paula.mora@unad.edu.co

18. Kcumen Digital SAS. Popayán, Colombia. Correo electrónico: manuelsthiago89@gmail.com

Introducción

Uno de los grandes problemas en la educación es el inadecuado manejo de las emociones, esto por falta de formación en aspectos como el aprendizaje colaborativo, la adaptación social, la toma de decisiones, la capacidad de afrontar conflictos, es decir, lo que es conocido como *inteligencia emocional* [1]. Lo anterior demuestra una relación directa entre inteligencia emocional y aprendizaje, sin embargo, los procesos de formación en general se centran más en la adaptabilidad del estudiante a ciertos procesos sociales y de trabajo en grupo [1].

Actualmente se encuentran experiencias suficientes relacionadas con el manejo emocional en niños, pero poco se ha realizado respecto a personas con edades más avanzadas. Lo anterior podría ser una razón a validar que justifique los resultados no exitosos en entornos de formación a nivel de educación media e incluso en su tránsito hacia la educación superior. En tal sentido, la propuesta de investigación que dio lugar al presente artículo tiene como propósito fundamental el estudio del desarrollo de habilidades propias de la inteligencia emocional -especialmente la automotivación y las habilidades sociales- mediante el diseño de un ambiente personal de aprendizaje que haga uso de técnicas y herramientas de gamificación como principio de un recurso tecnológico vinculado a procesos de formación en adolescentes y adultos, contemplando edades desde los 15 años de edad en adelante.

En consecuencia, se presenta el resultado del estudio sistemático de exploración teórica acerca del conocimiento sobre habilidades determinantes para la inteligencia emocional en adolescentes y adultos que conlleve así a un principio de diseño de gamificación en procesos formativos, buscando sentar las bases conceptuales de los elementos teóricos que den soporte al estudio propuesto en la investigación. Finalmente, se presenta una descripción del proyecto de investigación y su aporte al uso de gamificación en entornos no lúdicos para la formación de habilidades de inteligencia emocional en personas con edades superiores a los 15 años.

Metodología

Por tratarse de una investigación exploratoria de carácter mixto, se opta por la revisión sistemática (Figura 1) para la recolección de información de interés en los temas considerados como importantes.

Esta metodología ha sido seleccionada porque cuenta con todos los elementos necesarios para realizar la búsqueda de información sobre el tema propuesto. La importancia del mapeo de la revisión sistemática se encuentra en la estructura

y en los pasos que propone para realizar las búsquedas de forma organizada y metodológica, lo que ayuda a generar resultados confiables en la investigación [2] [3].

Figura 1.
Proceso para revisión sistemática



a. Preguntas de investigación:

RQ1: ¿Qué habilidades de pensamiento están incluidas en el concepto de Inteligencia Emocional?

RQ2: ¿Qué modelos de gamificación permitirían desarrollar habilidades de inteligencia emocional en personas en edad adolescente y adulta?

RQ3: ¿Es funcional el uso de herramientas digitales ludificadas cuando son embebidas en procesos de aprendizaje?

Resultados parciales encontrados

En una experiencia anterior lograda por los mismos autores del actual documento, se realizó un principio de gamificación (estudio de caso y desarrollo) para la Compañía privada *Líderes H.G.* de Colombia quienes venían realizando procesos de formación por competencias para adultos de manera presencial en temas relacionados con liderazgo y emprendimiento para microempresarios.

En dicha experiencia se obtuvo el diseño de un modelo de formación híbrida entre presencial y virtual en el cual se aplicó principios de gamificación, implementado bajo una estrategia de juego de roles, dentro de un modelo de formación coaching (entrenamientos dirigidos por expertos para el desarrollo de habilidades y competencias específicas). Este patrón de diseño de formación fue acuñado como *Modelo Coaching U-Learning* y significó el incremento manifiesto en los niveles de inteligencia emocional y social evidenciado a través de la aplicación de instrumentos de valoración de estas habilidades, los resultados formativos obtenidos y el uso de algunos egresados en su ejercicio como coach en eventos académicos de aplicación de lo aprendido [4], además del incremento manifiesto

en la cantidad de personas intervenidas respecto con años anteriores por cada oferta presencial para la compañía de formación empresarial.

Modelo de gamificación realizado

El modelo Coaching U-learning, tomó como referencia las competencias básicas y habilidades por desarrollar y/o fortalecer dentro del programa de certificación coaching existente y que a partir del momento se innovaría mediante el nuevo modelo, se contaba con lo siguiente:

1. Competencias específicas:
 - Qué estoy leyendo
 - Qué estoy viendo
 - Qué estoy escuchando
 - Con quién me estoy relacionando
2. Coaching transformacional.
3. Liderazgo.
4. Emprendimiento.
5. Oratoria profesional.

La primera instancia de transformación contemplada consistió en identificar el estilo de aprendizaje de cada participante para así poder plantear el diseño de actividades que se ajustara más a la caracterización del tipo de estudiante que prefería este tipo de formación específica y garantizar en alguna medida inicial la aceptación del producto. Lo anterior se realizó mediante la aplicación del test de Honey y Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) [5] con los participantes seleccionados. Con los resultados de la caracterización mencionada, se re-distribuyeron las competencias contempladas en el proceso de formación de acuerdo al esquema de fortalecimiento de inteligencias múltiples buscando que el modelo Coaching U-learning incluyera actividades en un entorno síncrono (presencial o mediado por TIC) y un entorno digital asíncrono que en su conjunto determinen el nuevo Sistema Educativo Transformacional Gamificado [6].

El modelo de diseño seleccionado para la construcción del nuevo entorno de formación se trabajó bajo el esquema de Gamification Canvas (Figura 2) por acoplarse no solo a las necesidades esperadas para el diseño didáctico del proyecto sino además por los intereses que desde lo comercial se puede pre-diseñar

para la naturaleza misma de la empresa objeto de estudio (componentes de costos e ingresos).

Figura 2.
Modelo de gamificación en educación



Las etapas contempladas para el diseño de este entorno fueron las siguientes:

1. Dinámicas de juego: Son los aspectos globales a los que un sistema gamificado debe orientarse y está relacionado con las motivaciones y necesidades que se pretendía generar en el participante. Aquí se definieron los elementos que generalmente generan algún tipo de motivación en quien juega:
 - Recompensa: Puntos de avance en el proceso de formación.
 - Reconocimiento: Lograr ser incluidos en eventos como expositores o participantes.
 - Logro: Metas alcanzadas dentro del proceso de formación Coaching U-learning.
 - Autonomía: Reflejado en el avance del proceso de formación.
 - Competencia: Frente a los avances de sus demás compañeros competidores.
 - Relacionamiento con los demás: Posibilidad de participación en espacios y eventos con personas exitosas en el ámbito empresarial.
2. Mecánica de juego: Las mecánicas son las diversas acciones, comportamientos y mecanismos de control que se ofrece al jugador dentro de un contexto de juego [7]. Dicho de otra manera, describe las reglas mediante los componentes de juego, que a continuación describiremos, para crear las

dinámicas de juego. Algunos ejemplos son: establecer retos, para sacar a los usuarios de un ambiente de confort; plantear la forma idónea en la que los usuarios tienen que comportarse en el juego (competición, colaboración, oportunidades, etc.); determinar los turnos del jugador, es decir, cuándo y cómo interactuar con el juego o los participantes; si la superación de retos u obstáculos irá acompañada de alguna recompensa, puntos, etc.; o cómo se realizará la retroalimentación a los participantes.

3. Componentes del juego: Son elementos concretos o características asociados a las dinámicas y mecánicas de juego [8]. Algunos de estos componentes son: puntos por actividades propuestas y finalizadas correctamente; niveles de avance en el juego (proceso de formación Coaching); desafíos en desarrollo de talleres de oratoria, lectura recomendada o análisis reflexivo de películas; adquisición y acceso a material virtual y asistencia a eventos presenciales; clasificaciones generales por niveles de avance en el proceso de aprendizaje.
4. Tipos de jugadores: describe la tipología de jugador de acuerdo a la naturaleza del juego y de las pretensiones formativas esperadas. En este caso, se buscaba lograr los siguientes tipos de jugadores:
 - Socializador: les gusta relacionarse con la gente, ayudar y tener gente de confianza en el juego, por lo que tienden a confiar en los demás. Este comportamiento está relacionado con el centro social, y es que la principal fuente neural es la oxitocina, neurotransmisor relacionado con la confianza.
 - Buscador: siente curiosidad por el mundo en el que juega y disfruta descubriendo. Se siente motivado por el mecanismo de interés, que se relaciona con el área del cerebro en procesar la información sensorial y la asociación de la memoria. Cuando encuentran patrones interpretables se produce una liberación de endorfinas.
 - Triunfador: mientras que el conquistador está más orientado al desafío, el arquetipo triunfador está más orientado a objetivos, motivado por los logros a
 - largo plazo y con finalización definitiva. La satisfacción que sienten consiguiendo los objetivos está determinada por la dopamina (centro de placer).
5. Estética del juego: Se buscaba que el diseño de la interfaz del juego se realizara de manera iterativa e incremental no solo en el tiempo sino en cuanto a los elementos contenidos en el componente virtual, ya que por definición siempre se quería mantener la estructura mixta que combinara actividades presenciales con otras virtuales. Estos diseños se evaluaban de manera heu-

rística, validando la percepción y comportamientos de los jugadores tanto en los entornos presenciales como en los digitales (Figura 4).

6. Comportamientos: Si bien estos elementos no eran viables de predecir con certeza, si se contaba con las mecánicas de juego que se planteaban con anticipación para dinamizar los comportamientos esperados por los jugadores durante el ejercicio de coaching u-learning. Específicamente, se solicitaba la lectura y observación ordenada tanto de libros como de películas, videos y documentos suministrados a través del entorno virtual para que, posteriormente, los jugadores diseñaran su propio material audiovisual que diera cuenta de los logros alcanzados.
7. Plataforma: Para la primera fase de diseño de la experiencia, se contó con una interfaz básica dentro de un sistema de gestión de aprendizaje (LMS) implementada en Moodle, que contaba con una máscara gráfica que era visible para los participantes-jugadores y un material audiovisual que se hacía visible en la medida que se iban logrando los retos y mecánicas formuladas [9].
8. Costos y Beneficios: Estos dos elementos no hacían parte del alcance puntual de nuestro proyecto por ser expresamente de orden financiero; sin embargo, en algunos momentos dentro del desarrollo de la actividad si se contaba con un espacio de encuentro con el equipo empresarial de la Compañía Líderes H.G. para la entrega de informes de avance en el proceso de formación de los participantes y con base en ello se otorgaban beneficios institucionales dentro de un plan de compensación ya establecido.

Al final de la experiencia, se obtuvo un entorno de interacción en línea (Figura 3) en donde el estudiante/jugador seleccionaba su rol y a partir de ahí asumía los retos [10] que semanalmente se proponían buscando el desarrollo de actividades formativas que incluían desde la lectura de documentos hasta el desarrollo de actividades prácticas que debían ser grabadas y subidas a la misma plataforma (Figura 4).

Si bien esta experiencia significó un avance importante para los fines de la empresa para la que fue diseñada, desde lo enteramente experimental y teórico significó una fuente de nuevos interrogantes que forjaron la formulación de nuevos estudios que ha venido siendo formulados y desarrollados.

Figura 3.
Sistema coaching u-learning implementado



Figura 4.
Entorno gamificado



Aspectos sobre la inteligencia emocional

Actualmente son muchas las definiciones que se tienen acerca de lo que se puede concebir como *inteligencia emocional*, ante esto, para el proyecto de investigación que origina este escrito se toma la posición de Gardner quien concibe la inteligencia emocional como “el potencial bio-psicológico para procesar información que puede generarse en el contexto cultural para resolver problemas” [11], además de definiciones como las de Martineaud y Elgehart, quienes definen la inteligencia emocional como “la capacidad para leer nuestros sentimientos, controlar nuestros impulsos, razonar, permanecer tranquilos y optimistas cuando no nos vemos confrontados a ciertas pruebas y mantenernos a la escucha del otro” [12]. Por otro lado, Goleman expresa que sólo en los años 90’s surge un

modelo científico de la mente emocional, y explica como gran parte de lo que hacemos se dirige emocionalmente con sus propias razones y lógica [13].

Por tanto, se considera relevante la identificación de las habilidades que han de ser tenidas en cuenta dentro de la investigación y que hacen parte de la inteligencia emocional, de manera que su estímulo, mediante técnicas alternativas a la formación tradicional, aporte a los objetivos propuestos [14]. En este sentido el estudio se centra en las siguientes habilidades:

- El autonocimiento: como la capacidad de reconocer mis emociones, mis puntos fuertes y débiles.
- El autocontrol: como la capacidad para controlar mis impulsos y mantener la calma.
- La automotivación: es la habilidad para realizar acciones por mí mismo, sin el impulso de otros.
- La empatía: es la competencia para comprender la situación del otro.

Las habilidades sociales:

- Son las capacidades para relacionarse con otras personas, con un acercamiento eficaz
- La asertividad: es la capacidad para defender las ideas propias y aceptar las críticas como acción de mejora.
- La proactividad: es la habilidad para tomar la iniciativa ante problemas u oportunidades.
- La creatividad: es la competencia para Observar el mundo desde otra perspectiva.

De acuerdo con diversos autores [15], el manejo adecuado y a conciencia de estas habilidades dentro del proceso de formación básica en una persona, debería fortalecer las competencias blandas que, junto a otras competencias disciplinares que se adquieren dentro del proceso de formación tradicional, conlleven a la persona a un nivel de realización que asegure mejores resultados en las actividades que esta realice a lo largo de su vida.

Gamificación en procesos formativos

La Gamificación es un término acuñado por Nick Pelling en el libro de Marczewski [16] y se utilizó por primera vez en el año 2002, pero sólo hasta los últimos años ha tomado fuerza, apalancándose en las nuevas herramientas

que ofrece la tecnología y la generación en masa de nuevas aplicaciones web y móviles, en las que los principales elementos que se usan son las insignias o badges, tablas de liderazgo o leaderboards y puntos, representados por algún tipo de moneda virtual social.

En ámbitos educativos, el uso de técnicas de gamificación se ha convertido, además de una tendencia de la innovación formativa, en una extensión de las implicaciones de la psicología en la educación mediante el uso de diversos elementos tecnológicos, como los videojuegos o las aplicaciones informáticas para dispositivos móviles [16].

Hablar hoy de “gamificación educativa”, supone hacerlo de una tendencia basada en la unión del concepto de ludificación y aprendizaje. La gamificación propiamente dicha trata de potenciar procesos de aprendizaje basados en el empleo del juego para el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje efectivos, los cuales faciliten la cohesión, integración, la motivación por el contenido y potenciar la creatividad de los individuos [17].

Como queremos resaltar, el uso de dinámicas de juego permite hacer más divertido el aprendizaje, lo cual también significa para quien estudia un mayor compromiso hacia su auto-aprendizaje, el uso de nociones de narrativa, autonomía y significado, en un entorno seguro donde se permita explorar y probar las cosas sin miedo a que un error o un fracaso lo lleve en el peor de los casos a un nuevo intento para seguir aprendiendo.

En consecuencia, al ‘gamificar’ una acción de aprendizaje se genera un reto interesante y es el de mantener la motivación entre las personas que aprenden desde dos enfoques: uno intrínseco y otro extrínseco, para lo cual existen algunos modelos y prácticas contenidas en los juegos aplicados a procesos formativos (Figura 5):

- ARCS: Basado en cuatro conceptos: la atención, la relevancia, la seguridad y la satisfacción de quien interactúa.
- Taxonomía de la motivación intrínseca: Los retos, la curiosidad, la competición y el reconocimiento de la excelencia como factores motivacionales.
- Condicionamiento operante de Skinner: Sistema de recompensas/incentivos o castigos por hacer o no hacer algo. Motivación puramente extrínseca.
- La teoría de la autodeterminación: Toda acción es impulsada por una motivación intrínseca (autonomía): alguien se siente responsable y capaz de realizar una acción.

Figura 5.



- La práctica distribuida: Se relaciona con el entrenamiento de habilidades o destrezas. Para que algo resulte significativo es conveniente trabajarlo en pequeñas dosis de información que van reforzando la idea que tenemos sobre algo.
- Scaffolding: La idea es acompañar en el inicio del proceso al estudiante/jugador para que poco a poco se apodere del control y progrese de manera autónoma.
- Memoria episódica: El aprendizaje de algo nuevo (fijado en nuestra mente), está relacionado con las experiencias que disfrutamos.

- Aprendizaje situado: Creación de un contexto social para el aprendizaje y la inmersión del estudiante/jugador en dicho escenario (avatares o micromundos modelados).
- Flow: Se relaciona con el balance entre la ansiedad que te produce la extrema dificultad y el aburrimiento que te produce lo extremadamente fácil.

De igual manera, la caracterización de los integrantes del proceso de formación que se espera realizar debe llevar a la definición del *tipo de jugador* que se familiarice con sus características personales:

- Achievers (triunfadores)
- Explorers (exploradores)
- Socializers (socializadores o sociales)
- Killer (asesinos)

Finalmente, de acuerdo al caso especial de producto a gamificar se ha de tener claridad en los aspectos de diseño que incluyan desde los retos o desafíos a plantear al estudiante/jugador, los mecanismos de recompensa hasta el modelo de diseño del proceso de ludificación. En este caso existen modelos como:

- MADDIE
- Scrum
- Gamification Canvas
- Octálisis
- Modelos híbridos

Como puede evidenciarse en la comprensión de los conceptos de Inteligencia Emocional y de Gamificación, estos se relacionan dentro de un contexto de formación en el manejo, consciente o no, de las emociones al momento de realización de diversas actividades cotidianas. No obstante, su utilización con propósitos específicos debe estar acompañado de un adecuado diseño tecnopedagógico, de manera que el desarrollo de las habilidades pueda ser orientado de manera positiva y siempre enfocado hacia una situación concreta.

Aprendizaje electrónico afectivo

Al interior de escenarios de formación, los desarrollos emocionales y afectivos se consideran como catalizadores de los procesos de aprendizaje, para alcanzar desde la mejora de la atención, la memoria y la toma flexible de decisiones,

hasta la resolución de problemas y mejorar la eficiencia y el rigor para decidir ante situaciones concretas [8] lo que aporta al logro de la inteligencia emocional. Lo anterior es corroborado por [9] cuando menciona que las actitudes y comportamientos de los profesores no propician directamente el aprendizaje, sino que es necesario que los alumnos encuentren sentido a las tareas requeridas, sientan que controlan su proceso de aprendizaje y perciban sus propias competencias en el aula. Estos datos indican que el empoderamiento podría ofrecer a los profesores y a las instituciones educativas orientaciones para diseñar propuestas de intervención que favorezcan un contexto de aprendizaje en el que los estudiantes aprendan de manera intrínseca.

Si bien el manejo de las emociones parecería, en principio, más asequibles desde entornos de formación presenciales, es en las investigaciones aplicadas a entornos de formación en línea (E-learning o B-learning) donde más se ha profundizado en estos aspectos, al convertirse este fenómeno en un factor primordial para mantener al estudiante motivado dentro de su proceso de aprendizaje. Esto es más notorio, y a la vez muy necesario, en casos en donde quien busca aprender posee condiciones físicas o cognitivas consideradas como especiales.

De acuerdo a lo anterior, el aprendizaje electrónico afectivo ligado a las técnicas de gamificación sería el factor a explorar y validar en la búsqueda de generación y uso consciente de las habilidades de inteligencia emocional esperadas.

Estado de la técnica

Al incluir elementos propios de entretenimiento y generalmente en escenarios digitalizados, la gamificación utiliza muchos de los componentes relacionados con el desarrollo de aplicaciones de juego. Entre los modelos de diseño de aplicaciones computacionales para juego más utilizados se encuentra los siguientes:

MDA Framework

Por la estrecha relación existente entre Gamificación y juego, es posible utilizar las mismas herramientas usadas para el desarrollo y creación de este tipo de aplicaciones. Una de dichas herramientas es el MDA Framework, uno de los marcos de trabajo más comunes para el diseño de juegos [18]. MDA son las siglas en inglés de Mechanics (Mecánicas), Dynamics (Dinámicas) y Aesthetics (Estética).

Este marco de trabajo es un enfoque formal para entender los juegos que tiene como función tanto ser una herramienta de diseño como ser una herramienta de estudio. MDA permite enfocar el diseño de los juegos de una forma metódica

e iterativa. Además, este enfoque permite conceptualizar el comportamiento dinámico de los juegos, facilitando así la creación de técnicas de desarrollo iterativo, permitiendo la identificación temprana de resultados no deseados y replantear estrategias de desarrollo acordes a lo esperado.

Figura 6.
MDA Framework



Método 6D

Es otro marco de trabajo, compuesto por seis (6) fases destinadas al diseño de aplicaciones tipo juego. Estas fases son:

1. Definición de objetivos del sistema.
2. Definición de comportamientos deseados.
3. Descripción de los jugadores.
4. Diseño de ciclos de actividad.
5. Elementos de diversión adicionados.
6. Implementación de herramientas adecuadas.

Además de este tipo de aspectos arquitectónicos netamente computacionales, cuando el desarrollo gamificado sea aplicado en contextos de formación, debe basarse en el enfoque de la gamificación educativa (gamified education), que debe permitir la mediación de un instructor (profesor) y garantizar la interactividad entre todos los participantes de la experiencia.

Para su desarrollo, existen algunos ejemplos de aplicaciones y plataformas que pueden ser útiles al momento de prototipar o en algunos casos de diseño de soluciones definitivas. Entre estas están:

1. Mozilla Open Badges
2. Institute of play
 - Q Design Packs
 - Quest to learn

3. Classcraft

Todas ellas, tienen la ventaja de estar soportadas bajo lenguajes de HTML5, soporte de CSS3, PHP y SQL, lo que las hace compatibles con muchos dispositivos y navegadores de internet actuales.

Proyecto en desarrollo

El proyecto actualmente vigente (Figura 7) se encuentra en su primera fase de desarrollo para la cual se ha dispuesto de manera paralela al levantamiento del estado del arte, y se ha venido caracterizando a los estudiantes que más adelante se convertirán en jugadores dentro del contexto de formación gamificado que se espera obtener. En este sentido, se concibe la solución a realizar compuesta por tres componentes básicos:

1. Un sistema de gestión del proceso de formación de competencias y habilidades para la inteligencia emocional en línea y con acceso multiplataforma [19].
2. El producto de gamificación bajo escenarios de interacción mixto, presencial y virtual, que arroje los retos a los estudiantes/jugadores y cree el ambiente de motivación extrínseca e intrínseca para el desarrollo de habilidades específicas.
3. Un contexto de formación con disponibilidad de diversas herramientas para:
 - Interacción de los participantes
 - Creación de contenidos propios

Figura 7.
Diagrama conceptual de solución en desarrollo



El proyecto es desarrollado en tres fases que buscan elaborar una exploración teórica sobre todos los aspectos que se consideren pertinentes para el estudio,

el desarrollo iterativo de la aplicación de gamificación que facilite el empoderamiento de las habilidades para la inteligencia emocional y finalmente la verificación de resultados aplicando el diseño obtenido dentro de un estudio de caso en la Institución Educativa Normal Superior de la Ciudad de Popayán (Colombia) escenario de intervención en el cual se espera la mejora de las condiciones de manejo emocional de los estudiantes de la fase complementaria de dicha institución, quienes se forman para ser a su vez docentes de las futuras generaciones y quienes estarían incluyendo estas habilidades dentro de sus actividades de formación en un futuro cercano. Actualmente se está realizando el proceso de caracterización de los futuros participantes-jugadores, representados por un grupo de 135 estudiantes del ciclo complementario del proceso de formación de la Normal Superior de Popayán, para quienes se espera identificar: estilos de aprendizaje, elementos que representan mayor diversión, elementos interactivos a adicionar a la aplicación gamificada y definir para este caso de estudio los propósitos de aprendizaje deseados, así como las métricas de evaluación por aplicar.

Conclusiones y resultados parciales

La recopilación de nueva literatura relacionada con las temáticas de inteligencia emocional y la posibilidad de su desarrollo mediante actividades características de juego, ha permitido encontrar que la utilización de técnicas de gamificación para la innovación de propuestas de aprendizaje facilita la motivación intrínseca de quien aprende y aumenta los resultados académicos. Sin embargo, las condiciones e impacto de estos modelos de gamificación cambian de manera significativa de acuerdo a las condiciones y particularidades del contexto en el que se quiera aplicar, por lo tanto, se debe analizar detalladamente los elementos, condiciones de aplicación y las personas que estarán involucradas en cada caso concreto.

De igual manera, se demuestra que la gamificación, por tratarse de un conjunto de técnicas y elementos tecnológicos que permiten aprender mediante actividades dinámicas, facilita el desarrollo de habilidades para la inteligencia emocional mientras su uso esté acompañado de una adecuada estrategia de formación. Así mismo, se encuentra que existe una relación directa entre el uso de Gamificación y el desarrollo de habilidades para el manejo emocional, lo cual permite innovar en procesos de formación y enfocar las intencionalidades de aprendizaje hacia casos particulares (entornos personales de aprendizaje), por ejemplo: casos de formación con algún tipo de discapacidad cognitiva o en entornos totalmente virtuales. Con lo anterior se resuelve las preguntas de

investigación formuladas durante la revisión sistemática inicial, pero a la vez se generan nuevos interrogantes que vale la pena explorar en futuros estudios.

Además de la culminación del proyecto en curso, los resultados parciales que son presentados en este artículo han dado cabida al planteamiento de nuevos interrogantes que se convierten en preguntas para nuevas investigaciones. Dichas preguntas están relacionadas con el uso de modelos computacionales y su relación directa con el desarrollo de habilidades, pero en este caso de la siguiente manera:

¿El uso de aplicaciones computacionales para el desarrollo de habilidades relacionadas con la inteligencia emocional sería apropiado para el tratamiento de casos particulares de discapacidad física o cognitiva?

¿Cómo el desarrollo de habilidades emocionales mediante uso de aplicaciones computacionales aporta directamente para el tratamiento de casos de trastorno de espectro autista –TEA? Por ejemplo.

¿El uso de aplicaciones computacionales, especialmente mediante técnicas de gamificación para la formación de futuros docentes permitiría que las habilidades emocionales que sean desarrolladas en ellos hagan parte de las competencias transversales y explícitas que se transmitirían a las nuevas generaciones?

Se espera que estos y otros interrogantes sean resueltos mediante consecuentes proyectos interdisciplinarios que se formulen desde las instituciones que hacen parte de los actuales estudios.

Referencias

- [1] González, R. M. M., & Ibarra, N. A. (2016). Inteligencia emocional en educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(2), 887-888.
- [2] Gardner, H. (1993). *Múltiples Intelligencias*. New York: BasicBooks, Traducción española en Ed. Paidós.
- [3] Doval, M. E. C., & Fustiñana, C. S. J. Y. P. (2003) La Importancia De La Inteligencia Emocional En El Aula. *Revista de Educación*. Universidad de Málaga pp 97-116.
- [4] Coto, M. (2017). Impacto de las emociones en el aprendizaje de la programación. 12 Congreso Colombiano de Computación.
- [5] Marczewski, A. (2013). *Gamification, A Simple Introduction*. Google Books.
- [6] Pelegrina del río, M. Tejeiro, R. (2008). *La psicología de los videojuegos: Un modelo de investigación*. Ed. Aljibe.

- [7] Marín V. (2015). La gamificación educativa, una alternativa para la enseñanza creativa. Recuperado de Digital Education Review - Number 27, <http://greav.ub.edu/der/>
- [8] Hernandez-Sanchez, A. Ortega, J. (2014). Aprendizaje Electrónico Afectivo: un modelo Innovador para Desarrollar una Acción Tutorial Virtual de Naturaleza Inclusiva. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja, s/n, 18071. Granada –España.
- [9] San Saturnino Murua, N.; Goicoechea, J. Liderazgo transformacional, empowerment y aprendizaje: un estudio en ciclos formativo de grado superior. Revista de Educación, [S.l.], v. 362, Disponible en: <<https://recyt.fecyt.es/index.php/Redu/article/view/15360>>.
- [10] Constain M., G.; Mora P, P. (2017). Gamificación en ambientes ubicuos y desarrollo de habilidades para inteligencia emocional: Modelo Coaching U-learning. Memorias del Congreso Internacional Mediaciones Pedagógicas con TIC. Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD. Bogotá -Colombia.
- [11] Calle Marquez, M. G., & Remolina De Claves, N. Incidencia de la inteligencia emocional en el proceso de aprendizaje. NOVA - Publicación Científica EN CIENCIAS BIOMÉDICAS, 112. 2011.
- [12] M. M. Petersen, F, R. Feldt, S. Mujtaba, “Systematic Mapping Studies in Software Engineering,” 2008.
- [13] Gené, O. B. (2015). Fundamentos de la gamificación. Madrid: UPM. Recuperado de <http://oa.upm.es/35517/>
- [14] Hunicke, R., LeBlanc, M. & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. In Proceedings of the challenges in Game al Workshop, 19th national conference on artificial intelligence, San José: AAAI Press. Recuperado de <http://www.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>
- [15] Ecurra, M. L.M. (2011). Análisis psicométrico del Cuestionario de Honey y Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) con los modelos de la Teoría Clásica de los Tests y de Rasch. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. 2011.
- [16] B. Kitchenham and S. Charters, “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering,” Engineering, vol. 2, p. 1051, 2007.
- [17] Bisquerra, R. Educación emocional y competencias básicas para la vida. Revista de Investigación Educativa, 21 (1), 7-43. 2013.
- [18] Liddy, E.; Paik, W.; McKenna, M. User interface and other enhancements for natural language information retrieval system and method. 2016.

- [19] Liu, W. Natural user interface- next mainstream product user interface. Published in: Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design (CAIDCD), 2010 IEEE 11th International Conference. 2011.

Evolución de ChildProgramming: un recorrido por los aportes académicos a la metodología de desarrollo de software para niños

René Fabián Zúñiga Muñoz,
Julio Ariel Hurtado Alegría¹⁹
Habbib Fardoun²⁰

Resumen

ChildProgramming se presenta como un modelo de enseñanza de la programación para grupos de niños, aplicando estrategias de colaboración, lúdica y desarrollo ágil. Desde su aparición en el año 2013, diferentes proyectos a nivel de pregrado y posgrado han abordado esta metodología con el fin de realizar estudios que permitieran su validación y ajuste, realizando aportes a su modelo conceptual en temas como: identificación de los procesos de abstracción que los niños aplican, el desempeño de los grupos teniendo en cuenta el conocimiento compartido (memoria transactiva), también desde el punto de vista de la organización por género en los equipos de trabajo con el fin proponer soluciones a problemas computacionales y desarrollar competencias relacionadas con el pensamiento computacional.

19. Grupo IDISUniversidad del Cauca. Popayán, Colombia. Correos electrónicos: fabianmunoz@unicauca.edu.co; ahurtado@unicauca.edu.co

20. Department of Information Systems. Universidad Rey Abdulaziz. Jeddah-Arabia Saudita. Correo electrónico: hfardoun@kau.edu.sa

Keywords: pensamiento computacional, enseñanza, educación, niños, memoria transactiva, desarrollo ágil, género gamificación, depuración.

Introducción

Diversas propuestas relacionadas con la posibilidad de iniciar a los niños en el desarrollo de aplicaciones informáticas consideran al entorno escolar como un ambiente propicio para este ejercicio. Este tipo de aprendizaje se ha convertido en una necesidad actual en las escuelas de todo el mundo. El desarrollo del pensamiento computacional como una estrategia para ofrecer a los estudiantes la posibilidad de utilizar los conceptos computacionales para proponer soluciones a problemas en cualquier ámbito, se considera como una habilidad del siglo XXI [1]. Es el caso de la International Society for Technology in Education (ISTE)²¹ que en el año 2016 publicaron algunos estándares educativos en los que se incluye en pensamiento computacional como una de las competencias primordiales para la alfabetización en tecnología. La Universidad del Cauca desde el año 2012 emprende la definición de una propuesta metodológica en la que los niños sean los protagonistas del desarrollo de soluciones informáticas, desarrollando habilidades lógico matemáticas y sociales, basándose en tres aspectos: la lúdica, la colaboración y el desarrollo ágil.

Desde su presentación, esta metodología ha ido evolucionando a partir de los aportes que diversos grupos de estudiantes a nivel de pregrado y posgrado han propuestos en temas como: la identificación de los procesos de abstracción que los niños y niñas aplican en la solución de problemas, la gamificación de la metodología, la aplicación de la memoria transactiva en el trabajo en equipo, la organización de la prácticas a partir de aspectos relacionados con el género y la implementación del debugging en el proceso de desarrollo. Todos estos aportes se han propuesto con la intención de desarrollar el pensamiento computacional [2] a través del trabajo en equipo y en ese proceso se ha encontrado que los autores de estas extensiones carecían de una línea de evolución global y de una base arquitectónica flexible, más allá del modelo original.

Todo esto ha dado lugar a la organización y presentación de diversas prácticas y recursos que han vuelto al modelo algo complejo para su comprensión y aplicación. Dificultando su promulgación y amenazando su evolución organizada, de forma tal que su evolución ha sido empírica hasta este momento. En el presente artículo se presenta esa evolución la cual consideramos nos

21. <http://www.iste.org>

lleva hacia una familia de procesos, la cual no se requiere completa para su aplicación. Una selección parcial de la familia daría lugar a un enfoque único del proceso, derivar estos enfoques únicos se vuelve necesario para facilitar su adopción, sin embargo, esta derivación requiere de la estructuración en forma flexible de la metodología, lo cual, también facilitaría la futura evolución de la familia de modelos.

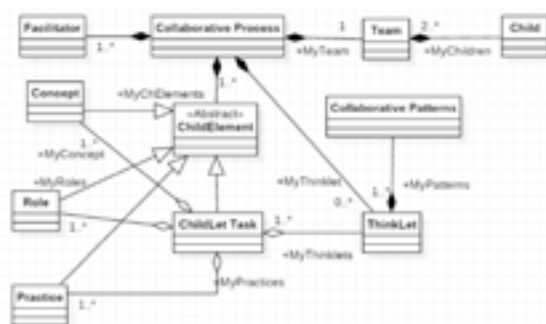
En este artículo se realiza un recorrido por la evolución de *ChildProgrammig* con el fin de identificar las extensiones y los puntos de extensión que permitan proponer una arquitectura conceptual del modelo con dos fines: 1. Facilitar la derivación de enfoques únicos y 2. Facilitar la organización de las prácticas de acuerdo a las necesidades reales en el aula.

ChildProgramming

Esta propuesta metodológica [2] nace bajo la convicción de que todos los niños y niñas independientemente de su condición social y económica pueden acercarse al tema de la programación de computadoras a pesar de no tener los recursos tecnológicos suficientes, surge como una idea para mejorar el capital humano a mediano plazo en temas relacionados con la ingeniería de software.

En este punto aparece la colaboración y la lúdica como instrumentos que permitan a los equipos de niños y niñas desarrollar soluciones informáticas aplicando algunos conceptos de procesos de desarrollo ágil. El modelo conceptual de la metodología *ChildProgramming*, se muestra en la Figura 1.

Figura 1.
Arquitectura conceptual de *ChildProgramming*



La base conceptual – ChP se refiere a que en el proceso al niño se le tienen en cuenta aspectos como: la estrategia, el pensamiento, la abstracción, la creatividad, el desarrollo intelectual, su comportamiento individual y en grupo. La

lúdica, la colaboración y las prácticas ágiles se complementan una a la otra dentro de la metodología, en la medida que las practicas pedagógicas se diseñan y aplican siguiendo aspectos como el trabajo en equipo, aprender haciendo, la innovación, el ensayo y error y la organización del trabajo. A continuación, presentamos el ciclo de vida del proceso *ChildProgrammig*.

Figura 2.

Ciclo de vida del proceso *ChildProgramming*

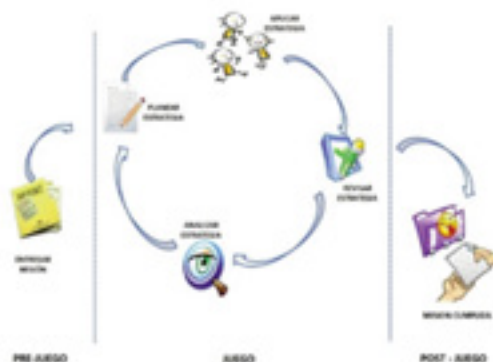
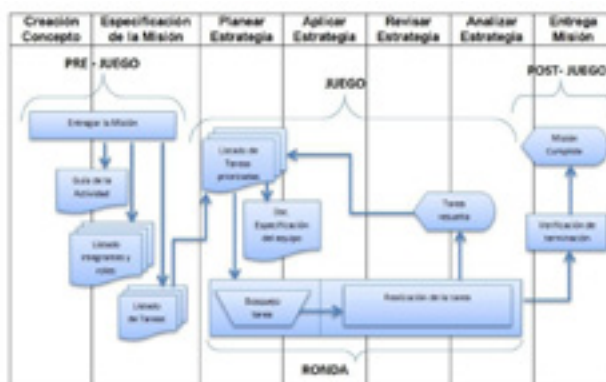


Figura 3.

Diagrama de flujo proceso *ChildProgramming*



En las figuras 2 y 3 se muestran las fases y actividades principales de la metodología, las cuales se deben desarrollar obligatoriamente y sobre las que se han realizado los aportes que se mencionan al inicio del presente artículo.

Cada una de estas tres fases tiene un objetivo muy preciso, el pre-juego tiene como finalidad establecer la misión (entrega de requisitos) esta debe ser deta-

llada, cada integrante del equipo debe conocer el objetivo y las metas de cada misión, deben obtener del docente los materiales necesarios para su cumplimiento y los equipos identifican tareas y realizan una primera organización de deberes entre los integrantes del equipo, lo que permite pasar a la siguiente fase.

En la fase de juego su objetivo es desarrollar la misión de tal manera que se entregue al final de las rondas realizadas una propuesta de solución. Las rondas son iteraciones en las cuales los equipos a medida que avancen en la solución del problema deben cumplir con las siguientes etapas: Planear la estrategia, aplicar la estrategia, revisar la estrategia y analizar la estrategia.

En la fase de Post-juego los equipos hacen entrega de la misión cumplida, esta solución debe cumplir con los requerimientos propuestos en la presentación de la actividad, el docente hace una evaluación del trabajo del equipo, a partir de los objetivos de la actividad, que él mismo definió en la primera fase.

Adicional a estos elementos están los roles, conceptos y prácticas que constituyen elementos más específicos y cuya definición general es la siguiente:

- Roles: actores que intervienen en el proceso en las actividades propias de las sesiones de clase como en sesiones de trabajo extra. Estos son: docente, líder del equipo, equipo de trabajo, investigadores u observadores externos.
- Conceptos: permiten desarrollar las actividades, son los que integran aspectos cognitivos, colaborativos y de desarrollo ágil.
- Prácticas: es un componente esencial, los equipos de trabajo las aplican y estas se dividen en tres componentes, los cuales tienen comportamientos muy específicos:
- Componente colaborativo: comprende aceptar las condiciones para desarrollar la actividad, desarrollar la actividad en equipo y comprometerse para trabajar en equipo
- Componente cognitivo: se refiere a cumplir las reglas de juego, preguntar lo que no se entiende y entender el tema de la actividad.
- Componente ágil: implica reunirse con un compañero(a) y realizar la tarea, utilizar todo el lugar de trabajo con el equipo para informarse de la actividad y hacer la tarea de forma sencilla realizándola cada vez mejor.

La evolución de ChildProgramming

Desde la presentación de *ChildProgramming* en el año 2013, diferentes iniciativas se han desarrollado con el propósito de complementar la metodología y aportar

a la mejora de las practicas definidas en *ChildProgramming*, estos aportes se presentan a continuación con la finalidad de mostrar como *ChildProgramming* es una metodología única sobre la cual los complementos aportan ideas y procesos muy específicos. A continuación, presentamos los objetivos de cada uno de estos trabajos y su aporte en los aspectos del modelo conceptual y arquitectónico dentro de la metodología *ChildProgramming*. Su evaluación se realizó en un ambiente educativo real aplicando diversos estudios de caso.

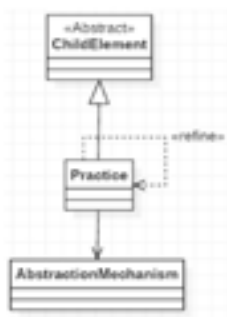
Identificando mecanismos de abstracción

ChildProgrammig-A [4] trabajo enfocado a definir y aplicar un método incremental que facilite el análisis y diseño en el desarrollo de software en equipos en los niños de edad escolar entre los 10 y 13 años basado en la aplicación de modelos mentales compartidos como base para la organización, planificación y coordinación de las tareas de desarrollo en el contexto de la metodología *ChildProgramming*.

Aplica un refinamiento de las prácticas propuestas en *ChildProgramming*, enfocándose en el desarrollo del pensamiento computacional, a partir de la aplicación de los mecanismos de abstracción, la incrementalidad en las misiones y el pensamiento compartido. En la Figura 4 se muestra como las prácticas en *ChildProgramming* se refinan con el fin de aplicar los tres principios mencionados anteriormente.

Figura 4.

Modelo conceptual prácticas refinadas en *ChildProgrammig-A*



Al concluir el proceso de investigación se obtienen los siguientes resultados:

- La incrementalidad en los ejercicios favorece la asimilación de los conceptos computacionales básicos, así mismo, incluir un ejemplo dentro de la guía genera en los equipos de trabajo una sensación de alivio y los retos se concluyen

de manera satisfactoria. Los niños y niñas identifican y utilizan mecanismos de abstracción como la generalización luego de aplicar las prácticas de clase que incluyen los ejemplos de guía, esto se convierte en un insumo importante para que ellos puedan deducir posteriormente conceptos de abstracción como la descomposición, teniendo cuidado en que el uso de los ejemplos guía es más limitado, por la posibilidad de que esto direcciona a los niños y niñas en una posible solución sin dar lugar a la creatividad.

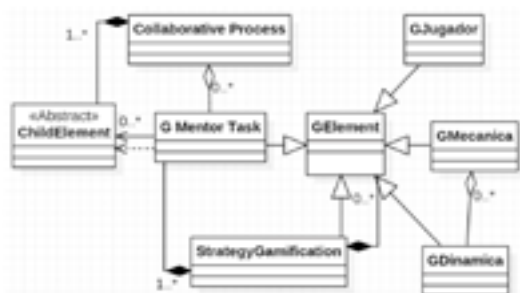
- Al organizar el trabajo mediante los modelos mentales compartidos los equipos demostraron mayor orden y productividad, frente a los grupos que no aplicaron esta práctica para compartir el conocimiento.

Gamificación

ChildProgrammig-G [5] pretende extender el modelo *ChildProgramming* incorporando mecánicas y dinámicas de juego que permitan incrementar el desempeño de los equipos de trabajo en términos de calidad productividad y comportamiento. En este trabajo se propone una caracterización de los tipos de jugador y se aplica el tema de la incrementalidad en las mecánicas y dinámicas de juego. Su evaluación se realizó en un ambiente educativo real aplicando dos estudios de caso.

La Figura 5 muestra el aporte que se ha propuesto para el modelo conceptual de *ChildProgramming*, se muestra solamente el área comprendida a las nuevas entidades que se proponen.

Figura 5.
Modelo conceptual *Childprogramming-G*



En esta propuesta aparecen dos nuevos paquetes GChildModel y GamiTool, así como algunos paquetes que se modificaron para permitir la aplicación de la gamificación, al incluir actividades propias de los docentes en las etapas de planificación, seguimiento y cierre de las tareas.

Al concluir esta investigación los autores consideran que efectivamente la gamificación si permite tener un mejor desempeño en los equipos de trabajo, por cuanto se incentiva el aprendizaje y la participación activa de los niños en el proceso, igualmente se mejoran aspectos relacionados con la socialización, el trabajo en equipo y la mejora continua. El docente tiene un papel importante en el proceso porque es quien debe desde el comienzo planificar y monitorear el desempeño de los equipos dentro de un entorno gamificado que él debe diseñar. Con respecto al desempeño de los equipos fue posible establecer que efectivamente la productividad y el comportamiento mostraron un avance significativo, sin embargo, la calidad es un indicador que no fue posible medir apropiadamente con el estudio propuesto.

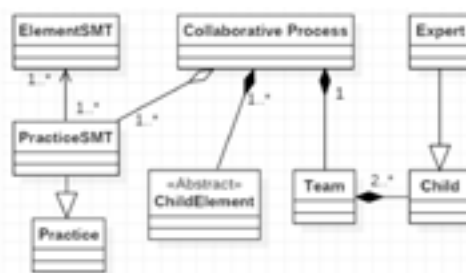
Memoria transactiva

ChildProgramming-GTM [6] en este trabajo se presentan diversas prácticas que son ajustadas para que los equipos de niños y niñas apliquen la memoria transactiva como ejercicio de planificación y desarrollo de las actividades.

Se identificaron los componentes que deberían tenerse en cuenta para desarrollar sistemas de memoria transactiva en los trabajos en grupo, la medición de la efectividad de este nuevo enfoque para *ChildProgramming* se realizó teniendo en cuenta tres aspectos (especialización, credibilidad y coordinación).

La Figura 6 muestra el aporte que se ha propuesto para el modelo conceptual de *ChildProgramming*, se muestra solamente el área comprendida a las nuevas entidades que se proponen, en este caso se toma como referencia el modelo *ChildProgramming-G*.

Figura 6.
Modelo conceptual *ChildProgramming-GTM*



Las prácticas que pretenden aplicar el tema de la memoria transactiva se asocian al proceso colaborativo integrando igualmente elementos propios del desarrollo

de la memoria transactiva, en el caso de los niños, aparece un nuevo elemento y es el relacionado con la especialización (experto), quien es el integrante que domina un tema en particular en la misión que se está desarrollando. El sistema de memoria transactiva incluye prácticas para formar expertos temáticos, que colaboran con los equipos y comparten información mientras se desarrolla la misión. La memoria transactiva implica elementos como: Recompensa, Interdependencia de tareas, búsqueda de recursos, directorio de conocimiento, intercambio de conocimiento, confianza, diferenciación de conocimiento, configuración de equipos y especialización.

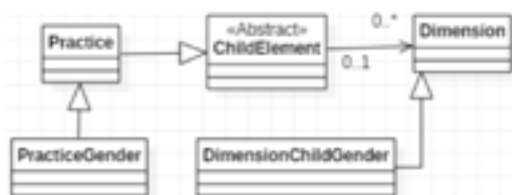
En este trabajo fue evidente el aporte en el comportamiento de los niños y niñas al permitir establecer y reconocer que puede haber expertos temáticos que influyen adecuadamente en la planificación y desarrollo de las tareas, la colaboración y el trabajo en equipo motivo a los integrantes para luchar por lograr la recompensa, permitiendo mayor efectividad en la solución.

Género

ChildProgramming-Gender [7] su propuesta consiste en presentar ciertas prácticas orientadas a tener en cuenta aspectos de diversidad de género e inclusión cuando grupos de niños y niñas se involucran en el diseño de actividades relacionadas con la programación de computadoras. La evaluación de esta investigación busco incrementar el interés en los temas informáticos alejándolos de los estereotipos de género que se presentan en la sociedad.

La Figura 7 muestra el modelo conceptual de *ChildProgramming-Gender* el cual se extiende del modelo *ChildProgrammig*.

Figura 7.
Modelo conceptual *ChildProgramming Gender*



Las prácticas y las dimensiones de género contienen información específica relacionada con el tema de la inclusión y la diversidad, estas se convierten en insumo para que el docente las aplique durante las tres fases de *ChildProgramming*. Los docentes son quienes buscan comprender y analizar aspectos relacionados con

el género como: prácticas sexistas, análisis de los intereses de los estudiantes y la promoción de la igualdad. Las prácticas se han complementado con actividades, cuestionarios y referencias a material didáctico que buscan eliminar los estereotipos de género al interior del salón de clase.

El desempeño de los equipos se incrementa en aspectos como la productividad, la calidad y el comportamiento cuando se incorporan los elementos de género, los conceptos de programación fueron adaptados al ambiente escolar con niños y niñas manteniendo la atención y motivando la participación en el desarrollo de las actividades.

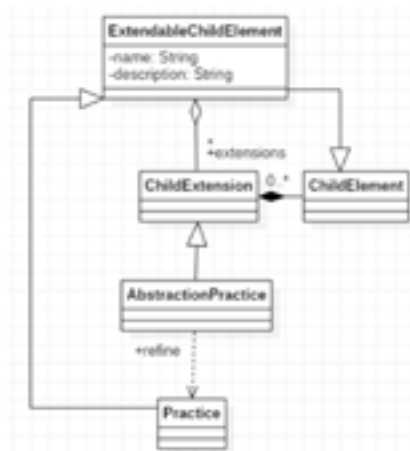
Conclusiones y trabajo futuro

La metodología *ChildProgramming* como tal, constituye un insumo relevante en el tema de la incorporación de la enseñanza de la programación de computadoras en espacios escolares para niños y niñas. Los trabajos que se han desarrollado en torno a esta propuesta muestran que aún hay un espacio que se puede recorrer con el fin de ajustar un producto que permita considerar esta metodología como algo terminado.

ChildProgramming como método general es funcional y permite procesos de ajuste y complemento que pueden ser aplicados como piezas que encajan al núcleo metodológico y proveen una funcionalidad y adaptabilidad que los docentes pueden aprovechar en el momento de decidir qué enfoque quieren aplicar.

La Figura 8 representa una aproximación para lograr dicha conexión entre *ChildProgramming* y sus extensiones, modificando los elementos más abstractos, para dar flexibilidad a los elementos más concretos. En esta se puede ver como las prácticas de abstracción (*AbstractionPractice*) pueden refinar las prácticas (*Practice*) de *ChildProgrammig*, gracias a que las prácticas son susceptibles a ser extendidas, puesto que son elementos extensibles de *ChildProgrammig* (*ExtendedChildElement*), es decir pueden incluir una o varias extensiones (*ChildExtension*). Lo mismo aplicaría para dimensiones, roles, tareas y conceptos.

Figura 8.
Estrategia de extensión en *ChildProgramming*



Esto permitirá construir *ChildProgramming* como una familia de metodologías en las que los puntos de extensión se tendrán en cada elemento núcleo de la metodología como elementos extensibles y las variantes introducidas se podrían agregar como extensiones. La familia *ChildProgramming* podría ser construida como una línea de procesos [8]. Esto no sólo permitirá generar las diferentes variantes actuales de la metodología, sino que permitiría potencialmente configurar combinaciones de éstas variantes con la limitante que habría que estudiar y codificar las diferentes restricciones que estas combinaciones presentaría

ChildProgramming-D es una nueva propuesta de trabajo que se está ejecutando en estos momentos en el marco de un trabajo de pregrado, plantea incorporar temas de depuración de código orientadas a mejorar la calidad de los productos que en cada misión se desarrollen, implica una evaluación de las técnicas y métodos utilizados en el tema de la depuración de software aplicada a grupos de niños y niñas, que conlleve la construcción de un modelo conceptual que complemente el modelo *ChildProgramming*.

Referencias

- [1] J. Moreno-Leon, G. Robles, y M. Roman-Gonzalez, «Comparing computational thinking development assessment scores with software complexity metrics», 2016.
- [2] S. T. Cruz, O. E. Rojas, J. A. Hurtado, y C. A. Collazos, «ChildProgramming process: A software development model for kids.» Computing Colombian Conference (8CCC), 2013 8th, pp.1,6, 21-23, 2013.

- [3] R. F. Z. Zuñiga, J. A. H. Alegría, y P. P. Rodríguez, «Discovering the mechanisms of abstraction in the performance of work teams in children to solve computational problems», *Sist. Telemática*, vol. 14, n.o 36, pp. 69-87, mar. 2016.
- [4] García Potosí Alex Andrés y Orejuela Muñoz Hanner Fabiá, «ChildProgramming-G: Extendiendo ChildProgramming con Técnicas de Gamificación», Universidad del Cauca, 2014.
- [5] Hurtado, J. A.; Gómez, V. Y.; Zambrano, A. C. (2017). Estudiando el modelo ChildProgramming-G para encontrar elementos que permitan desarrollar un sistema de memoria transactiva. *Campus Virtuales*, 6(1), 99-108.
- [6] C. A. Manzano Quiñones y J. C. Moreno Vásquez, «ChildGender – Extendiendo ChildProgramming con Aspectos de Diversidad de Género», Tesis de Pregrado, Universidad del Cauca, 2017.
- [7] J. M. Wing, “Computational thinking and thinking about computing,” *Phil. Trans. R. Soc. A*, vol. 366, no. 1881, pp. 3717–3725, 2008.
- [8] J.A. Hurtado, M.C. Bastarrica, S.F. Ochoa, and J. Simmonds. 2013. MDE software process lines in small companies. *J. Syst. Softw.* 86, 5 (May 2013), 1153-1171.

Utilização de game data mining para classificação de jogadores de MMORPG

Bruno Almeida Odierna,
Ismar Frango Silveira²²

Abstract

Analyzing and understanding the standard of players' gameplay in virtual environments has been an increasingly used activity in digital games developers and producers' companies. Players not only plays, they are consumers of in game products, they buy possible games sequences or expansions, they make small transactions, they advertise the game to friends, they use the game as a communication mean. In the case of MMORPG (Multiplayer Massively Online RPG Game). There are diverse types of players, and classifying them can be done campaigns or new developments in order to increase players' satisfaction, retaining players in virtual environment longer. This study aims to show that it is possible to classify players by analyzing gameplay in consolidated theories such as Bartle's archetypes. It is an analysis of the main types of users studied in different ways: Behavioral analysis, questions and analysis of telemetry data. There is also a session with the related works and first tests performed.

Keywords: Game analytics, Bartle taxonomy, player classification, World of Warcraft, Gamification

22. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, Brazil. Correos electrónicos: bruno.odierna@gmail.com; ismar.frango@gmail.com

Introdução

Segundo [8] hoje há 2,2 bilhões de jogadores espalhados pelo mundo que irão gerar \$108,9 bilhões de dólares em lucros nos jogos no ano de 2017, divididos entre dispositivos móveis (42 %), PC (27 %) e consoles (31 %).

Pode-se notar que o mercado de jogos digitais é altamente atrativo para seus investidores que passaram a investir em meios para proporcionar uma melhor experiência para seus jogadores e fidelizá-los em seus produtos. Um dos meios é utilizar o game data mining para buscar informações dos jogadores em dados de telemetria de jogos [1].

Com dados da telemetria podem ser realizadas análises através de ferramentas de Game Data Mining e pode-se classificar jogadores que jogam determinados jogos, seus comportamentos no jogo, seus padrões de jogabilidade, e em posse dessas informações as produtoras podem iniciar novos desenvolvimentos de jogos, expansões para o jogo atual, ações de marketing para atrair novos jogadores, entre outras possibilidades.

Para as produtoras é importante tentar classificar seus jogadores com base no seu estilo ou forma de jogar e, desde que Richard Bartle realizou a pesquisa sobre os tipos de jogadores que jogam MUD (Multi User Dungeon) [13], a área de pesquisa sobre classificação de jogadores se tornou conhecida pelos pesquisadores e foi aplicada em áreas diferentes da identificação de jogadores de MUD como Game Design e gamificação [2, 3, 6, 10, 11, 15]. Enquanto outros pesquisadores tentaram desenvolver taxonomias mais robustas que envolvessem mais tipos de jogadores como em [10], na área que foi originalmente criado por Bartle há apenas um questionário desenvolvido por [7] que classifica o tipo de jogador em um MUD ou MMORPG (Multiplayer Massive Online Role Playing Game).

Segundo [10] a teoria de Bartle além de ter pontos a serem melhorados como os tipos de jogadores não serem correlacionados e poderem estar se sobrepondo, o autor diz que o modelo não pode ser validado empiricamente. Um exemplo de aplicação e validação empírica de tipos de jogares pode ser encontrada em [2] onde foi criada uma análise que através de Game Analytics e Game Data Mining para identificar os tipos de jogadores que jogam um jogo em específico, mas que não é do tipo MMORPG, com graus de acerto satisfatório, porém não foi encontrado em bases de pesquisas acadêmica (Elsevier, IEEE Explorer e Web of Science no período de 2009 até o presente momento) artigos sobre a validação da taxonomia de Bartle e sua validação em jogos do tipo MMORPG.

Esse trabalho visa identificar os possíveis dados que possam ser utilizados para classificar os jogadores em cada um dos quatro tipos de jogadores do arquétipo de Bartle em uma determinada base de dados do jogo World of Warcraft.

Taxonomia de Bartle

Richard Bartle [13] desenvolveu uma taxonomia para categorizar jogadores de MUD (Multi User Dungeon). O resultado foi de quatro tipos de jogadores: Killers, Explorers, Achievers, Socializers, como pode ser visto na Fig. 1.

Figura 1.

Os quatro tipos de jogadores e suas atuações no mundo do jogo



O eixo horizontal começa à esquerda na ênfase no Jogador (esquerda) e termina à direita no Ambiente (Mundo do jogo), enquanto o vertical, na parte de baixo começa na interação e termina acima na ação. Os jogadores estão dispostos em cada um dos quadrantes a partir da definição dos tipos de jogadores acima [13].

Os Achievers são os jogadores que jogam baseado em colecionar o maior número de itens possíveis dentro de um jogo, sejam eles uma maior pontuação, objetos raros ou mesmo pequenas recompensas do jogo. A característica desses jogadores é de tentar encontrar alguma vantagem ao participar de alguma missão em grupos, contar a quantidade de experiência que falta para ganhar um nível, ou a quantidade de pontos para se atingir a pontuação máxima. Os Achievers gostam de agir sobre o ambiente dos jogos em que se encontram [13].

Explorers jogam com a motivação de explorar ao máximo o jogo, mas não só no sentido do mapa do jogo como também cada detalhe, cada falha, cada abertura no jogo para que se possa tirar alguma vantagem do ambiente. Um explorador se sente realizado quando encontra algo que ninguém nunca encontrou, seja uma rota escondida ou uma combinação de jogadas nunca tentada que ativam

um poder especial de um personagem. Explorers gostam de interagir com o ambiente dos jogos em que se encontram [13].

A motivação dos Socializers é comunicação com os outros jogadores, e como um bom jogo de RPG (Role Playing Game), representar o seu personagem na melhor forma possível no ambiente virtual. O jogo para esses jogadores não é o principal, e sim poder conversar com os amigos feitos nele, poder compartilhar experiências fora do jogo, e até mesmo realizar encontros para que todos possam jogar juntos no mesmo ambiente. Socializers tendem a uma maior interação com os outros jogadores [13].

Os Killers são os jogadores que gostam de se impor nas pessoas do ambiente virtual. São os jogadores que se sentem realizados matando personagens alheios, ou quando provocam outros jogadores durante a sessão de jogo. Killers são os jogadores que agem sobre os jogadores que estão no mesmo ambiente que eles [13].

MUDs podem ser considerados um dos primeiros jogos do tipo MMO (Massive Multiplayer Online) onde jogadores se juntam para jogar todos em um ambiente virtual e há na literatura um estudo de desenvolvido por Andreassen e Downey que classifica os jogadores através de um questionário. A verificação de arquétipos já foi realizada através de game analytics [1] e espera-se que com a utilização de game analytics seja possível realizar a validação da taxonomia de Bartle.

Trabalhos correlatos

Como trabalhos correlatos têm-se as pesquisas de Nick Yee [12], Drachen et. Al [4] e Marczweski [5].

Framework de Yee

Yee [12] confronta a teoria de Bartle e seus arquétipos onde diz que não há uma tentativa sistemática para criar um framework da motivação de jogadores de MMORPG, e sim apenas um framework exploratório desenvolvido por Bartle que servia apenas para MUD. O autor ainda cita que não foi testado de forma empírica a validação dos quatro tipos de jogadores de Bartle e suas motivações [12].

O framework de Yee é desenvolvido através das interações entre os usuários, o quanto se dedicam emocionalmente e como, e se, podem se desenvolver habilidades interpessoais nesse tipo de jogo.

Para conseguir essas respostas, foram desenvolvidos questionários online para definir os dados demográficos, as motivações, e as suas experiências dentro do jogo.

Durante um período de 3 anos (2000-2003), mais de 30000 jogadores dos MMORPG mais jogados na época (EverQuest, Dark Age of Camelot, Ultima Online, e Star Wars Galaxies) responderam os questionários. [12].

Com as respostas o autor conseguiu identificar 100 características que seriam as motivações de cada jogador e as agrupou em 3 grandes grupos de motivação de jogadores: Achievement, Social, Immersion como pode ser visto na tabela 1 abaixo [14],[12].

Table 1.
Características de jogadores e seus agrupamentos

<i>Achievement</i>	<i>Social</i>	<i>Immersion</i>
Advancement Progress, Power, Accumulation, Status	Socializing Casual Chat, Helping Others, Making Friends	Discovery Exploration, Lore, Finding Hidden Things
Mechanics Numbers, Optimization, Templating, Analysis	Relationship Personal, Self-Disclosure, Find and Give Support	Role-Playing Story Line, Character History, Roles, Fantasy
Competition Challenging Others, Provocation, Domination	Teamwork Collaboration, Groups, Group Achievements	Customization Appearances, Accessories, Style, Color Schemes
		Escapism Relax, Escape from Real Life, Avoid Real-Life Problems

Classificação de jogadores através de telemetria de jogos

Utilizando-se de dados reais coletados, contando com a colaboração dos estúdios desenvolvedores em fornecer os dados Drachen et. Al utilizam dois jogos distintos: um do tipo FPS (First Person Shooter) (Battlefield 2: Bad Company 2) e um do tipo MMORPG (Tera Online)

Utiliza-se de métodos não supervisionados k-means e Simplex Volume Maximization (SIVM) para agrupar os tipos de jogadores de cada jogo [4].

Esses algoritmos foram escolhidos pois enquanto o primeiro pode ser utilizado para obter informações do comportamento em geral dos jogadores no ambiente virtual, o segundo é utilizado para obter informação sobre comportamentos extremos [4].

Para o jogo Tera, jogadores foram divididos em 4 grupos baseados em seus níveis (1-10, 11-20, 21-30, 30-32). No trabalho foi escolhido mostrar os grupos de

jogadores do último grupo devido eles serem os de maior nível no jogo e apresentarem o maior número de tipos de jogadores. Foram identificados 6 grupos de jogadores com o k-means: Elite, Stragglers, Average Joes, The Dependables, Worker I e Worker II. Já com o SIVM foram identificados também 6 grupos: Elite, Stragglers, Planters, Miners, Auction Devils e Friendly Pros como pode ser visto nas tabelas 2 e 3 abaixo [4].

Table 2.

Grupos, percentual e as características dos jogadores identificados no Tera através do algoritmo k-means.

Title	%P	Characteristics
Elite	5.78	Highest scores for all features except Mining and Plants which are the lowest in the game.
Stragglers	39.4	Lowest scores for all features, including deaths from monsters.
Average Joes	12.7	Better scores across all categories than Low Performers, 4 th ranked overall.
Dependables	18.6	Average scores across all categories, high number of friends, 3 rd ranked overall, 2 nd rank in monster kills.
Worker I	15.9	Similar to the Average Joes, but high Mining and Plants, and loot value 3 rd ranked.
Worker II	7.6	Similar to The Dependables, but highest Mining and Plants value in the game. 2 nd ranked overall. Loot 2 nd ranked.

Table 3.

Grupos, percentual e as características dos jogadores identificados no Tera através do algoritmo SVM.

Title	%P	Characteristics
Elite	3.9	High scores overall, except for Mining/Plants and deaths from monsters. No auctions created.
Stragglers	7.6	Low scores overall, dies a lot from monsters.
Planters	21.6	Middling scores, but high Plants skill.
Miners	15.0	Middling scores, but high Mining skill.
Auction Devils	1.1	Highest auction and achievement score. 2 nd ranked loot and kills scores. 2 nd ranked friends score, high mining score.
Friendly Pros	50.8	Highest friends score, scores similar to Auction Devils apart from low auction score and 2 nd lowest loot score.

Já os jogadores do BF2BC2 foram divididos em 7 categorias diferentes, e, similar aos tipos de jogadores do Tera, os dois algoritmos foram consistentes em seus agrupamentos. Com o k-means foram identificados: Assassins, Veterans, Target Dummies, Snipers, Soldiers, Assault-Engineer e Trainee veterans. Com o SIVM foram identificados: Assassins, Veterans, Target Dummies, Assault-Recon, Medic-Engineer, Assault “specialist” e Driver Engineers como pode ser visto nos tabelas 4 e 5 abaixo [4].

Table 4.

Grupos, percentual e as características dos jogadores identificados no BF2BC2 através do algoritmo k-means.

Title	%P	Characteristics
Elite	5.78	Highest scores for all features except Mining and Plants which are the lowest in the game.
Stragglers	39.4	Lowest scores for all features, including deaths from monsters.
Average Joes	12.7	Better scores across all categories than Low Performers, 4 th ranked overall
Dependables	18.6	Average scores across all categories, high number of friends, 3 rd ranked overall, 2 nd rank in monster kills
Worker I	15.9	Similar to the Average Joes, but high Mining and Plants, and loot value 3 rd ranked.
Worker II	7.6	Similar to The Dependables, but highest Mining and Plants value in the game. 2 nd ranked overall. Loot 2 nd ranked.

Table 5.

Grupos, percentual e as características dos jogadores identificados no BF2BC2 através do algoritmo SIVM.

Title	%P	Characteristics
Elite	3.9	High scores overall, except for Mining/Plants and deaths from monsters. No auctions created.
Stragglers	7.6	Low scores overall, dies a lot from monsters
Planters	21.6	Middling scores, but high Plants skill
Miners	15.0	Middling scores, but high Mining skill
Auction Devils	1.1	Highest auction and achievement score. 2 nd ranked loot and kills scores. 2 nd ranked friends score, high mining score
Friendly Pros	50.8	Highest friends score, scores similar to Auction Devils apart from low auction score and 2 nd lowest loot score

Apresentação dos resultados das análises

Para realizar esse experimento foi escolhido o jogo World of Warcraft (WoW), pois ele se encaixa nas definições de um jogo MUD: Jogo multiplayer online ambientado em um mundo virtual jogado em tempo real [16].

O grupo de dados escolhido foi o World of Warcraft Avatar History (WoWAH), que foi extraído do jogo durante um período de 3 anos (Janeiro de 2006 à Janeiro de 2009) fornecendo dados de um total de 91605 avatares [18].

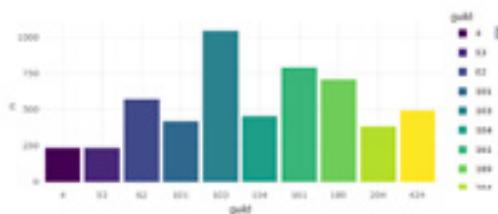
Ainda que seja uma base de dados relativamente antiga, trata-se de uma base de dados ainda utilizada em algumas pesquisas ([17],[18]), bem como exercícios de hackathon [19].

O objetivo do experimento era capturar os dados do maior grupo (guild) que jogam juntos pois assim é possível obter um grupo controlado de jogadores. O

primeiro passo foi identificar a maior guild do jogo. A guild com maior número de ocorrências foi a 103 como pode ser visto na Fig. 2.

Figura 2.

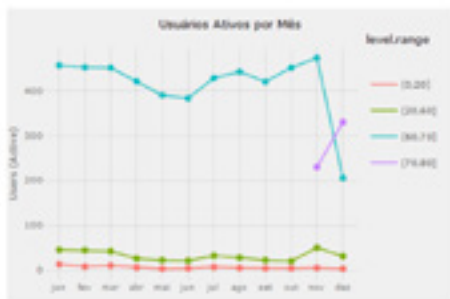
Número de jogadores em cada uma das top 10 guilds



A Fig. 3 mostra a distribuição dos jogadores ativos durante os meses, e seus níveis durante o período.

Figura 3.

Usuários ativos por mês



A maioria dos jogadores dessa guild começam já com entre os níveis mais altos do servidor (70), e é possível ver uma queda nos números totais de jogadores no período de Maio e Junho de 2008, e com o lançamento da expansão Warth of the Lich King (WoTLK) em Outubro de 2008, vemos os personagens saindo do nível 70 e subindo para o nível 80.

Com esse gráfico pode-se começar a identificar os Achievers, pois em menos de quinze dias do lançamento da expansão WoTLK já são vistos os jogadores no nível máximo ou próximo dele.

As Fig. 4, mostram o deslocamento dos jogadores entre os níveis 70 e 80 dentro do jogo.

Figura 4.

Deslocamento global dos jogadores de nível entre 70 e 80 da guild 103



Os jogadores foram escolhidos no nível mais alto para ver a movimentação deles nas áreas de Battlegrounds onde se concentram os duelos PvP (Player vs Player) (região em azul) com a intenção de encontrarmos os jogadores do tipo Killer, e pode-se notar que a movimentação para essas cidades é grande.

Outra região interessante para se olhar é a região Arena (região amarela), onde as guilds entram para se enfrentar, porém a concentração não é grande dentro dos jogadores desse nível ao comparar com as outras áreas.

A localização onde esses jogadores mais se concentram são nas cidades ditas Capitals (região roxa). Nessas cidades os jogadores podem encontrar atrativos para ficarem pois possuem locais para compra e venda de itens, casa de leilões, bancos, entre outras atividades que chamam a atenção para jogadores desse nível. São boas localizações para entender quais jogadores procuram essas cidades, um jogador do tipo Socializer pode ficar ali pois pode socializar com outros jogadores devido à alta concentração de jogadores, os Achievers podem comprar itens raros nas casas de leilão, Explorers podem procurar por caminhos mais rápidos para regiões diferentes com portais.

Conclusão e trabalhos futuros

Medir o que jogadores fazem dentro do seu jogo é crítico para melhoria da jogabilidade e da interação do jogador [9]. Quanto mais conhecer o seu jogador, as

empresas poderão proporcionar ações direcionadas a cada um dos seus grupos de jogadores, podendo criar experiências únicas a cada um deles.

Com esse primeiro ensaio utilizando os dados colhidos através no WoWAH foi possível desvendar quais são os potenciais dados a serem estudados para se retirar as informações da motivação dos jogadores e em qual arquétipo de Bartle ele se encaixaria melhor. A dificuldade segue em encontrar uma melhor maneira de encontrar os Socializers, uma vez que esse grupo de jogadores não é de fácil classificação com os dados obtidos.

Para um próximo trabalho cabe análise dos jogadores utilizando uma rede neural SOM para classificar os jogadores em cada um dos quatro tipos de jogadores de Richard Bartle [13] automaticamente.

Referências

- [1] A. Drachen. Game Data Mining: Fundamentals <https://gameanalytics.com/blog/game-data-mining-fundamentals.html>, 2012
- [2] A. Drachen; M.S. El-Nasr. A. Canossa. Player Modeling using Self-Organization in Tomb Raider: Underworld. Proceedings of the International Symposium on Computational Intelligence and games, 2009.
- [3] A. Drachen et al. Game data mining. In: M.S. El-Nasr; A. Drachen; A. Canossa. Game Analytics: Maximizing the Value of Player Data. Estados Unidos: Springer. cap. 12, pages 205-254. 2013.
- [4] A. Drachen et al. Guns, swords and data: Clustering of player behavior in computer games in the wild. In IEEE conference on Computacional Intelligence and Games (CIG). IEEE, 2012.
- [5] A. Marczewski. The Intrinsic Motivation Ramp. <https://www.gamified.uk/gamification-framework/the-intrinsic-motivation-ramp/>
- [6] D. Dixon. Player Types and Gamification. Proceedings of the CHI 2011 Workshop on Gamification, 2011.
- [7] E. Andreasen; B. Downey. The Mud Personality Test. The MUD Companion (1), pages 33-35, 2001.
- [8] E. Mcdonald. The Global Games Market Will Reach \$108.9 Billion in 2017 With Mobile Taking 42 %. <https://newzoo.com/insights/articles/the-global-games-market-will-reach-108-9-billion-in-2017-with-mobile-taking-42/>
- [9] J. Han; M. Kamber; J. Pei. Data Mining: Concepts and Techniques. 1. ed. Estados Unidos: Morgan Kaufmann, Pages 1-32, 2012
- [10] J. Schell, Jesse. The Art of Game Design: A Book of Lenses. Morgan Kaufmann 2008

- [11] J. Sullivan. Achievements and Gamerscore: Best Practices, <http://www.voidcn.com/blog/baozi3026/article/p-3552500.html>
- [12] N. Yee. Motivations of Play in MMORPGs. *Proceedings of DiGRA*. 2005
- [13] R. Bartle. Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs. *Journal of MUD Research*, 1996.
- [14] S.E. Caplan, D. Williams, N. Yee. Who plays, how much, and why? Debunking the stereotypical gamer profile. *Computers in Human Behavior*, 25, 1312-1319. 2008.
- [15] T. Jordan. Gamification 101: Richard Bartle player types. Acesso em: <https://reignite.com/2014/07/richard-bartle-player-types/>
- [16] The Statistics Portal: Number of World of Warcraft (WoW) subscribers from 1st quarter 2005 to 3rd quarter 2015 (in millions). <https://www.statista.com/statistics/276601/number-of-world-of-warcraft-subscribers-by-quarter/>
- [17] V. P. Barros; P. Notargiacomo. Big data analytics in cloud gaming: Players' patterns recognition using artificial neural networks. 2016 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), 2016.
- [18] Y-T. Lee; K-T. Chen, Y-M. Cheng C-L. Lei. World Of Warcraft Avatar History Dataset, Mmsys. 2011.
- [19] World of Warcraft Avatar History Kaggle files: <https://www.kaggle.com/mylesoneill/warcraft-avatar-history>, 2016

Identificación de problemas de accesibilidad en juegos serios

Daniela Pérez Oliveros,
María Isabel Vidal,
Gabriel Elías Chanchi²³

Abstract

En la actualidad la temática de juegos serios ha ganado importancia e interés provocando que diferentes áreas de la ingeniería y el desarrollo del software trabajen en pro de la mejora en el diseño e implementación de estos. Aunque existen estándares que permiten soportar un buen diseño es importante que los juegos sean accesibles a diferentes tipos de usuarios incluyendo población con diversidad funcional, uno de los retos de los juegos serios es evaluar su aspecto funcional desde la perspectiva de la accesibilidad, dado que las investigaciones existentes se han centrado en la usabilidad de los videojuegos y los juegos serios.

Teniendo en cuenta estos aspectos, este artículo presenta un conjunto de problemas asociados a los juegos serios desde la perspectiva de la accesibilidad, y su clasificación teniendo en cuenta criterios y principios de la norma NTC 5854 de Accesibilidad WEB

Keywords: accessibility; ntc 5854; serious games; video games

23. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias-Bolívar. Correo: gchanchig@unicartagena.edu.co

Introducción

Los juegos serios son definidos como “juegos cuyo objetivo es transmitir al jugador algún tipo de conocimiento o mejorar las habilidades mentales” [1]. Existe evidencia de que el uso de los juegos serios proporciona diferentes beneficios, entre los que se destacan: Que son más eficaces que los métodos de enseñanza tradicionales en cuanto a la formación de las habilidades cognitivas, son promotores en el desarrollo de habilidades motoras, permiten mejorar el potencial de los empleados y sus capacidades técnicas, posibilitan a los estudiantes experimentar situaciones que sería imposible experimentar en la vida real, etc [2].

Uno de retos de los juegos serios, abordados en este artículo, es evaluar su aspecto funcional desde la perspectiva de la accesibilidad, dado que solo se han evidenciado estudios que se han centrado en la usabilidad de los videojuegos y de los juegos serios [3]; En este orden de ideas se considera la evaluación Heurística como un método de inspección de accesibilidad, mediante el cual un conjunto de expertos califica los diferentes aspectos de la interfaz de usuario, teniendo en cuenta unos principios de accesibilidad establecidos.

A partir de lo anterior, cabe anotar que uno de los insumos más importantes para la generación de una evaluación heurística de accesibilidad es la identificación de los principales problemas asociados a los juegos serios desde la perspectiva de accesibilidad [4]. Así, a partir de un conjunto de problemas detectados, es posible identificar, clasificar y proponer un conjunto de heurísticas asociadas a estos problemas funcionales, teniendo en cuenta criterios de accesibilidad establecidos en la norma NTC 5854 [5].

En este artículo se presenta como aporte un listado inicial de problemas funcionales, los cuales han sido derivados a partir de un listado de problemas de usabilidad aplicados a videojuegos y basados en las pautas establecidas en la norma NTC 5854. Los problemas presentados en este artículo pretenden ser un insumo para la adaptación de un conjunto de heurísticas propias de los juegos serios.

Metodología

En esta sección se presentan la metodología empleada para la identificación y clasificación de problemas de accesibilidad, en cinco fases a saber [7]: Fase 1. Revisión de los principios de la norma de accesibilidad NTC 5854. Fase 2. Detección de problemas asociados a los videojuegos. Fase 3. Identificación de pautas de accesibilidad para aplicaciones interactivas a partir de la norma NTC 5854 y Fase 4. filtrado y clasificación de problemas según la norma NTC 5854.

Identificación y clasificación de problemas

Fase 1. Identificación de pautas de accesibilidad

Se realiza una exploración de los criterios y principios de la norma NTC 5854, y a partir de dicha exploración se obtuvo un conjunto de pautas que pueden ser adaptables a aplicaciones interactivas en general. Lo anterior es presentado en la Tabla 1.

Fase 2,3,4. Identificación y clasificación de problemas

En la Tabla 2 se presenta un listado frecuente de problemas funcionales asociados a los videojuegos y su clasificación de acuerdo a los principios enunciados en la norma NTC 5854, lo cual puede ser un insumo inicial para el mejoramiento de los juegos serios. Este listado inicial fue adaptado a partir de lo presentado en el Gamespot.

Tabla 1.
Pautas de accesibilidad

Principio	Pauta
Perceptible	
P1.	Los contenidos multimedia de la aplicación deben contar con subtítulos de apoyo
P2.	Los contenidos multimedia deben ser fáciles de interpretar sin generar ningún tipo de duda al usuario
P3	Si la aplicación contiene imágenes estas deben presentar una información en audio, la cual facilita el entendimiento de las mismas
P4	Si la aplicación contiene videos deben contar con ayudas dentro del contenido tales como recuadros con lenguaje de señas
Operable	
O1.	Se debe poder manejar o tener el control de todas las acciones dentro del aplicativo como el usuario designe
O2.	Los contenidos multimedia de la aplicación deben poderse reproducir, pausar, avanzar o saltar
O3.	Deben permitir el cambio del tamaño de la fuente dentro del aplicativo
O4	La aplicación debe posibilitar el ajuste del tamaño de la letra.
O5	Se puede desplazar desde el teclado por las diferentes pestañas o menús que se encuentran dentro de la aplicación.
Comprensible	
C1.	Los contenidos presentados en la aplicación deben ser libres de algún tipo de ambigüedad que tiendan a confundir al usuario
C2.	La aplicación debe presentar opción del cambio de idioma.
C3.	Debe presentar unas opciones de ayuda dentro de la aplicación
C4.	La aplicación permite desplazar dentro del mismo de manera intuitiva

C5	La aplicación debe presentar un glosario de términos desconocido o comandos presentes dentro de la aplicación
C6	Los contenidos presentes en los juegos deben ser ordenados y secuenciales para el entendimiento de la información
ROBUSTO	
R1.	El tiempo de respuesta debe ser considerable
R2	La aplicación debe poder ejecutarse en equipos de diferentes dispositivos de manera adecuada
R2	El usuario debe tener el control de la aplicación desde diferentes dispositivos
R3	Se puede disfrutar de todos los contenidos de la aplicación necesidad de tener que descargar e instalar plugins adicionales

Tabla 2.
Problemas presentes en los video-juegos

No.	Problema	Principio Norma NTC 5854
1	Respuesta impredecible/ Inconsistente a las acciones del usuario	O1
2	No permite suficiente personalización	O2
3	Problemas de inteligencia artificial	O3
4	Desajuste entre cámara/ vista y acción	O4
5	No permite que los usuarios salten contenido no reproducible	O5
6	Esquema de entrada ambiguo	C1
7	Acciones difíciles de controlar en el juego	C4
8	No proporciona suficiente información sobre el estado del juego	P2
9	No proporciona un entrenamiento previo	P1
10	No proporciona ayudas	C2
11	Secuencia de comandos complejas	C3
12	Representaciones visuales difíciles de interpretar	P3
13	Respuestas a la acción del usuario no suficientemente oportunas	R1
14	Tiempo de respuesta muy extensa a las acciones del usuario	R2
15	No compatible con todas las plataformas	R3
16	Solicita de mucho permiso en algunas de las plataformas	R4

Conclusiones

Dentro de la revisión bibliográfica se evidencio que se han realizado trabajos en usabilidad en juegos serios, sin embargo, no se ha evidenciado un trabajo fuerte en accesibilidad. Teniendo en cuenta lo anterior este trabajo se propone un primer avance en cuanto a la identificación de problemas asociados a los juegos serios y establece algunas pautas de accesibilidad basadas en la norma NTC 5854 y alineadas al principio que la norma establece.

En este artículo se presenta como aporte la identificación de problemas de accesibilidad según la norma NTC 5854, partiendo de un conjunto de problemas de usabilidad. Este conjunto de problemas identificados pretende aportar una visión del ser de utilidad para la construcción de heurísticas cuyo fin sea construir o proponer una evaluación heurística de accesibilidad.

Como trabajo futuro se pretenden generar una evaluación heurística de accesibilidad enfocada en juegos serios basada en los problemas de accesibilidad identificados y su clasificación a partir de los principios de la norma NTC 5854

Bibliografía

- [1] COCEMFE, «Observatoria de la Accesibilidad,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.observatoriodelaaccesibilidad.es/accesibilidad/accesibilidad/definicion/>.
- [2] NTC, «Nomaca Técnica Colombiana 5854,» 2011. [En línea]. Available: <http://ntc5854.accesibilidadweb.co/>.
- [3] Díaz Francisco Javier; Queiruga Claudia Alejandra; Fava Luara Andrea, «Repositorio Institucional de la UNLP,» 2015. [En línea]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46458>.
- [4] David Pinelle; Nelson Wong; Tedeusz Stach, «Heuristic Evaluation for Game: Usability Principles for Video Games Design,» de CHI 2008 Proceedings. Game Zone, Italy, 2008, pp. 1453-1462.
- [5] Susi, T; Johannesson; M; Backlund, «Serious Game-An-Over-view,» Technical Report HS-IKI-TR-07-001, 2007.
- [6] Lili Garcia; Marcela Genero; Mario Piattini, «Refinamiento de un Modelo de calidad para Juegos Serios,» Ciudad Real, España, 2015.
- [7] Daniela Perez; Katerin Jimenez; Sebastian Rengifo; Gabriel Chanchi; Maria I, Vidal, «Propuesta de una evaluación heurística de accesibilidad basado en la norma NTC 5854,» 2017.
- [8] N. J. MOLICH R., Improving a human-computer dialogue, ACM PRESS, 1990.
- [9] J. L. G. Sanchez, «Jugabilidad y Video Juegos,» de Jugabilidad y Video Juegos, España, Academia Española, 2011, pp. 67-72.

Principios de animación aplicados a un avatar 3D en un editor de la lengua de señas

Carlos Ramírez-Trejos,
Víctor Romero-Chacón,
Mario Chacón-Rivas²⁴

Abstract

Existe gran cantidad de avatares generados por computadora que asisten al usuario, aunque en menor cantidad para usuarios con discapacidad auditiva tanto para la generación y/o reproducción de algún tipo específico de lengua de signos. Sin embargo, se ha detectado una carencia de aplicación de técnicas y conceptos que corresponden al campo de la animación digital. La falta de aplicación de estos principios afecta significativamente la respuesta emocional del usuario ante el ayudante virtual, pues es percibido el asistente como algo artificial. La presente investigación propone la aplicación de los 12 principios de la animación de Disney como paradigma para mejorar la experiencia del usuario en un editor de lengua de señas, capaz de generar discursos. Estos principios se aplican en el proyecto del editor *LESCO* desarrollado en el Tecnológico de Costa Rica (TEC), en su aplicación en el último año ha generado mejores índices de aceptación del avatar en la comunidad sorda.

Keywords: sign language, sign language editor, animation, avatars, *LESCO*.

24. Escuela de Computación. Instituto Tecnológico de Costa Rica (Inclutec). Correos electrónicos: carlos.ramirez@itcr.ac.cr; vicromero@itcr.ac.cr; machacon@itcr.ac.

Introducción

La inserción de elementos tecnológicos en contextos sociales y cotidianos es una línea de interés constante en las áreas de la computación y en específico la interacción humano- computador. Ha habido un creciente interés en el uso de personajes virtuales (avatar) empleados para comunicar información de las organizaciones. Estas tecnologías poseen un gran potencial social y tecnológico en su uso real, más aún cuando se aplican en grupos humanos con alguna discapacidad. Sin embargo, estos personajes y sus implementaciones en ambientes reales no siempre han sido bien percibidos, por razones diversas de apreciación más que por aspectos tecnológicos. Un comentario frecuentemente recibido es que el avatar se percibe robótico y sin vida.

El estudio de estas percepciones ha llevado a cuestionarse las técnicas y metodologías de implementación, incluso hasta los equipos de trabajo de los proyectos. Estos estudios han detectado una carencia de aplicación de técnicas y conceptos que corresponden al campo de la animación digital. La falta de aplicación de estos principios afectan significativamente la respuesta emocional del usuario ante el ayudante virtual, pues es percibido el asistente como algo artificial.

A principios del siglo pasado varios animadores se enfrentaron con un problema similar; el crear “ilusión de vida” [1] a dibujos hechos en una hoja de papel. En la década de los 1930’s este problema ya había sido resuelto por un equipo de animadores que bajo el liderazgo del animador y productor Walter Elias Disney, elaboraron una serie de pasos o requisitos que debía de tener cualquier secuencia de imágenes yuxtapuestas para que tuviesen naturalidad y carisma.

El mismo problema vuelve a surgir cuando se empezaron a crear imágenes generadas por computadora (CGI) en las décadas de los 1970’s y 1980’s. Por los alcances tecnológicos de la época, los gráficos dejaban mucho que desear tanto en su representación como en su movimiento. En respuesta a esto John Lasseter, fundador de Pixar, aplica el paradigma Disney- niano y escribe los “Los doce principios de la animación tradicional aplicados a los gráficos generados por computadora” [2]. Estos principios una vez más, logran convencer al público que los píxeles o personajes tienen “vida”.

- Estiramiento y compresión (Squash and stretch)
- Colocación/Diseño de escena (Staging)
- Aceleración/desaceleración
- Sentido del tiempo

- Acción traslapada y superpuesta (Follow through and overlapping action)
- Animación directa/Pose a pose (Straight ahead and pose to pose animation)
- Acciones secundarias (Secondary action)
- Exageración (Exaggeration)
- Atractivo/Empatía (Appeal)
- Dibujo sólido (Solid Drawing)
- Arcos (Arcs)

Siguiendo estos principios, podemos decir que es válido aplicar este paradigma una vez más en un ayudante digital que articule una lengua de señas.

La presente investigación propone la aplicación de los 12 principios de la animación de Disney [1] como paradigma aplicable para mejorar la experiencia del usuario en un editor de lengua de señas, capaz de generar discursos. Estos principios se aplican en el proyecto del editor *LESCO* desarrollado en el Tecnológico de Costa Rica (TEC).

Según la UNESCO [3] a nivel mundial existen más de 1000 millones de personas con alguna condición de discapacidad, de estos casi 93 millones son niños. Citando literalmente datos de la UNESCO, se conoce que “... estas personas suelen verse marginadas a causa de los prejuicios sociales acerca de las diversas modalidades de discapacidad y la limitada flexibilidad de los agentes sociales para atender a sus necesidades...” Además establece que esta población tiene “... múltiples desigualdades y disponen de menos oportunidades para acceder a la educación de calidad que se imparte en contextos integradores...”

Por su parte, el Informe Mundial sobre Discapacidad 2011 [4], de la Organización Mundial de la Salud (OMS) destaca que “el entorno tiene un gran efecto en la prevalencia y la magnitud de la discapacidad y en las desventajas que afrontan las personas con discapacidad. Los resultados sociales y económicos de las personas con discapacidad y los hogares con discapacidad son más pobres que los de personas sin discapacidad.”

En Costa Rica, el estudio generado a partir del Censo Nacional de Población 2011, sobre resultados relevantes de discapacidad [5], refleja que el 10,53 % de la población costarricense enfrenta una situación de discapacidad, es decir, de 4.301.712 de habitantes censados, 452.849 son personas con discapacidad. Particularizando los datos de interés para este proyecto, cabe mencionar que debido a la pregunta utilizada en el Censo Nacional solo es posible contabilizar

las personas que presentaban limitaciones para oír , las cuales alcanzan las 70.709 personas, para un 1,64 % de la población.

Adicional a esto, se tienen investigaciones que muestran datos comparativos sobre el dominio de lenguaje entre personas sordas escolarizadas y personas oyentes escolarizadas. Según un estudio realizado en el 2009, en los Estados Unidos de América, “una mayoría de jóvenes sordos de 18 años tienen un nivel de lectura en inglés inferior al promedio de niños de 10 años oyentes” [6]. Analizando estas realidades en paneles de expertos nacionales, en específico del Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva (Cenarec), se comenta que los datos son muy similares en Costa Rica, incluso podrían ser más graves.

Partiendo de esta realidad, se identifica el problema de la existencia de una brecha de comunicación entre personas sordas y oyentes, la cual se da día con día. Las barreras se presentan sobre todo cuando se requiere un servicio, limitando los derechos de las personas que presentan esta condición de discapacidad, incurriendo en un acto de discriminación.

El TEC plantea una propuesta en el abordaje de la comunicación y difusión de la Lengua de Señas Costarricense (*LESCO*), la cual consiste en ofrecer servicios de innovación social basados en herramientas tecnológicas que apoyen a organizaciones y personas físicas a comunicarse de una manera efectiva e inclusiva [7].

Esta propuesta se origina como la creación de una plataforma tecnológica que permita lograr la traducción de textos de español a *LESCO*, empleando como base una *Figura* humana en 3D (avatar) que permita recibir un texto y genere su equivalente en lengua de señas.

Proyecto LESCO

El objetivo del proyecto es lograr una representación humanoide que sea capaz de articular una lengua de señas, el cual debe contar con los siguientes parámetros: forma de la mano, expresiones faciales, movimiento, orientación de la palma y locaciones [8], [9].

Es necesario resaltar que la lengua de señas que se utiliza en este caso de estudio es la *LESCO* (Lengua de Señas Costarricense) y que la comunidad sorda costarricense junto con el Cenarec (Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva) fueron los responsables de formalizar y dirigir la gramática de la *LESCO* [8].

Un avatar como se menciona en [9], es un medio utilizado para representar el modelo del cuerpo humano en 3D. Este personaje virtual permite reproducir las

señas, las cuales facilitan el proceso de comunicación con personas en condición de discapacidad auditiva. Por lo que la iniciativa de este proyecto consiste en generar una alternativa por medio de una herramienta, enfocada primeramente en la comunidad sorda, pero también para otras personas usuarias de lengua de señas y a las personas oyentes que desean aprender esta.

La representación de gestos es una habilidad que requiere conocimiento de la gramática, semántica y congruencia al momento de manifestar los movimientos [11], debido a la complejidad que esto conlleva es que el proyectos de implementación basados en avatares son escasos y en muchos casos han quedado como productos parciales de proyectos de investigación.

LESCO

LESCO es la lengua oficial de la comunidad sorda de Costa Rica, la cual es un conjunto determinado de gestos corporales (manos, cara y torso), cuya secuencia está dada por una gramática entendida por sus usuarios y tiene como objetivo ser un complemento útil para la comunicación. Esta lengua, según [10], surge a partir del año 1970 aproximadamente, sin embargo su gramática básica se oficializa en el año 2013, como resultado de un estudio realizado por el Cenarec [11], en colaboración con expertos externos y el Departamento de Educación Especial del Ministerio de Educación Pública (MEP). Actualmente, este estudio es parte de la formación de esta lengua ideovisual.

Algunas particularidades de la *LESCO*, y que también son de muchas lenguas de señas:

- Deletreo: tiene el modo manual para representar palabras no definidas aún o de otros idiomas, siglas y similares. Usa el abecedario que tiene un signo por letra.
- Artículos y conjunciones: se omiten.
- Pronombres: tienen diferentes señas dependiendo de la primera y segunda persona. En el caso de la tercera, se usa una única seña que señala a quien se menciona.
- Números: subconjunto de glosas especial, parecido al deletreo con el alfabeto.
- Tono de discusión: se denota por gestos no manuales (uso de expresiones faciales o torso, ejemplo: agresivo, triste, feliz).
- Plural: se sabe por contexto o a veces se indica el número.
- Verbos intransitivos: funcionan como verbos y como sustantivos.

- Conceptos compuestos: secuencia rápida de otras dos señas a través de un avatar. Las frases o palabras no "reconocidas" las deletreaba, pero todo esto lo realizaba empleando una gramática del español, lo que se le llama "español signado".

La retroalimentación lograda por parte de las personas sordas que observaron el prototipo fue muy positiva, fueron enfáticos en el potencial de la herramienta y en la necesidad de lograr un avatar con movimientos naturales, que incluyera gestos y que lograra mejorar la empatía con los usuarios. Lo anterior definió retos paralelo en los que se refiere a la (o más) señas.

La *LESCO*, así como otras lenguas de señas, son lenguas naturales, no son derivadas de las lenguas orales pero tienen sus propias reglas gramaticales y léxicas [9]. Además son la primer lengua de las personas sordas. Las lenguas de señas poseen al menos cuatro elementos básicos que se conocen como parámetros de la mano: forma de la mano, locación (o ubicación), movimiento y orientación. La combinación de estos parámetros se emplea para definir la mayoría de las señas [11].

Existen señas que dependiendo de otros parámetros, la misma seña tendrá una semántica o significado diferente. Estos otros parámetros generalmente son definidos por los gestos arquitectura tecnológica y en lo que será la percepción final de los usuarios. Además del prototipo de traducción, se requirió de un editor de señas, para que personas conocedoras de la gramática de la lengua de señas pudieran crear nuevas señas que fueran interpretadas por el avatar.

A partir de esta retroalimentación el proyecto identifica la necesidad de aplicar "Los doce principios de la animación tradicional aplicados a los gráficos generados por computadora" [11].

Metodología

Animación pose a pose y directa

La animación es una ilusión óptica donde se crea una faciales, movimientos de la cabeza y movimientos del torso (llamados también en forma más general como componentes no manuales).

Editor de señas *LESCO* y avatar

El proceso inició investigando acerca de la estructura secuencia de imágenes o fotogramas (frames), los cuales, en general, son proyectadas a una tasa de 24 fotogramas por segundo [12]. En el caso de los CG, se crea una malla de polígonos

digitales la cual es deformada por articulaciones digitales (joints) que funcionan a partir de un algoritmo de cinemática inversa. Mediante la edición de los valores de las morfológica, sintáctica, semántica y pragmática que componen la lengua de señas así también, como comprendiendo la complejidad que representa este tipo de comunicación. Fue fundamental la identificación de la importancia de los parámetros no manuales en el proceso de comunicación de la cultura sorda.

Una de las causas de esta complejidad se ha debido a la diferencia de estas lenguas gesto visuales (como también suelen clasificarse) con otras lenguas orales, además al no estar integrado a una regulación lingüística por una academia mundial [12].

Una vez identificados estos componentes gramaticales, sus interrelaciones e importancia cultural, se procedió a diseñar los componentes tecnológicos que conformarían el proyecto. El desarrollo inicial de un prototipo de traductor fue fundamental para lograr el acercamiento y participación de personas líderes componentes tridimensionales de x y z se genera interpolación creando la ilusión óptica de movimiento.

En la metodología de pose a pose se utilizan los conceptos de fotogramas clave (*keyframes*) e intermedios (*inbetweens*), donde se crean las poses más importantes, se revisan y aprueban por un director y luego se dibujan los fotogramas intermedios. En este proceso los cambios y ediciones al fotograma clave se hacen de manera sencilla.

En el método de animación directa los fotogramas se van creando sobre la marcha y prácticamente no se pueden distinguir los cuadros clave de los intermedios. En este caso, el mecanismo que permite este tipo de metodología son los sistemas de captura de movimiento, que hoy en día son bastante accesibles para cualquier persona. Este tipo de metodología genera una alta naturalidad en el movimiento del personaje y es por esta razón que muchas aplicaciones de traducción de la comunidad sorda. Este prototipo se basó en la *Figura* lengua de señas utilizan este método. Sin embargo, presenta de un avatar poco estilizada y que no realizaba ninguna representación de gestos.

En el proceso de desarrollo se logró la constante interacción con la comunidad sorda, por el impacto que puede generar en esta población la tecnología. Esto permitió fortalecer una relación con esta comunidad y también reconocer lo significativo que es este vínculo debido a que son los usuarios finales que se planea lleguen a utilizar la tecnología.

El prototipo consistió de un traductor muy básico que una severa limitación, pues no permite la edición de una seña; el sistema de captura de movimiento

fusiona los cuadros clave con los intermedios y hace prácticamente imposible el cambio de locaciones o configuraciones de cualquiera de los componentes.

Para el editor de señas *LESCO* (ESL), se utiliza la metodología de pose a pose y se plantean controles para las posibles configuraciones de la mano, faciales y corporales que junto a una línea de tiempo el usuario pueda crear una pose (seña), generar, controlar el tiempo de las transiciones y poder recibir un total de hasta 8 frases y las reproducía en lengua reproducirlas.

Sentido del tiempo

En animación el sentido de tiempo se refiere a la velocidad, ritmo o pausas que se dan en una acción. Define peso y tamaño de un objeto o personajes y en ciertas ocasiones puede contener elementos emocionales, lo que constituye un principio de vital importancia para el significado de señas y la naturalidad del avatar. Para el desarrollo del ESL se utiliza un motor de juegos multiplataforma o IDE (Entorno de desarrollo de videojuegos), el cual utiliza 30 cuadros por segundo, el motor empleado es Unity .

Se diseña una línea de tiempo donde el usuario puede introducir valores de segundos o milisegundos para las transiciones entre pose y pose, línea de tiempo y control de tiempo de transiciones.

Estiramiento y compresión/exageración.

Considerado como uno de los principios más relevantes de aplicar, puesto que elimina la aparente rigidez de un objeto al ser animado. El equipo de Disney notó que la rotoscopia o re- dibujo de fotografías de un determinado movimiento carecía de naturalidad y en los estudios que realizaron notaron que habían mínimos cambios de volumen que no eran perceptibles por este proceso. Por ejemplo, se podría decir que el rostro humano es una parte del cuerpo que es relativamente rígida, sin embargo, al comer, sonreír o hablar hay una serie de músculos faciales que experimentan una compresión y extensión [13].

Este principio junto con el de exageración, que implica una hiperbolización o acentuación comedida, es aplicado a las expresiones faciales, considerando el alto grado de expresividad que implica el rostro humano. Con respecto a las configuraciones faciales se utiliza una notación concebida en la década de los 1970 por el psicólogo Paul Ekman, la cual es un sistema utilizado para taxonomizar los movimientos faciales denominado FACS o Facial Action Coding Systemekman 2003 unmasking, en esta notación se descomponen las expresiones faciales con sus respectivos activadores musculares. Se realizó una

tabla con las correspondientes unidades faciales y se moldean blend shapes o formas de transición.

Colocación

Se define como el principio donde la idea o concepto que se presenta sea completa e inequívocamente clara. Se nutre de diversos campos tales como: las artes dramáticas, la psicología, la naturaleza e impacto de la iluminación, la cinematografía, entre otros. Sin embargo, en el caso del ESL la prioridad es la efectiva comunicación del mensaje por medio de señas. Cualquier elemento distractor causará ruido en el mensaje.

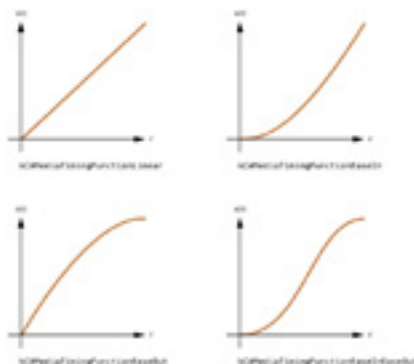
Por tanto, se implementa un sistema de luces digital con el proceso de iluminación global para que las sombras sean diluidas y la reproducción de secuencias de señas sean claras. Además de un fondo con color neutro para evitar distracciones en elementos de fondo. El valor de plano cinematográfico que define a partir de donde se hace el encuadre es un plano medio como es recomendado por el Cenarec y una cámara frontal con una profundidad focal de tipo teleobjetivo para evitar la distorsión visual.

Aceleración/desaceleración

Se refiere a la relación tiempo/espacio de los fotogramas a la hora de la reproducción, principio que trabaja con el sentido del tiempo y le permite el control en el énfasis de una acción, la suaviza o le da naturalidad. Se crean curvas directamente en el IDE que controlan y le dan mayor naturalidad a los movimientos del personaje, según las acentuaciones de movimientos de la seña en particular. Algunos de los tipos de movimientos que se debieron implementar se basan en las curvas presentadas en la Figura 1.

Figura 1.

Tipos de curvas (a) lineal (b) ease in (c) ease out (d) ease in/ease out



Dibujo sólido

Es un concepto que corresponde a la función de un diseñador en animación, el cual le exige una comprensión y conocimiento de la representación de la morfología orgánica, además de la correcta deformación anatómica particularmente en cuanto a las características de la mano y faciales del avatar.

Para el desarrollo del ESL se cuenta con un equipo de desarrolladores de software y de diseñadores en el campo de la animación digital.

Arcos

Casi la totalidad de los fenómenos cinemáticos en la naturaleza se da en arcos [13]. En CG esto es una ventaja pues casi todo el software disponible tiene implementado controles de interpolación con curvas tipo spline y además el IK del esqueleto cinemático tiene el mismo control.

Atractivo/empatía

Uno de los conceptos más ambiguos y difíciles de aplicar, según John Lasseter, es el principio de atractivo. Este se define como “un diseño placentero, con elementos de simplicidad, magnetismo y conexión con el usuario” [14]. EL atractivo también se puede abordar desde la perspectiva de Masahiro Mori con su concepto de valle inquietante (Uncanny Val-ley) [14], el cual a grandes rasgos plantea que la respuesta emocional de un usuario humano al personaje artificial se irá haciendo cada vez más positiva y empática, hasta cruzar un punto a partir del cual la respuesta se emocional se torna en un fuerte rechazo hacía la representación visual.

A partir de estos conceptos se crearon tres versiones diferentes de avatares, ver *Figura 2*. dos realistas (uno generado con software de creación automática de un ser humano y otro creado por un diseñador gráfico) y un tercero estilizado o cartoon para probar con un grupo de usuarios de la comunidad sorda, cual de los tres cuenta con mayor aceptación.

Principios de acción secundaria/acción traslapada y su-perpuesta/anticipación

La acción secundaria se define como el principio que cuando se da una acción hay repercusiones en el ambiente que rodea al objeto o personaje. Las acciones traslapadas y superpuestas se aplican a elementos apendiculares tales como: el cabello, la ropa, aretes, etc. En este caso la anticipación es necesaria para saber qué va a hacer el personaje antes que realice una acción principal.

Para este caso en específico son principios que no se recomiendan usar para un avatar pues podrían ser elementos distractores en el acto de la comunicación.

Resultados

Para el ESL se crearon los avatares que se muestran en la *Figura 2*, donde el personaje más estilizado cartoon fue el que tuvo mayor aceptación por parte de los usuarios. A continuación, la representación visual de los tres personajes generados, en orden de izquierda a derecha:

Figura 2.

Los tres avatares generados



Personaje generado automáticamente por un programa orientado a la representación visual de humanos, personaje hecho por un diseñador especialista en CG y por último personaje estilizado generado por el mismo diseñador:

La línea de tiempo donde es posible controlar el sentido del tiempo, las poses y las transiciones. La pose es guardada como fotograma clave y las transiciones son los intermedios controlados por una ventana de entrada donde el usuario introduce el tiempo de la acción, dándole el control de poder editar el tiempo y la pose.

Efectivamente la metodología de animación de pose a pose, es la más adecuada para el caso de un editor de señas pues permite la edición de la configuraciones de las poses generadas.

Los avatares se modelaron mediante un software para edición y diseño 3D los FACS, agregando un mayor énfasis en las unidades faciales, sin embargo el avatar cartoon fue el que permitió aplicar con mayor dosis los principios.

Validaciones de productos logrados

Las validaciones realizadas se efectuaron en diversos momentos, con la participación de usuarios de la *LESCO*, tanto sordos como oyentes.

Se realizó un evento denominado Señatón 2, para el cual se empleó el primer avatar de la Figura 2. En este evento se elaboró una tabla de notación de íconos y configuraciones de la mano con sus respectivas descomposiciones, participaron cerca de 100 personas sordas, 3 intérpretes de *LESCO*. El objetivo del evento fue validar las señas creadas con el avatar y lograr la retroalimentación de la comunidad sorda.

Luego del evento, también se crearon varios proyectos de ver Figura 3, un sistema de control facial basado en los aplicación de la tecnología y esto permitió la contratación FACS y un control de la posición de la cabeza y torso.

Figura 3.
Extractos de la guía de iconos e interfaz de ESL



Elaborado por Ing. D.I. Karla Araya-Orozco.

El usuario puede modelar la seña que desee a partir de botones para controlar las forma de la mano, expresiones faciales, movimiento, orientación de la palma y locaciones de personas sordas. Estos proyectos de aplicación requirieron la creación de nuevas señas propias a contextos semánticos que nos se encontraban documentados en la gramática de la *LESCO* [14].

La interfaz fue diseñada con iconos para crear señas, guardarlas, cargarlas, eliminarlas y reproducirlas. Además de las señas y discursos creados debieron ser validados por la comunidad sorda. El proceso de validación se realizó mediante reuniones con personas de la comunidad sorda. Los textos que se llevaron al avatar fueron analizados, traducidos y desarrollados por personas sordas, nombrados editores en nuestro proyecto, quienes son usuarios con alto dominio de la *LESCO* y presentan además un dominio bueno del español. Además, estos editores son profesores de *LESCO* para personas oyentes y para sordos también.

Las personas que conformaron el grupo de validación fueron 8 personas sordas, 4 mujeres y 4 hombres. La edad promedio de los hombre fue de 25 años, mientras que en las mujeres contamos con 2 personas sordas mayores de 50

años y 2 mujeres entre los 25 y 30 años. Esto nos permitió validar la percepción de la animación y del avatar, incluso en personas que pueden tener en uso un conjunto de señas que ha variado con el tiempo.

Para la validación se contó con el apoyo de intérpretes las preguntas de validación deben ser muy sencillas y procurar no contener términos técnicos que no existirían en las lenguas de señas.

En este tipo de tecnologías el proceso de comunicación debe ser prioritario antes que los elementos tecnológicos, lo que hace necesario la aplicación real de diversas técnicas de animación con el fin de lograr empatía.

Agradecimientos

La aplicación de estas técnicas ha sido producto y en respuesta a la retroalimentación lograda en los procesos de validación.

Se ha avanzado efectivamente en este proyecto debido al esfuerzo del equipo y la comunidad sorda a los cuales se les debe de agradecer por todo el desempeño y tiempo puesto en el proyecto. De esta manera los autores desean agradecer al profesionales de lengua de señas y una facilitadora de *LESCO*. El proceso de validación y de recuperación de las interacciones y opiniones se debió hacer en lengua de señas, ya que el aplicar un cuestionario en español (o cualquier lenguaje escrito) no es efectivo por asuntos gramaticales y que les obliga a expresarse en otra lengua diferente a su lengua primaria o materna producto de esta validación se lograron las siguientes recomendaciones:

Incluir gestos en la cara del avatar, ya que aunque se presentó información que se considera neutra 3, los gestos siempre aportan empatía y naturalidad.

Mejorar los movimientos del avatar incluyendo flexibilidad del torso, ya que esto lo hace natural y menos robotizado.

El empleo de un avatar menos "humano" lo hace más atractivo a las personas, es decir lo hace más empático. Estas retroalimentaciones son las que llevaron a la creación de los otros avatares y las mejoras en los editores.

Conclusiones

Se comprobó que el uso de un avatar estilizado o cartoon mejora significativamente la respuesta emocional en los usuarios y por ende la experiencia interactiva de creación de discursos en la lengua de señas *LESCO*.

Además que la malla de aplicación de los principios de la animación es mucho más amplia en un personaje caricaturesco pues permite enfatizar y exagerar los movimientos lo cual crea un componente empático y lúdico, sin dejar de lado que la prioridad es el acto comunicativo por medio del lenguaje de señas.

Los procesos de validación son fundamentales para lograr la retroalimentación que justifica las mejoras de la tecnología. Sin embargo estos procesos de retroalimentación y validación no ha sido sencillos y se ha tenido que aprender mucho en cuanto al proceso de comunicación y evaluación:

Se considera información o señas neutras a aquellas que no requieren de gestos para expresar el significado equipo, la comunidad sorda, al CENAREC (Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva).

Se agradece también a las intérpretes Yuri Muñoz, Magali Fernández, Eric Chinchilla, así como a nuestra facilitadora de LESCO, Melissa Vallejos Villanueva. El aporte de todos ellos en el proceso de validación fue fundamental.

Referencias

- [1] O. Johnson and F. Thomas, "The illusion of life: Disney animation," New York: Little, Brown and Company, 1981.
- [2] J. Lasseter, "Principles of traditional animation applied to 3d computer animation," in ACM Siggraph Computer Graphics, vol. 21, no. 4. ACM, 1987, pp. 35–44.
- [3] UNESCO, "Personas con discapacidad — educacio´n — organizacio´n de las naciones unidas para la educacio´n, la ciencia y la cultura," <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengtheningeducation/systems/incl> online; Accessed 30-Mar-2016.
- [4] W. H. Organization, Informe mundial sobre la discapacidad., world health organization ed. World Health Organization, 2013.
- [5] A. Pe´rezNoguera, Resultados relevantes de Discapacidad: CENSO 2011., cnree, heredia, costa rica ed. CNREE, 2013.
- [6] M. Huenerfauth, "A linguistically motivated model for speed and pausing in animations of american sign language." ACM Trans. Access. Comput, 2009.
- [7] J. Serrato-Romerom and M. Chaco´n-Rivas, "Traductor lesco: un es- fuerzo puntual en el apoyo al proceso de aprendizaje de estudiantes con discapacidad auditiva," Investiga. TEC, no. 27, p. 4, 2016.
- [8] Centro Nacional de Recursos para la Educacio´n Inclusiva - CENAREC-, "Gramatica lesco cenarec," <http://www.cenarec-lesco.org/index.php/grammar>, online; Accessed 12-Nov-2015.

- [9] R. P. A. Baker, B. van den Bogaerde and E. T. Schermer, *The Linguistics of Sign Languages: An introduction*. John Benjamins Publishing Company, 2016.
- [10] L. Y. D. Z. H. Z. Xinxin Xu, Xuan Wang, "Avatars based chinese sign language synthesis system." *IEEE Xplore*, 2008.
- [11] H. W. S. David Gerber, *Sign Language interpretation.*, springer science business media ed. Addison-Wesley, 2013.
- [12] P. Retana, "Aproximación a la lengua de señas costarricense (lesco)." *Revista de Filología y Lingüística de la Universidad de Costa Rica*, vol. 37, no. 2, 2011.
- [13] F. Thomas, "Can classic disney animation be duplicated on the computer?" *Computer Pictures*, vol. 2, no. 4, pp. 20–26, 1984.
- [14] T. Geller, "Overcoming the uncanny valley," *IEEE computer graphics and applications*, vol. 28, no2008.

Modelo para la construcción de un juego serio enfocado en la enseñanza-aprendizaje de física cinemática en educación media

Carol Aguilar, María Isabel Vidal,
Carlos Fernando Aguilar, Andrés Ojeda²⁵
Gabriel Elías Chanchí²⁶

Resumen

Este artículo propone un modelo para la construcción de juegos serios para la enseñanza de la física cinemática, orientado a estudiantes de educación media, teniendo en cuenta la dificultad de estos estudiantes para apropiarse de esta temática. En el modelo propuesto se han considerado un conjunto de recomendaciones desde la perspectiva tecnológica y pedagógica, asociadas a la construcción de los juegos serios y su didáctica. Así, uno de los aportes de esta propuesta es el establecimiento de nuevas rutas de aplicación de las TIC en procesos educativos. El modelo propuesto, pretende servir de referencia para la construcción de juegos serios en diferentes contextos de aplicación. Así mismo, el prototipo desarrollado mediante el modelo busca servir de apoyo para los cursos de física de educación media, en cuanto a la inclusión de la lúdica en el proceso de aprendizaje.

25. Facultad de Ingeniería. Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Popayán, Cauca. Correos electrónicos: carola@unimayor.edu.co; gchanchi@unimayor.edu.co; mvidal@unimayor.edu.co; carlosaguilar@unimayor.edu.co; felip77@unimayor.edu.co.

26. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias-Bolívar. Correo electrónico: gchanchig@unicartagena.edu.co

Palabras clave: contenido educativo; educación media; física cinemática; juegos serios

Introducción

Actualmente, el papel de la educación se centra en la generación de propuestas, relacionadas con la capacidad de las regiones para afrontar los desafíos planteados por la ciencia y la tecnología, por esta razón se ha planteado una serie de políticas, encaminadas a mejorar la calidad de la educación y su vinculación con las tecnologías de la información [1]. Se propone además la generación de estrategias que permitan dinamizar los procesos educativos por medio del uso de nuevas tecnologías de información, enmarcados en el programa nacional de uso de medios y nuevas tecnologías, proceso que requiere masificar su uso mediante su implementación en los procesos de aprendizaje en la educación básica y media, principalmente en el área de las ciencias básicas. Un caso particular de la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, son los videojuegos educativos, numerosos autores reportan el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas [2], así como de capacidades de aplicación de estas frente a situaciones reales. Este tipo de videojuegos enseñan algún contenido relacionado con el currículo escolar, además de mantener la motivación de los estudiantes, utilizando el componente de la diversión como enlace en el proceso de enseñanza-aprendizaje [3]. A pesar de las ventajas de este tipo de juegos, no se ha evidenciado la existencia de un modelo definitivo para la construcción de juegos serios en el contexto de la educación media y puntualmente en el ámbito de la física cinemática.

El presente trabajo propone un proceso metodológico para la construcción de juegos serios desde los contextos pedagógico, didáctico y tecnológico. Adicionalmente como medio de verificación del modelo propuesto, en este artículo se presenta un prototipo que implementa algunos de los retos planteados en el modelo. El prototipo de juego serio desarrollado, pretende ser un apoyo en cuanto al uso de la lúdica en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física cinemática. El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2 se presentan un conjunto de modelos para la construcción de juegos serios. De igual modo, se presenta el modelo propuesto para la construcción de un juego serio enfocado en la física cinemática y la descripción de sus etapas. En la sección 3 se describe la implementación de las diferentes fases del modelo, incluyendo la fase de evaluación desde la perspectiva de la usabilidad. Finalmente, en la sección 4 se presentan las conclusiones y trabajos futuros derivados de esta investigación.

Diseño de juegos serios aplicados a la enseñanza de la física

El estudio de la implementación de juegos serios ha permitido el desarrollo de diferentes metodologías que podrían ser adaptados para el diseño de videojuegos educativos en áreas específicas. En los últimos años, diferentes prototipos de juegos han buscado reunir una base teórica para su diseño, incluyendo el desarrollo y prueba de los resultados obtenidos a partir de su implementación; los modelos referenciados para esta investigación se resumen en la Tabla 1, [4-7], se puede observar que muchos de estos modelos requieren establecer una unión entre las estrategias pedagógica y el diseño del juego, sin embargo, la posterior implementación del prototipo ha conducido a un cambio en la evaluación y el diseño del aprendizaje dentro del desarrollo de juegos serios aplicados a un contexto específico. En el caso particular de juegos serios para el aprendizaje de la física, algunos de estos exploran la creación de un esquema de juego diseñado para involucrar al estudiante mientras juega y aprende, además de proporcionar métodos de evaluación de los resultados registrados [7].

Tabla 1.
Principales características de algunos modelos utilizados
para la implementación de juegos serios

Modelo	Características
Modelo centrado en la Evidencia [4]	Basado en la implementación de tres modelos: modelo de contenido, modelo de evidencia y modelo de tareas.
Marco cuantitativo (4DF) [5]	Establece cuatro dimensiones para la implementación de un juego serio: el contexto de aprendizaje, las particularidades del alumno, la representación del juego y las pedagogías adoptadas.
Modelo exploratorio de aprendizaje (ELM) [6]	La interacción social se convierte en el centro de procesos de aprendizaje más interactivos y atractivos.
Modelo enfocado a la estructura del juego [7]	Se diferencian dos partes básicas: la estructura del juego y los contenidos, la estructura puede mantenerse fija y los contenidos se adaptan a esta.
Aprendizaje basado en el juego [8]	Reúne marcos y modelos de aprendizaje diferentes, incluyendo el modelo 4DF y un modelo de motivación del juego.

A pesar de la difusión de este tipo de iniciativas, no existe un único modelo que permita definir la implementación de un juego serio en una temática específica [9]. Este trabajo de investigación se centra en la importancia del establecimiento de los contenidos pedagógicos y didácticos en el proceso de diseño de un juego serio enfocado a la física.

Definición del modelo

Se partió de un primer modelo propuesto, Figura 1, el cual reúne cinco aspectos comunes de los modelos anteriormente mencionado: contexto, definición y diseño conceptual, diseño de interacción e implementación, validación y evaluación. La primera etapa denominada contexto, consideró los atributos del alumno particular y del grupo de estudiantes, incluyendo la edad y el nivel de conocimiento del grupo acerca del tema, se definió el contexto particular del juego, se consideraron factores externos como los escenarios históricos, políticos, económicos, disponibilidad de recursos y herramientas específicas; la segunda etapa, establece un área de conocimiento, especificando el conocimiento a adquirir, partiendo de un modelo metodológico establecido que facilite la comprensión concreta del tema, la tercera fase, se centra en el diseño de las actividades didácticas del juego a partir de los elementos considerados en la etapa anterior, permitiendo diseñar los retos y actividades lúdicas, vinculados a las tareas que involucran a los estudiantes con respecto a esos conocimientos y habilidades. La cuarta etapa se centró en el diseño y la implementación del juego, en este contexto este aspecto se refiere al modo de presentación, la interactividad, los niveles de inmersión y fidelidad; esta dimensión es particularmente significativa para el modelo, debido a la diferencia entre estar inmerso en el juego y el proceso de reflexión crítica que tiene lugar fuera de él; la quinta etapa, denominada validación, se contrastó a partir de los resultados de pruebas obtenidos, la aplicabilidad del juego en el desarrollo conceptual del estudiante, cualquier falla en esta etapa implicó una reevaluación del diseño en general. En la sexta etapa, denominada evaluación, se analizó los elementos de registros, datos y acciones generados durante la actividad, los cuales permitieron proporcionar interpretaciones y evidencia del avance del conocimiento adquirido por el estudiante [10][11].

En la Figura 2, se ilustran el esquema pedagógico utilizado para el estudio de la física cinemática, se parte del aprendizaje de los conceptos de reposo y de movimiento, los cuales podrían depender del sistema de referencia, sin embargo, debe tenerse en cuenta que el movimiento relativo puede ser complejo para estudiantes de educación media. Por otro lado, asociados al estado del objeto, los conceptos de desplazamiento, velocidad y aceleración constituyen la estructura fundamental en el desarrollo de la física, en este esquema se evidencian inconvenientes en la asociación de conceptos físicos y su lenguaje matemático, debido a las implicaciones de conocimientos previos del cálculo diferencial.

Figura 1.
Esquema secuencial del modelo propuesto para el desarrollo de un juego serio enfocado a la física cinemática



Fuente: elaboración propia

Figura 2.
Esquema pedagógico del modelo propuesto, adaptado de [13]



Además de estos conceptos generales y su simplificación en el lenguaje matemático a través de ecuaciones sencillas, es importante abordar tanto su representa-

ción escalar como el carácter vectorial de estas representaciones. Análogamente, es necesario, definir el tipo de trayectoria del objeto y las características de los diferentes movimientos relacionados con la particularidad del problema. En el esquema, no necesariamente debe seguirse un nivel jerárquico, el hecho de que algunos de ellos aparezcan en un mismo nivel no presupone ninguna secuencia organizativa [12-13]. Otros aspectos a tener en cuenta en el desarrollo del esquema de pensamiento lógico y la interiorización de los conceptos básicos de la física cinemática, son las percepciones intuitivas y cualitativas desarrolladas frente al formalismo matemático.

En esta propuesta, se establece un objetivo que servirá de ejemplo para mostrar la implementación del modelo, Figura 3. En el esquema, cada uno de los conceptos relacionados con el área de conocimiento de la física cinemática se organiza de acuerdo a objetivos, actividades y tareas.

Figura 3.

Fragmento del planteamiento de uno de los objetivos enmarcados en el modelo pedagógico propuesto



Fuente: elaboración propia

El objetivo define el contenido educativo relacionado con el conocimiento que se desea obtener por medio del cumplimiento de una serie de actividades y tareas educativas. El establecimiento del objetivo educativo a estudiar, incluye la información del logro a alcanzar y de las relaciones con otros objetivos y con las actividades. Se asignó un identificador al objetivo y se establecieron una serie de actividades que especifican el contenido que se va a aprender al superarlo, además, para alcanzar las actividades se deben establecer un conjunto de tareas, las cuales estarán relacionadas con el diseño de las actividades lúdicas del sistema propuesto.

Implementación del modelo

En esta sección se presenta la implementación del modelo propuesto en un prototipo software para el apoyo a los conceptos de cinemática.

Descripción de la historia del juego

El prototipo de juego serio desarrollado se denomina kinematics 1.0. La implementación de este juego fue desarrollada en blender y está pensada para estudiantes de educación media. En este artículo se presenta la implementación del primer nivel del juego correspondiente al entendimiento de los conceptos de posición y desplazamiento.

En el prototipo desarrollado, el jugador se encuentra en la base de operaciones de una organización denominada Nitro, la cual está la isla Kinematic (Figura 4), los guardianes de la base son una serie de especies creadas por el doctor Guerra, investigador que busca sembrar el terror, creando un ejército para esclavizar la raza humana; el personaje principal deberá completar una serie de misiones, convirtiendo las criaturas a su estado natural, ideando una forma de inactivar el laboratorio de Nitro y capturar al doctor Guerra.

Figura 4.
Escenario de la Aventura, Isla Kinematic



Fuente: elaboración propia

Descripción del reto del juego relacionado con el objetivo educativo propuesto

Las escenas correspondientes al reto relacionado con el objetivo planteado, se identificarán como RETO-FIS01. En la primera escena se describe la historia del doctor Guerra y las indicaciones para ubicar la isla kinematic. En la segunda escena, se le muestra al usuario las opciones de crear perfil, personalizar avatar y controlar las opciones generales. La tercera escena presenta al usuario un menú

de opciones para jugar, configurar, continuar, información de estado y salir del juego. La cuarta escena, presenta el reto: “Encontrar la isla”, el cual consiste en ubicar la isla Kinematic, sorteando varios obstáculos usando conceptos de posición y desplazamiento.

Evaluación del modelo propuesto

En cuanto a la evaluación funcional del prototipo se hizo uso de la técnica de Focus Group, la cual se dirigió en torno al cumplimiento de un conjunto de heurísticas para videojuegos [14]. En la evaluación del prototipo desarrollado, se obtuvo que las heurísticas H2. Permitir la personalización de las configuraciones multimedia, H6. Proporcionar una vista panorámica apropiada para las acciones del usuario, H8. Proporcionar información a los jugadores sobre el estado del juego y H10. Proveer representaciones gráficas fáciles de interpretar, fueron las menos cumplidas.

Figura 5.

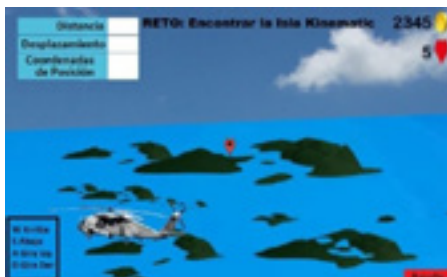
Reto: encontrar la isla kinematic



Fuente: elaboración propia

En cuanto a H2, los evaluadores recomendaron incluir esta funcionalidad dentro del juego, con el objetivo de hacerlo más personalizable a las necesidades multimedia. Con respecto a H6, los evaluadores sugirieron utilizar teclas más convencionales para los movimientos del usuario en el escenario. Con relación a H8, los evaluadores recomendaron incluir títulos en cada una de las vistas para orientar al usuario sobre el reto a superar. Del mismo modo, se sugirió la inclusión del puntaje y las vidas en la parte superior de la pantalla. Finalmente, en cuanto a H10, los evaluadores recomendaron incluir en pantalla el modo de interacción del usuario con el reto en cuestión, así como el manejo de ayuda contextual. En la Figura 6 se presentan los cambios realizados a partir de los dos filtros de evaluación realizados.

Figura 6.
Modificaciones realizadas al prototipo



Fuente: elaboración propia

Conclusiones y trabajos futuros

Este artículo propuso un modelo para la construcción de juegos serios en el contexto de la física cinemática, el cual involucra aspectos pedagógicos, aspectos de desarrollo y aspectos de usabilidad, los cuales se abordan en cinco fases. Este modelo pretende servir de referencia en cuanto a la construcción de juegos serios aplicados en diferentes contextos de aplicación. El modelo propuesto toma en consideración aspectos relevantes de la pedagogía y de la usabilidad, los cuales normalmente no son considerados en el proceso de construcción de aplicaciones. Lo anterior permite que la propuesta de juego serio este centrada en los objetivos del aprendizaje y en la interacción adecuada por parte del usuario. El prototipo desarrollado a partir del modelo propuesto, pretende servir de apoyo a los docentes de física de educación media, en el sentido que permita propiciar la lúdica en el aprendizaje de conceptos que no resultan sencillos de apropiar en los estudiantes.

La fase de evaluación de usabilidad realizada a los diferentes retos del juego serio, mediante heurísticas de videojuegos, permitió contribuir con el cumplimiento de los objetivos de eficacia, eficiencia y satisfacción por parte del usuario de acuerdo al estándar ISO 9241-11, lo cual favorece la calidad del producto software. Como trabajo futuro, se pretende evaluar la propuesta de juego serio haciendo uso de test de usuarios, aplicado a estudiantes de básica primaria dentro de un laboratorio de usabilidad. Lo anterior con el fin de complementar la evaluación realizada mediante la técnica de focus group.

Referencias

- [1] M. d. E. Nacional, “Apropiación de TIC en el desarrollo profesional docente”, Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Bogotá, 2008.
- [2] S. de Freitas, Emerging trends in serious games and virtual worlds, Emerging technologies for learning, vol. 3, pp 58-72, 2008.
- [3] B. Gross, “Certezas e interrogantes acerca del uso de videojuegos para el aprendizaje”, Universitat Oberta de Catalunya, Comunicació, Vol.1, No. 7. ISSN 1989-600X, pp 251-264, 2009.
- [4] R. Mislevy, R. Almond, & J. Lukas, A brief introduction to evidence-centered design (Research Report 03-16). Princeton, NJ: Educational Testing Service, 2003.
- [5] S. de Freitas and M. Oliver, “How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated”, Computers and Education, Vol. 46, pp. 249-264, 2006.
- [6] S.de Freitas and T.Neumann, “The use of ‘exploratory learning’ for supporting immersive learning in virtual environments”, Computers and Education, Vol. 52, No. 2, pp. 343- 352, 2009.
- [7] L. Sauvé, L. Renaud, D. Kaufman, J. Marquis, “Distinguishing between games and simulations: A systematic review”, Journal of Educational Technology and Society, Vol 10. No. 3. pp. 247-256, 2007.
- [8] J. Staaldin, S. de Freitas, “A game-based learning framework: Linking game design and learning outcomes”, In: Khyne, M.S. (ed.) Learning to Play: Exploring the Future of Education with Video Games. Peter Lang, New York, pp. 29–54, 2011.
- [9] A. Amory and R. Seagram, “Educational game models: conceptualization and evaluation”, South African Journal of Higher Education, Vol 17, No. 2, pp. 206 – 217, 2003.
- [10] C.J.Aguilar, M. Vidal, G.Chanchí, C.Aguilar, A.Ojeda, “Propuesta de un juego serio para la enseñanza-aprendizaje de la física cinemática en educación media”, Encuentro Internacional de educación en Ingeniería ACOFI: Las Facultades de Ingeniería y su compromiso con la sociedad, pp. 1-8, 2017.
- [11] S. de Freitas and F. Liarokapis, “Serious Games: A New Paradigm for Education?”, In Serious Games and Edutainment Applications, Ma, M. et al. (eds.), Springer: UK, pp. 29-54, 2011.
- [12] J.Novak and B. Gowin, Learning how to learn, 15a ed, Cambridge University press, 1984, pp.33-57.
- [13] J. García, A. Pro Bueno, O. Saura, “Planificación de una unidad didáctica: el estudio del movimiento”, Investigación y experiencias didácticas, Vol 13, No.2, pp. 221-226, 1995.

- [14] D. Pinelle, N. Wong, T. Stach, "Heuristic Evaluation for Games: Usability Principles for Video Game Design", Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2008), 1453-1462, 2008. DOI=10.1145/1357054.1357282.

Diseño de un juego de mesa para la captura de requerimientos en el desarrollo de software educativo

Lizana Pulido, Anyi Jiménez,
Marcela Chito, Armando Ordóñez²⁷

Abstract

En general, los juegos han sido usados para mejorar la experiencia de los usuarios para la motivación y el desempeño en la realización de alguna tarea. En el aula de clases de matemáticas los estudiantes no se motivan por el solo gusto de aprender. Luego es importante, incluir otra estrategia didáctica que le permita al estudiante reforzar los temas de matemáticas usando métodos diferentes al método tradicional: explicación del tema, ejemplos, ejercicios y examen de evaluación. El presente artículo expone el proceso de diseño de un juego de mesa utilizado para capturar los requerimientos para el desarrollo de un sistema para la enseñanza de las matemáticas. Los prototipos de este juego fueron aplicados a diferentes grupos de estudiantes universitarios. Este artículo describe el proceso de diseño del juego y las experiencias obtenidas durante el proceso de captura de requerimientos.

Keywords: juegos educativos, captura de requerimientos, ingeniería del software

27. Intelligent Management Systems. Foundation University of Popayan. Popayán, Colombia. Correos electrónicos: lizana.pulido@mail.fup.edu.co; anyi.jimenez@mail.fup.edu.co; marcela.chito@fup.edu.co; jaordonez@unicauca.edu.co.

Introducción

Las matemáticas son un factor muy importante para el desarrollo, e incluso progreso, personal de todo ser humano, pues algunos estudios recientes encontraron que el desempeño en matemática a los 7 años predice la condición socioeconómica de una persona a los 42 años [1]. A pesar de su importancia, muchos países de Latinoamérica, y particularmente Colombia, vienen enfrentando graves dificultades en la enseñanza de las matemáticas. Esto se puede evidenciar en los resultados de las evaluaciones de los últimos años, pues según estos resultados, el 44 % de los estudiantes colombianos está en el nivel bajo de matemáticas en las pruebas Saber 11° del 2013 [2]. Por otro lado, en matemáticas, Colombia se ubicó en 2012 en el puesto 62 entre 65 países en la prueba Pisa [3]. De ahí que, surge el interés en pensar en nuevas metodologías que contribuyan a terminar con esos mitos que la caracterizan [4].

Una de las primeras fases del proyecto se centra en la captura de requerimientos e insights de los estudiantes. Esta fase busca conocer elementos como la motivación, los intereses y el comportamiento de los estudiantes.

Con base en lo anterior, se buscó aplicar un juego para la captura de requerimientos, dado que los potenciales usuarios son estudiantes, para diseñar un juego es importante que ellos sean quienes lo validen. Este artículo describe el diseño un juego basado en el tradicional juego de “Escaleras y serpientes”. El proceso se llevó a cabo con dos grupos de estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Fundación Universitaria de Popayán.

Diseño del juego

Algunas experiencias evidencian el uso de juegos para la enseñanza de las matemáticas, pero muy pocas se pueden encontrar para la captura de requerimientos y análisis de insights. En [5] se muestran juegos basados en la escalera donde las casillas corresponden a operaciones matemáticas. El juego diseñado solo sirve para ser aplicado a un solo tema pues las casillas son fijas.

Se realizó la validación de los prototipos con estudiantes de primer y segundo semestre de las jornadas diurnas y nocturnas del programa de Ingeniería de Sistemas de la Fundación Universitaria de Popayán. Esto se hizo teniendo en cuenta las siguientes fases:

Fase de consulta

La consulta de juegos de mesa empieza con la problemática de los estudiantes por la pérdida de interés y ganas por el área de las matemáticas, al saber esto se

decide buscar una posible solución para ello se hace una búsqueda y consulta por varios medios como internet, libros, se interactuó en grupo, y reuniones con la tutora y se decide diseñar un juego de mesa denominado “Escaleras y serpientes” y aplicarlo con el tema de inecuaciones de primer grado. Se encontró que muchos de los juegos disponibles en internet como [6] tenía números muy pequeños, además los colores hacían que se perdiera visibilidad dentro de las casillas.

Fase de diseño inicial

Luego de unas entrevistas iniciales con estudiantes y algunas pruebas de uso de los tableros existentes se generó el primer prototipo (Fig. 1).

Figura 1.
Primer prototipo impreso

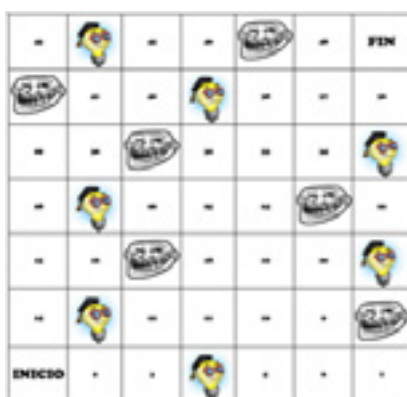


Figura 2.
Segundo prototipo impreso

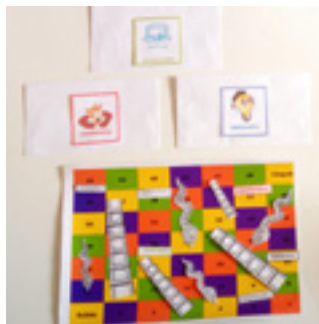
43	44	45	46	47	48	Llegada
42	41	40	39	38	37	36
29	30	31	32	33	34	35
28	27	26	25	24	23	22
15	16	17	18	19	20	21
14	13	12	11	10	9	8
Salida	2	3	4	5	6	7

En las pruebas se encontró que los números no eran visibles y por no tener colores era muy simple, por esta razón, se generó un segundo prototipo (Fig. 2). Sin embargo, este prototipo fue descartado pues los colores no fueron llamativos, proponiendo un tercer prototipo (Fig. 3)

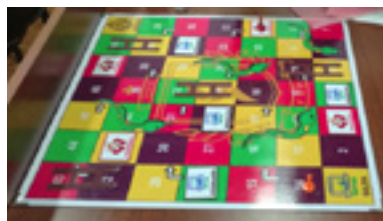
Para el tercer prototipo, se realizaron sesiones de juego con algunos estudiantes, encontrando que las fichas se movían y por esta razón, los jugadores se perdían al mover las fichas en las casillas. La versión final del juego consta de un tablero de 40 cm×40 cm hecho en lámina; conformado por cuarenta y nueve (49) números. La salida es el número uno (1) y el cuarenta y nueve (49) es la llegada, se encuentra en diferentes colores; además cuenta con unas flechas que indican la ruta a seguir (Fig. 4).

Figura 3.

Primer prototipo impreso

**Figura 4.**

Segundo prototipo impreso



Descripción del prototipo

Al tablero se le adhieren unas escaleras, serpientes y fichas de información y penitencia esto se encuentran impresas en papel magnético para que se puedan adherir al tablero y no se muevan. Las escaleras y las serpientes cumplen la función de permitirle al jugador ascender o descender, respectivamente, por las casillas.

Aplicación del prototipo

Al igual que muchos de los programas de Ingeniería de Sistemas en Colombia, el Programa Ingeniería de Sistemas de la Fundación Universitaria de Popayán, tiene un alto grado de deserción. Estudios recientes dentro de la institución muestran que una de las causas de la deserción es el bajo rendimiento en ciencias básicas, principalmente en matemáticas. Por este motivo, se seleccionaron dos grupos de estudiantes de la Universidad de 1ro y 2do semestre de Ingeniería de Sistemas, en un rango de edad entre 17 a 21 años (Fig. 5).

Resultados

A partir de esas experiencias se identificaron algunos requerimientos del sistema a desarrollar.

- El sistema debe incluir juegos que reten continuamente a los estudiantes, por lo tanto, el número de ejercicios debe ser alto para que no se repitan y se desmotiven los estudiantes. Además, la dificultad de las preguntas debe incrementarse para comenzar dado confianza y posteriormente aumentando el reto.

Figura 5.
Estudiantes jugando escaleras y serpientes



- El sistema debería poderse jugar entre dos o más jugadores para que se puedan ayudar entre sí. Adicionalmente, se puede jugar individual o en grupos contra un agente de AI.
- El juego debe permitir jugar en línea, offline y en modalidad de red de área local. Lo anterior para evitar retrasos en el caso de jugar en varios equipos que puedan causar distracciones.
- El sistema debe permitir ajustar los colores y el tamaño de las interfaces principales, pues fue una de las sugerencias de los estudiantes continuamente.
- Las interfaces deben mostrar letras grandes y bordes bien definidos, se sugiere que se juegue en computadores o en PC con pantalla amplia.
- Dado que los estudiantes se mostraron más participativos y motivados cuando recordaban o manejaban el tema, se sugiere incluir ayudas o tips dentro del sistema que permitan recordar algo del tema y que permitan resolver la pregunta de cada casilla.

Conclusiones

El desarrollo de software educativo tiene el reto de responder a los requerimientos de docentes, padres y estudiantes. Sin embargo, dado que quienes lo usan son estos últimos, es necesario conocer las dinámicas al interior del aula de clase. En este artículo se muestra el diseño de un juego y su aplicación en un aula de clase para obtener requerimientos para el desarrollo de un software para la enseñanza de las matemáticas.

El desarrollo del juego permitió observar algunos elementos que no se habían considerado dentro del desarrollo. Adicionalmente, las estudiantes vinculadas

al proyecto mostraron una mejora en su motivación y conocimientos en matemática, pues estuvieron a cargo de la elaboración de las preguntas.

Actualmente, se trabaja en el desarrollo de una versión software del Juego para PC y Android de manera que se pueda evaluar con las sugerencias en salas de computadores de la Universidad y de algunos colegios.

Referencias

- [1] S. J. Ritchie y T. C. Bates, "Enduring Links From Childhood Mathematics and Reading Achievement to Adult Socioeconomic Status," *Psychol. Sci.*, vol. 24, no 7, pp. 1301-1308, 2013.
- [2] J. Ayala-Garcia, *Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia*, Ed. Banco de la República, Abril 2015.
- [3] A. Rivas, *América Latina después de PISA: Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000-2015)*, Fundación Cippec, 2015..
- [4] M. de Torres Curth, "El juego en el aula: una experiencia de perfeccionamiento docente en Matemática a nivel institucional", *Ideas y Recursos.*, p. 23, 2001.
- [5] <https://www.aulapt.org/2016/05/20/juego-calculo-escaleras-serpientes/>
- [6] <https://materialeducativo.org/serpientes-y-escaleras-de-sumas-y-restas/>

Identificación de problemas de accesibilidad en juegos serios

Daniela Pérez Oliveros, María Isabel Vidal,²⁸
Gabriel Elías Chanchi²⁹

Abstract

En este artículo presentamos el planteamiento y diseño de dos líneas de videojuegos serios para niños con dislexia y la implementación de los primeros productos de cada línea, “Rescatando a Pepe, el pollo” un videojuego orientado a niños de 6 a 8 años y “Dislexpace” para niños de 8 a 11 años. Se presenta el proceso de desarrollo que se siguió en el que se combinaron lineamientos para la construcción de líneas de productos software y videojuegos serios y se exponen los elementos de diseño, y los objetivos educativos para cada actividad planteada de acuerdo a la dificultad o déficit generado por la dislexia que se busca ayudar a tratar y de acuerdo a las orientaciones dadas por un logopeda, un profesional experto en el tratamiento de la dislexia durante el planteamiento de los videojuegos que conformarían la línea. Este asesor experto también realizó la evaluación de los dos primeros videojuegos serios desarrollados.

Keywords: serious video games; software product lines; educational video-games; dyslexia

28. Facultad de Ingeniería Informática. Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Popayán, Colombia. Correos electrónicos: danielaperez@unimayor.edu.co; mvidal@unimayor.edu.co.

29. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias-Bolívar. Correo electrónico: gchanchig@unicartagena.edu.co

Introducción

Los videojuegos proporcionan a sus jugadores un contexto de entretenimiento y auto-fortalecimiento de sus habilidades, este contexto ha atraído a los diseñadores de juegos serios a interesarse en los videojuegos como herramientas que permitan mejorar el aprendizaje de habilidades y procesos cognitivos y por tanto incrementar el desempeño académico [1]. El carácter motivador e inmersivo del videojuego lo hace un instrumento excelente cuando es utilizado con fines didácticos y de recuperación de dificultades en el aprendizaje [2]. El videojuego no pretende reemplazar el tratamiento con un experto, sino que busca ser un mecanismo que despierte la motivación del niño convertido en jugador y no en paciente, de tal forma que puedan aprovecharse los ratos de ocio para reforzar las habilidades que le representan limitantes en su proceso educativo [3].

Una de los trastornos del aprendizaje más frecuente es la dislexia [4]. La dislexia es una deficiencia en los procesos básicos de comprensión del lenguaje, se manifiesta en una lectura insegura y lenta, una dificultad en el reconocimiento de las palabras y escasa comprensión afectando la velocidad de procesamiento y el aprendizaje de otras áreas [5]. Los niños con dislexia tienen dificultades de acuerdo a su edad [6].

El objetivo de este proyecto fue plantear diferentes videojuegos, enfocados en diferentes edades y dificultades concretas como orientación espacial, reconocimiento de imágenes o lectoescritura, el objetivo diseñar y desarrollar dos líneas de videojuegos serios enfocados en apoyar el tratamiento de la dislexia, dado el auge de los teléfonos móviles se consideró diseñar videojuegos para estos dispositivos. En este artículo presentaremos algunos de los aspectos que se consideraron en el diseño de los videojuegos y la evaluación realizada por un experto en tratamiento de dislexia un logopeda.

Juegos móviles para niños con dislexia

Se realizó una búsqueda de aplicaciones y videojuegos disponibles cuyas actividades son enfocadas a tratar los diferentes déficits de un niño con dislexia, en la siguiente tabla se presentan algunas de las aplicaciones encontradas:

Tabla 1.
Juegos móviles para niños con dislexia

Nombre	Descripción	Sistema Operativo	Idioma
Galexia	Su objetivo es mejorar la fluidez lectora en niños con dislexia y dificultades de lectoescritura https://play.google.com/store/apps/details?id=com.PambuDev.galexia&hl=es	Android 3.2 y versiones superiores	Español
Eye games	Busca ayudar a mejorar la percepción visual mediante el procesamiento de imágenes y ejercicios de orientación y rotación de formas y letras. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pmqsoftware.mirroring&hl=es	Android 4.0 y versiones superiores	Inglés
Tablexia	Diseñado para ser complemento en la enseñanza escolar y el entrenamiento de las capacidades cognitivas de niños y jóvenes con dislexia. https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.nic.tablexia&hl=es	Android 4.2 y versiones superiores	Checo
DytectiveU	Su objetivo es apoyar el tratamiento de dislexia, con ejercicios personalizables para mejorar la lectura, escritura y comprensión de textos. https://play.google.com/store/apps/details?id=org.changedyslexia.dytectiveu&hl=es	Android 5.0 y versiones superiores	Español
Sana palabras	Ayuda a pronunciar consonantes normalmente difíciles, a incorporar grupos consonánticos, a división en sílabas https://play.google.com/store/apps/details?id=ar.com.gitmo.sanapalabras&hl=es	Android 2.3 y versiones superiores	Español
Dislexia therapy apps	Su objetivo es ayudar a los niños a reconocer el alfabeto y la diferencia de las formas básicas. https://play.google.com/store/apps/details?id=air.DyslexiaTherapyApps&hl=es	2.2 y versiones superiores	Malayo
Piruletras	Busca ayudar a los niños a superar sus problemas de lectura y escritura a través de juegos divertidos. https://itunes.apple.com/co/app/piruletras/id534986729?mt=8	iOS 6.0 y versiones superiores	Español

El objetivo de esta revisión fue obtener ideas iniciales que les permitieran plantear posibles juegos mediante la identificación de los déficits y ejercicios considerados, así como reconocer las posibles deficiencias de los videojuegos. Después de la revisión los equipos determinaron:

- Las dificultades de los niños con dislexia son muchas y por lo tanto un juego debe enfocarse en algunas de ellas y no tratar de abarcar todas, así como

es recomendable clasificar estos déficits por rangos de edad para considerar este factor en el diseño de los juegos.

- Las interfaces gráficas deben ser atractivas para despertar el interés en los niños, sin embargo, el uso de fondos con texturas o muchos gráficos pueden afectar la percepción visual del niño; Las letras, números y dibujos empleados en los ejercicios no pueden ser de tamaños pequeños ni usar fuentes de letras que no usen formas definidas y claras porque dificultan su identificación.
- Los objetos que se empleen en los ejercicios de percepción visual o reconocimiento de formas no pueden ser muy pequeños y preferiblemente usarse colores llamativos.
- La mayoría de los videojuegos explorados se enfocan en las dificultades lectoras, pocos se orientan en dificultades de orientación espacial y reconocimiento de formas.

A partir de la búsqueda y análisis de videojuegos existentes se identificó la oportunidad de diseñar una línea de videojuegos para ayude a los niños a tratar diferentes deficiencias ocasionadas por la dislexia, en el cual se considerarán los aspectos positivos y por mejorar identificados en la revisión.

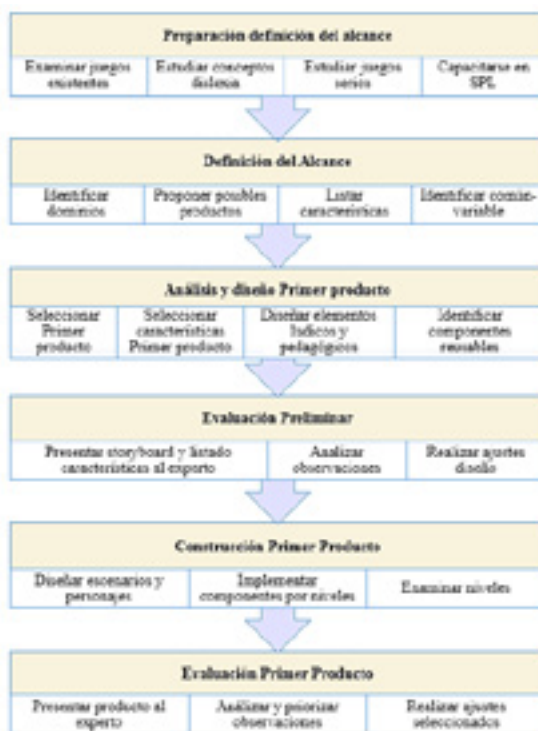
Diseño de los juegos e inclusión de ejercicios

Este proyecto fue realizado en el contexto del “Verano de Investigación Científica de la Academia Mexicana de Ciencias” 2017, participaron 12 estudiantes de diferentes semestres de licenciatura e ingeniería en informática y afines, procedentes de diversas universidades de México. Los estudiantes trabajaron durante 7 semanas, 25 horas a la semana. Durante ese tiempo los estudiantes se dividieron en dos equipos de trabajo y el objetivo para cada equipo era plantear la línea de videojuegos serios para niños con dislexia y desarrollar el primer videojuego de las líneas

Una línea de productos software (SPL) es un conjunto de productos destinados a un dominio específico, que comparten características comunes, los productos son construidos a partir de un conjunto de activos reutilizables de una manera planificada [7] [8]. Para este proyecto una línea de videojuegos serios correspondería al desarrollo conjunto de videojuegos con un objetivo adicional al entretenimiento tal como el aprendizaje, el apoyo a tratamientos, persuasión de comportamiento, publicidad u otros, destinados a una población específica y que son construidos a partir de componentes reutilizables de acuerdo con un plan de producción en los diferentes productos que constituyen la línea.

Para el desarrollo se siguieron lineamientos planteados por el proceso Small-SPL para el desarrollo de líneas de productos por pequeños grupos [9] y la metodología de desarrollo de videojuego educativo [10] y el modelo de producción de juegos serios de [11], el proceso resultante se presenta en la Figura 1.

Figura 1.
Proceso para el desarrollo de líneas de videojuegos serios



La primera tarea que se realizó fue la definición del alcance de la línea de videojuegos serios para niños con dislexia. La actividad de definición del alcance requiere contar con diferentes participantes que aportan visiones desde distintas disciplinas [12], para lo cual se distribuyeron los roles teniendo en cuenta las habilidades y conocimientos que cada estudiante consideraba que tenía. Cada estudiante asumió, preparo y desarrollo un rol. Los roles fueron un asesor sobre dislexia, un representante de usuarios, un encargado de marketing, un asesor técnico, un desarrollador y líder del proyecto. Ambos grupos tenían la misma conformación. Los participantes fueron capacitados sobre sus responsabilidades y el método que fue utilizado. Cada estudiante contó con diez horas para preparar su rol. Ambos grupos tenían la misma conformación y cada equipo

contó con la participación de al menos dos estudiantes con alguna experiencia en desarrollo de videojuegos.

En la primera parte de la definición del alcance la meta fue lograr que el equipo conociera el contexto la dislexia, definición, tipos, síntomas, consecuencias y tratamientos, fue muy importante clasificar las manifestaciones y tratamientos por edades, El responsable de esta tarea fue desempeñada por uno de los estudiantes. De igual manera el estudiante responsable por la información del mercado realizó una exploración de los juegos móviles enfocados a niños con dislexia.

El objetivo de la definición del alcance es establecer el conjunto de juegos que conforman la línea y sus características (plataforma, tipo de juegos, niveles, dinámicas y mecánicas de los juegos), para lo cual se determinó las edades objetivo, las deficiencias a considerar por los juegos. Ambos equipos identificaron 4 juegos que conformaban la línea de productos, orientados para niños con dislexia, se identificaron las características comunes y variables de los juegos propuestos definiendo así un catálogo de productos.

Cada equipo de trabajo seleccionó un primer producto a desarrollar. Para poder realizar el diseño del videojuego se realizó storyboard y el documento de diseño del videojuego. El storyboard o guion gráfico es un conjunto de ilustraciones secuenciales, que sirven de guía para entender la historia, niveles y personajes tanto a diseñadores como a programadores [13]. En este proyecto también se empleó como instrumento para presentar el primer planteamiento del producto a desarrollar y sus características al experto en tratamiento de Dislexia.

Rescatando a Pepe, el pollo

El primer equipo seleccionó un juego al que denominaron “Rescatando a Pepe, el pollo” que tiene como finalidad tratar la dislexia en niños de 6 a 8 años. El enfoque de este videojuego se centra en actividades que ayude a los usuarios (niños) a tratar problemas relacionados a la orientación viso espacial (dificultades de orientación derecha – izquierda). Para darle una identidad al juego se seleccionó como escenario principal la reconocida Feria de San Marcos de la ciudad de Aguascalientes en México. Durante la feria Torombolas (un pequeño becerro) y personaje principal tiene que rescatar a su amigo Pepe, el pollo, porque un ladrón lo tiene encerrado en la monumental plaza de toros. Para poder rescatar a Pepe el pollo el niño tiene que jugar y ganar 3 diferentes juegos, en las figuras 2 y 3 se presentan los primeros bocetos de los personajes y el escenario del juego. De igual manera se realizó el diseño de los elementos

lúdicos y pedagógicos que se incluyeron en cada nivel del juego, estos elementos se presentan en la tabla 2, las actividades a realizar en cada nivel del juego se presentan en la Tabla 3.

Figura 2.

Diseño de los personajes y escenarios de “Rescatando a Pepe, el pollo”



Tabla 2.

Elementos de diseño

Nombre del nivel	Objetivo y tipo de dislexia a tratar	Estrategia
Patitos Iguales	Ayudar a que el niño reconozca figuras iguales Dislexia visoespacial	Capturar la atención del niño a través de sonidos en el logro y fallo de la actividad. Involucrar al usuario con una historia (hacerlo parte de la misma) Recompensar con trofeos (cuernos) los logros alcanzados.
Dardos		
Payaso		

Se presentan las actividades que el usuario tiene a seguir para la ejecución del videojuego “Rescatando a Pepe, el pollo”, mismas que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3.

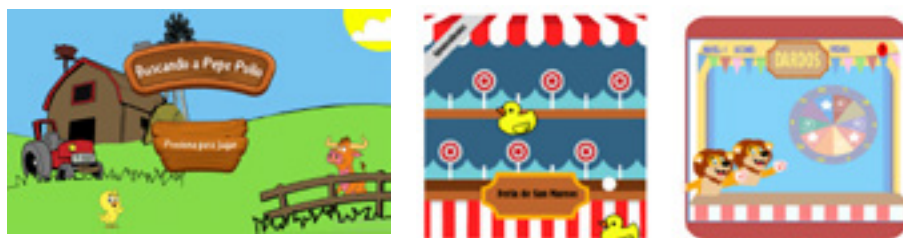
Actividades a realizar

Niveles	Actividades a realizar
Nivel 1: Selección de patitos	El usuario identifica las figuras de los patos Seleccionar la misma <i>Figura</i> del pato El usuario tendrá que tocar la pantalla para derribar la <i>Figura</i> seleccionada y continuar con el resto de ellas, así como la obtención de puntos
Nivel 2: Arroja los dardos	El usuario identifica las figuras que se le presenten (estrella, letras: b, d; p, q). El usuario procederá a tocar dentro del tablero giratorio las figuras, letras; para conseguir puntos

Nivel 3: Payasos y pelotas	Identificar imágenes en las pelotas Ubicar dentro de la pantalla el hueco correspondiente a la imagen de la pelota Una vez que el usuario haya identificado la imagen requerida tendrá que tocar en la pantalla la imagen correspondiente para la obtención de puntos.

Figura 3.

Imágenes del videojuego “Rescatando a Pepe el pollo”



Dislexpace

El segundo equipo selecciono de su portafolio de productos un videojuego denominado “Dislexpace”, enfocado a niños y niñas entre 8 a 11 años. La historia del juego corresponde a Zenit y Zeta (Figura 4), dos marcianos que están en una expedición espacial, su misión es encontrar nuevas señales de vida y explorar nuevas galaxias. Zenit es el capitán de la expedición y Zeta el piloto de Prometeo, su misión es explorar diferentes planetas donde encontraran diferentes retos a solucionar [14].

Figura 4.

Bocetos de los diseños Dislexpace



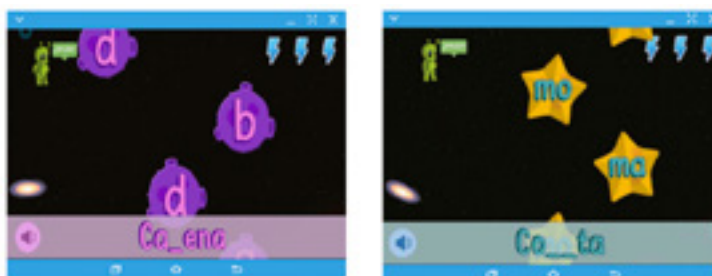
El juego se realiza en 3 escenarios, cada escenario está representado por un planeta, en cada planeta se realiza un nivel de juego y dependiendo del avance del jugador se podrán ir habilitando los niveles. El inicio del juego comienza en

el nivel 1 “El planeta Tierra”. Cada nivel presenta un reto que ayuda a practicar la lectoescritura.

- Nivel 1. Planeta Tierra el ataque de los meteoritos. En el primer nivel el niño debe de completar palabras identificando la letra faltante. En este caso se tomaron en cuenta las letras que comúnmente confunden los niños. El nivel 1 se visualiza en la Figura 5.
- Nivel 2. Neptuno el planeta de las sílabas. En este nivel se debe completar la palabra como en el anterior nivel, la diferencia es que ahora se le presentarán sílabas tomando en cuenta palabras que confunden los niños normalmente, como puede observarse en la Figura 5.

Figura 5.

Nivel 1 y Nivel 2 de Dislexpace



- Nivel 3. Mercurio el origen de la lotería. El tercer nivel tiene como objetivo reforzar la identificación de imágenes. Al jugador se le mostrará una imagen y debe identificarla en una matriz de imagen.

Cada nivel corresponde a un objetivo relacionado con el tratamiento de la dislexia asociado con las dificultades lectoras de los niños de 8 a 11 años. La tabla IV presenta los objetivos y las tareas planteadas en cada nivel.

Tabla 4.

Tareas asociadas a cada objetivo educativo

Objetivos	Tareas educativas
Nivel 1: El ataque de los meteoritos	
Inclinarse por el mejoramiento de la lectura así como su comprensión y la identificación de palabras que generalmente confunden.	Encontrar las letras situadas en diferentes meteoritos y a completar la palabra que hace alusión a la imagen mostrada.
Nivel 2: Neptuno, el planeta de las sílabas	

Disponer al mejoramiento del reconocimiento de sílabas en las palabras.	Encontrar la Silaba faltante dentro de un conjunto de sílabas localizadas en estrellas, sobre la palabra que se muestra en pantalla.
Nivel 3: Mercurio, el origen de la lotería	
Inclinación a reforzar la identificación- Relación de objetos/Imágenes.	Detección de Imagen-Identificar si la carta mostrada se encuentra en nuestra plantilla de juego.

El videojuego Dislexpace fue presentado en el I Encuentro Nacional de Innovación Tecnológica para la Discapacidad, ENITED 2017 realizado en Michoacán, México, el juego está disponible en la disponible en googleplay.

Evaluación de los videojuegos

Para el diseño del videojuego se contó con la asesoría de una logopeda, profesional experta en el tratamiento de la dislexia, los asesores apoyaron el proyecto realizando la evaluación en dos momentos claves, el planteamiento de los juegos y el primer prototipo de cada uno de los juegos.

Planteamiento del videojuego

Cada grupo planteó el portafolio de productos y sus características, como la edad y las dificultades a las que se enfocan. Con la finalidad de verificar la correspondencia entre la edad, las dificultades, los ejercicios y diseño del juego. En una segunda reunión se presentaron el storyboard y el diseño de los primeros juegos de la línea el objetivo de esta reunión fue validar el diseño de los videojuegos, la pertinencia de los retos para apoyar el tratamiento de las dificultades en cada edad considerada. El asesor aconsejó cambios en el nivel de dificultad de algunos juegos, así como indicó que era necesario agregar ayudas con indicaciones para los niños, proporciono las letras y palabras que debían incluirse en el juego Dislexpace.

Evaluación del primer prototipo del juego

La primera versión de los juegos fue presentada a la asesora experta, Para esta evaluación se diseñó una encuesta empleando la escala Likert [8] y siguiendo algunos de los lineamientos planteados para la evaluación de videojuegos [10], de acuerdo a los elementos o características consideradas fueron evaluadas por el tester del grupo o por el asesor externo. En la Figura 6 se presenta las imágenes de la evaluación de uno de los juegos.

Según las evaluaciones estos son los aspectos a mejorar:

Figura 6.
Evaluación de Dislexpace con la logopeda



- Utilizar más animaciones e indicaciones en el juego
- Incluir audios instrucciones y las palabras del juego.
- Incluir más retos y que las opciones sean aleatorias niños.
- Incluir un ranking final que guarde un historial para poder conocer los avances de los niños.
- Usar una fuente de letra clara que facilite la identificación.
- Incluir opciones en el menú para navegar por los escenarios de manera más autónoma.
- Posterior a la cita con la especialista en el tema de dislexia el equipo de trabajo analizo los resultados y recomendaciones que se hicieron con el fin de llegar a un acuerdo sobre la solución de los aspectos a mejorar, cuales se considerarían en la segunda versión del juego y cuales en las siguientes versiones.

Conclusiones y trabajo futuro

- Durante el desarrollo del proyecto fue posible crear dos videojuegos serios pertenecientes a los catálogos de productos planteados por los equipos de trabajo, ambos productos fueron evaluados por especialistas en dislexia y los resultados obtenidos fueron: aceptación de los objetivos, mecánicas y dinámicas del juego, sugerencias de mejora en aspectos de: colores gráficos, textos y palabras apropiadas y mensajes del juego.
- Se esta buscando de un experto en el tratamiento de dislexia y un grupo niños con dislexia para llevar a cabo las respectivas pruebas y evaluar finalmente

la funcionalidad del videojuego. Los videojuegos planteados inicialmente presentaban más niveles para aumentar los retos de los niños, como también se planteó presentar un ranking que permitiera evidenciar los avances del niño como las actividades que más esfuerzos le requerían, por lo que un trabajo futuro es desarrollar una nueva versión de los dos primeros juegos, así como también se desea desarrollar los otros juegos planteados en la línea.

- Fue muy importante realizar una evaluación preliminar de los videojuegos planteados mediante los storyboards, porque este instrumento facilitó el intercambio de ideas con el asesor experto, y realizar en ese momento una evaluación permitió mejorar los planteamientos los equipos habían realizado.
- El proceso de desarrollo planteado para el diseño de líneas de videojuegos serios debe ser evaluado por expertos en ambas áreas para identificar posibles falencias, también es necesario documentarlo de una manera más formal y detallada.

Agradecimientos

Agradecemos al programa interinstitucional para el fortalecimiento de la investigación y el posgrado del Pacífico – Delfín y el programa Verano de la Ciencia, región Bajío, por la financiación de este proyecto realizado en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

De igual manera, agradecemos a la Dra. Cristina Patricia López Martínez por sus asesorías en el tema de la dislexia.

Este trabajo fue parcialmente financiado por el proyecto Red de Capacitación de Talento Humano para la Innovación social y productiva en el Departamento de Cauca, INNOVACCION Cauca ejecutado por la Universidad del Cauca bajo el Código 3848 y por la vicerrectoría de Investigación de la Universidad del Cauca.

Referencias

- [1] Asociación Andaluza de Dislexia - ASANDIS. (2010). Guía general sobre dislexia 2010.
- [2] Boude figueredo, O., & Sosa Neira, E. A. (2016). Juego serio: modelo teórico para su diseño y producción. En C. H. Parra (Ed.), Doctorado en educación Temas y conceptos (págs. 197-221). Universidad de La Sabana.
- [3] Camacho Ojeda, M. C. (2013). Monografía maestría SPL en las PYMES desarrolladoras de software del Cauca: una experiencia desde colmayor. Popayán: Universidad del Cauca.

-
- [4] Chipia Lobo, J. F. (2011). Juegos Serios: Alternativa Innovadora. II Congreso en línea en Conocimiento Libre y Educación CLED2011. Mérida, Venezuela. Obtenido de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cled>
 - [5] Clements, P., & Northrop, L. (Diciembre de 2001). Software product lines, Practices and patterns, SEI Series in software engineering. Addison-Wesley. Recuperado el febrero de 2017, de https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/WhitePaper/2012_019_001_495381.pdf
 - [6] González Monaj, R. (20006). Manual para la realización de Storyboards. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
 - [7] Grande Trillo, G. (2009). La cuestión de la dislexia y la disgrafía en la adquisición de segundas lenguas. Estudios de caso en ELE. Madrid: Universidad de Nebrija.
 - [8] Hernandez Valz, H. (2000). Procedimiento para la construcción de escalas de valoración según la técnica de Likert. Revista de Investigación en Psicología, 3(2).
 - [9] Ibrahim, A., Gutiérrez Vela, F. L., & Paderewski Rodríguez, P. (2012). Development methodology of educational video game based on player. Granada, España: Universidad de Granada.
 - [10] Katrin, B., & Parker, J. (2014). An overview of game design techniques. Learning, Education and Games, 179-198.
 - [11] Knauber, P., & Succi, G. (2000). Perspectives on Software Product Lines. First International Workshop on Software Product Lines: Economics, Architectures, and Implications, Workshop #15 at 22nd International Conference on Software Engineering (ICSE) (págs. 11-16). Limerick, Ireland: Fraunhofer IESE.
 - [12] Padilla-Zea, N., Collazos Ordoñez, C. A., Gutiérrez Vela, F. L., & Medina, N. (2012). Videojuegos Educativos: Teorías y Propuestas para el Aprendizaje en Grupo. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 22-1, 139 - 150.
 - [13] Rodríguez, E. R. (2008). Diseño y validacion de un videojuego para el tratamiento de la dislexia. Universidad de La Laguna (España).
 - [14] Rommes, E. (2003). A People Oriented Approach to Product Line Scoping. PLEES 2003: International Workshop on Product Line Engineering: The Early Steps: Planning, Modeling and Managing (págs. 23-27). Kaiserslautern, Germany: Fraunhofer IESE.
 - [15] Sánchez Merchán, M. L., & Coveñas Rodríguez, R. (2013). Dislexia: un enfoque multidisciplinar. Madrid: Club Universitario. Obtenido de <http://www.madridconladislexia.org/recursos-para-profesoressemana-de-la-dislexia/>
 - [16] Teruel Romero, J., & Latorre, Á. (2014). Dificultades de aprendizaje: intervención en dislexia y discalculia. Madrid: Pirámide.

Ciencia ciudadana. Una propuesta enriquecida desde la perspectiva de gamificación

Emilia Rocío Segovia,³⁰
Diego Torres,³¹
Alejandro Fernández³²

Abstract

La ciencia ciudadana es una actividad científica que permite que científicos no profesionales participen voluntariamente en la recolección, el análisis y la diseminación de datos de proyectos científicos. Estos proyectos se caracterizan por la participación de miles de voluntarios alrededor del mundo resolviendo tareas sencillas, para colaborar en un proyecto científico coordinado por un científico académico. Para la realización de dichas tareas, existen plataformas que proveen a los usuarios dinámicas atractivas, incluyentes y motivadoras, con el fin de conseguir fidelización de los usuarios. Uno de los problemas que poseen este tipo de plataformas es que a menudo se producen deserciones en la participación de los voluntarios por baja motivación, ya sea porque carecen de dinámicas de interacción o contenido interesantes para los voluntarios. La gamificación es un campo de estudio que ofrece utilizar elementos de las lógi-

30. Universidad de San Buenaventura Cali. Facultad de Ingeniería. Correo electrónico: ersegovia@usbcali.edu.co.

31. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Informática, LIFIA. La Plata, Argentina. Correo electrónico: diego.torres@lifia.info.unlp.edu.ar.

32. Universidad Nacional de Quilmes, Depto. Ciencia y Tecnología. Correo electrónico: alejandro.fernandez@lifia.info.unlp.edu.ar

cas de juego para generar dinámicas motivantes en contextos que no fueron pensados como un juego. En este artículo se presenta una forma de agregar elementos de gamificación en las plataformas de ciencia ciudadana y una serie de indicadores, para poder evaluar si esos elementos han sido beneficiosos en el contexto particular de cada proyecto de ciencia ciudadana.

Palabras clave: ciencia ciudadana, gamificación, métricas, estrategias de juego.

Introducción

La ciencia ciudadana es una actividad científica en la cual científicos no profesionales participan voluntariamente en la recolección, el análisis y la diseminación de datos de proyectos científicos [1]. Varios proyectos exitosos de ciencia ciudadana [2][3] han demostrado el valor científico de este tipo de actividad. Sin embargo, el trabajo de colaboración subyacente en la ciencia ciudadana requiere de plataformas tecnológicas que permitan la distribución de tareas y recursos, que sincronicen las actividades entre ciudadanos y científicos [4][5].

El uso de plataformas de ciencia ciudadana accesibles por la web es una de las alternativas de mayor uso viables para estas plataformas. Estas plataformas deben proveer a los usuarios dinámicas atractivas, incluyentes y motivadoras. Pero dicha motivación incurre en problemas de disminución del interés, baja atracción y alta deserción, convirtiéndose en una motivación temporal [6].

El problema de la baja motivación conlleva a la deserción de los usuarios en las plataformas de ciencia ciudadana. Como lo expresa Werbach [7], todo sistema interactivo, que tenga como propósito captar la mayor atención y compromiso de un público específico, debe proveer condiciones de interacción lúdicas, cautivantes y dinámicas, que generen sensaciones y experiencias motivantes en los objetivos del negocio. En este sentido, buscar alternativas que conduzcan a la mejora de la motivación, es el campo de estudio que se explora en este documento.

La gamificación, término ajustado al castellano de la definición de “gamification” [8], es un campo de estudio que provee mecanismos de ludificación y desarrollo de dinámicas de juego, apropiadas en el manejo de la motivación [9].

En este artículo se presentan como aportes: la adaptación de un método de gamificación al contexto de las plataformas de ciencia ciudadana, la definición de ocho indicadores que permiten medir las dinámicas de juego diseñadas para plataformas de ciencia ciudadana y un procedimiento de validación de contribución y participación voluntarios en dos escenarios de prueba.

Collaboratory

Collaboratory es un sub-módulo del proyecto de investigación de gestión de ciencia ciudadana Cientópolis. *Collaboratory* se encarga de soportar la plataforma para la gestión de proyectos de ciencia ciudadana que incluyan la distribución de micro tareas que pueden realizarse a través de la web. En cada proyecto se puede interactuar con dos roles definidos: ciudadanos científicos (para realizar las contribuciones) o científicos académicos (para administrar los proyectos).

Desde el punto de vista funcional, *Collaboratory* pueden dividirse en diferentes sub-procesos. Los mismos están relacionados a actividades que realizan los ciudadanos científicos durante su experiencia dentro del proyecto de ciencia ciudadana: asociarse a un proyecto, resolver una tarea (clasificación, transcripción), saltar una tarea (no resolverla), registrarse con una red social externa (Facebook, Twitter, etc.), Compartir logros en la red social e invitar a un amigo a sumarse al proyecto.

Analizando el sub-proceso "resolver tarea"

En forma representativa se presenta una breve descripción del sub-proceso "resolver tarea", que consiste en responder a una pregunta planteada con las opciones que definidas por él científico. Por ejemplo: en el proyecto "Descubra La Plata" se clasifican fotos en las que los ciudadanos científicos deben indicar si poseen un edificio, casa o construcción que sea emblemática de la ciudad de La Plata, Argentina, las opciones de respuesta son sí o no. Ver Figura 1 donde se muestra una captura de pantalla de esta actividad.

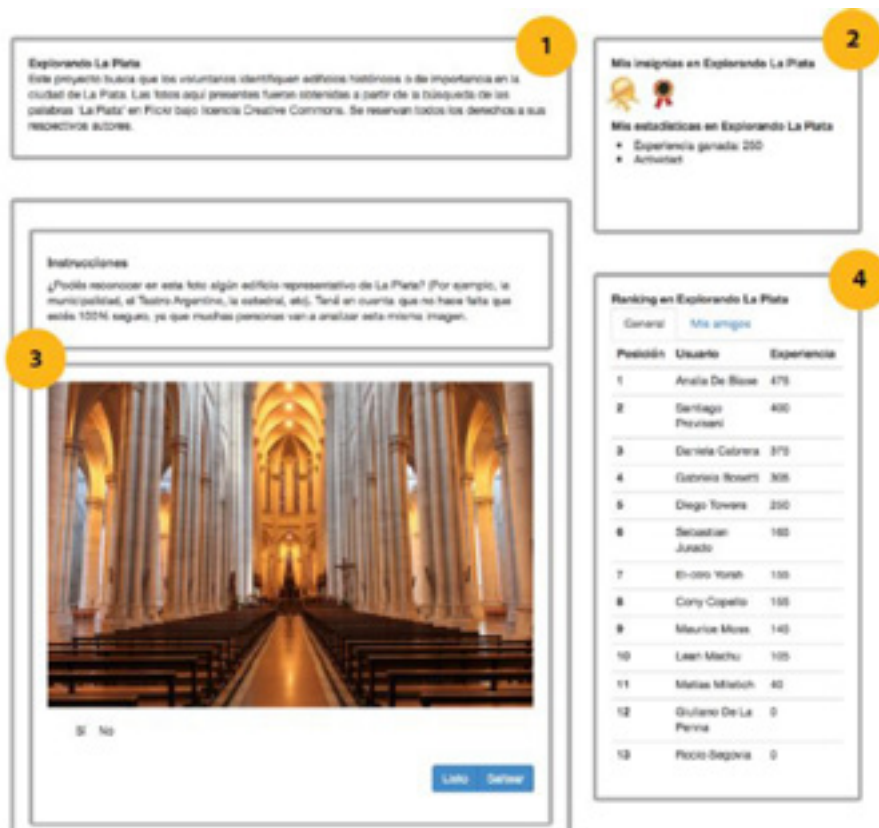
Enriquecimiento de "resolver tarea" usando gamificación

El propósito de esta sección es presentar la adaptación del método de diseño de estrategias de juego, presentado por [6] al subproceso "resolver tarea" del *Collaboratory*. Dicho método plantea cuatro etapas para un diseño procedimental en estrategias de juego. Las etapas son: Identificación del objetivo principal, Identificación del objetivo transversal, selección de la mecánica de juego y análisis de la efectividad.

Identificación del objetivo principal

La plataforma Cientópolis que integra el componente de *Collaboratory*, se basa en principios de Crowdsourcing [7]. Teniendo en cuenta dichos principios, *Collaboratory* permite al científico plantear una pregunta para ser resuelta por el ciudadano científico.

Figura 1.
Colaboratorio: versión inicial



- 1) Descripción del proyecto. 2) Insignias recibidas. 3) Micro tarea, incluyendo las instrucciones. 4) Leader board: una versión general y otra que incluye solamente a los amigos de la red social.

Por esta razón se propone el objetivo principal: “Responder la pregunta de un científico, mediante la observación de una imagen”, dado que el sub proceso “resolver tarea” tiene como finalidad la acción del ciudadano frente a la resolución de la pregunta.

Identificación de objetivos transversales

Los objetivos propuestos para identificar los intereses de los ciudadanos, frente a su participación en *Collaboratory*. Se analizan desde la visión e intereses de un ciudadano para participar en plataformas de ciencia ciudadana. Por esta razón los objetivos planteados son:

- Participar en proyecto científicos: Los ciudadanos sienten curiosidad sobre la ciencia.
- Aprender sobre la temática planteada por el científico: Los ciudadanos desean ampliar su conocimiento en temas científicos.
- Competir por el reconocimiento sobre el grupo de participantes del proyecto científico: El ciudadano desea experimentar ambientes de juego lúdicos.

Selección de la mecánica de juego

El diseño de una estrategia de juego, requiere de una mecánica, que defina los elementos de juego a utilizar en el diseño de las dinámicas de juego. Por lo tanto, considerando las recomendaciones sobre estrategias de juego propuestas en [8]. Se propone utilizar dos mecánicas (autonomía y competencia).

Esta selección obedece al análisis de los objetivos transversales, donde se identifica que los ciudadanos no solo desean participar en el proyecto científico como usuarios interesados en la ciencia. Sino que existen usuarios que desean competir frente a otros participantes por reconocimiento en sus aportes al proyecto. Considerando la selección de las mecánicas de autonomía y competencia, para “resolver tarea”, se proponen elementos de juego y su respectiva política, como lo sugiere aplicar en [9], ver Tabla 1.

Tabla 1.
Diseño de la dinámica de juego

Mecánica	Elemento de juego	Política de Juego
Autonomía	Avatar	Representar la evolución del conocimiento de un ciudadano.
	Interfaces Configurable	Diferencia la experiencia de usuario por proyecto.
Competencia	Puntos	Bonificaciones por participar en resolver tarea
	Niveles	Representan los logros por rangos de participación
	Misiones	Son retos con puntos adicionales, propuestos extemporáneamente
	FeedBack	Bonificaciones adicionales que el científico otorga por contribución al proyecto.

Análisis de eficiencia

Tomando la descripción de [10], donde se propone que el análisis de eficiencia de una mecánica de juego, se mide en términos de satisfacción y diversión. Se proponen en la Tabla 2 los indicadores para estimar la efectividad de las mecánicas sobre los objetivos transversales.

Tabla 2.
Indicador de evaluación

Objetivo	Elemento de juego	Indicador	Código
Participar en proyecto científicos	Puntos	Promedio de puntos por cantidad de participantes.	PCP
	Niveles	Cantidad de usuarios por nivel.	CUN
Aprender sobre la temática planteada por el científico	Misiones	Cantidad de usuarios que terminaron una misión sobre número de total de usuarios	UNxTU
		Cantidad de misiones terminadas por misión.	CMxM
	FeedBack	Participación efectiva sobre total de participaciones.	PE
	Avatar	Cantidad de características logradas para el avatar frente al total de características propuestas.	CA
Competir por el reconocimiento sobre el grupo de participantes del proyecto científico	Puntos	Cantidad de puntos obtenidos por participante frente el total de participantes.	PUxTP
	Niveles	Posición en la que se encuentra el participante frente al resto de participantes por nivel.	PxN

Propuesta de validación

La propuesta de validación para estimar el alcance de la mecánica diseñada está estructurada en 4 etapas: descripción de la prueba, pre requisitos de la prueba, resultados esperados y guion de la prueba.

Se considera analizar los resultados en 2 escenarios, propuestos. El primero con la mecánica de juego actual y el segundo con una mecánica enriquecida por el método propuesto en este trabajo (Tabla 3). Luego se detallan los resultados esperados como datos cuantitativos que serán medidos al finalizar la aplicación de las dinámicas, Esta estimación basada en resultados de trabajos como [11]. (Tabla 4).

Tabla 3.
Descripción de los escenarios de prueba

Escenario	Dinámica implementada
<i>Collaboratory</i> versión inicial (Escenario I): Tomando como referencia el proyecto, de identificación de edificios históricos emblemáticos de la ciudad de la Plata (Argentina).	El aplicativo Web, asigna bonificaciones (puntos), al ciudadano cuando este, Califica una imagen expuesta en <i>Collaboratory</i> . A mayor cantidad de imágenes calificadas, el ciudadano incrementa su puntuación en una tabla de clasificación. La tabla de clasificación muestra un ranking de puntos obtenidas por el ciudadano. Las insignias son otorgadas por cantidad de contribuciones.

<i>Collaboratory</i> versión Enriquecida (Escenario II): Tomando como referencia el proyecto, de identificación de edificios históricos emblemáticos de la ciudad de la Plata (Argentina).	El aplicativo Web, permite visualizar el tipo de proyecto en el cual el ciudadano está participando. Mediante una interfaz adaptada y un avatar, que representa el progreso del conocimiento del ciudadano. El aplicativo Web, permite otorgar bonificaciones (puntos) a los ciudadanos que participen en la clasificación de imágenes expuestas en <i>Collaboratory</i>. Se otorgan insignias especiales a los ciudadanos de mayor participación. Las insignias representan el cumplimiento de misiones, propuestas por el científico, las cuales tienen propósitos en el proyecto. Existen además bonificaciones otorgadas por el feedback que entrega el científico a los ciudadanos cuando contribuyen con nuevo conocimiento.

Guion de la prueba

El guion de la prueba es una descripción procedimental de las etapas que se han considerado para la validación. Las etapas establecidas son: 1) Medición de los indicadores en el escenario “*Collaboratory* Versión Inicial”, 2) Liberar la versión del *Collaboratory* Enriquecido, 3) Realizar las mediciones de los indicadores en el escenario de “*Collaboratory* versión Enriquecida”, 4) Validación de los resultados en los dos escenarios, 5) Análisis de resultados finales obtenidos y 6) Generación del informe del análisis realizado.

Trabajo referencial

Dentro de las plataformas de ciencia ciudadana se destacan Zooniverse [12], como la mayor en cantidad de proyectos. Zooniverse se basa en el framework Panotpes que permite organizar los proyectos e incluye diversas herramientas para la realización de clasificación, etiquetado y transcripción. *Collaboratory* toma panotpes como base de su desarrollo. Similares a Zooniverse, podemos destacar a CitSci [5] y Socientize [13]. Solo Socientize incluye uno de sus proyectos con características de gamificación, pero al igual que Zooniverse y CitSci no definen a la gamificación como herramienta para el diseño de los proyectos.

Dentro de los proyectos de ciencia ciudadana que poseen elementos de gamificación podemos enumerar Old Weather [14], FloraCashing [15], donde los componentes de gamificación son insignias que se obtienen de acuerdo a la participación. Foldit, Phylo [16] y EteRNA [17] son proyectos importantes que no sólo incluyen dinámicas de juego, sino que además el mismo proceso de ciencia ciudadana es visto como un juego. Los resultados de estos proyectos representan una contribución importante a la ciencia y la satisfacción que reciben los voluntarios se puede ver reflejada en el conocimiento adquirido, al igual que en su participación en las publicaciones científicas.

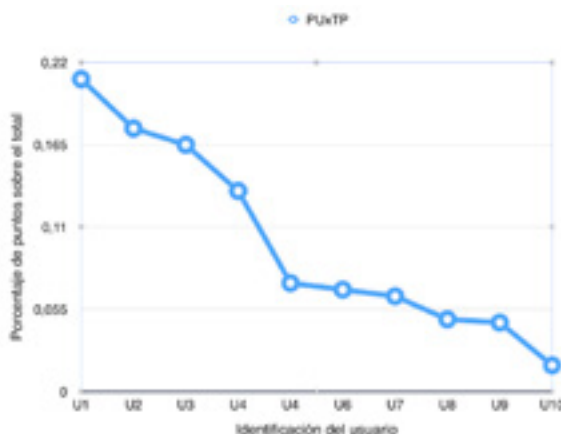
Tabla 4.
Descripción de los resultados esperados

Escenario	Indicador	Resultados
<i>Collaboratory</i> versión inicial	PCP	Se obtuvo un promedio de 227,5 puntos por la totalidad de participantes.
	PUxTP	Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
	CUN	Nivel 1: 10 Nivel 2: 7 de 10
	PxN	Posiciones Nivel 1: 1(U1),2(U2),3(U3),4(U4),5(U5),6(U6), 7(U7),8(U8),9(U9),10(U10) Posiciones Nivel 2: : 1 (U1), 2 (U2), 3 (U3), 4(U4), 5(U5), 6(U6), 7(U9),
<i>Collaboratory</i> versión Enriquecida	PCP	Incremento en la cantidad de puntos totales de los participantes, mayor a 50 %, respecto al escenario versión inicial.
	CUN	Incremento en la cantidad de usuarios por niveles alcanzados, entre un 20 % y 40 % entre los niveles más altos a los más bajos, respectivamente. Medido frente los resultados del escenario versión inicial.
	UNxTU	La cantidad de usuarios con misiones realizadas mayor al 50 % de la población total.
	CMxM	La cantidad de misiones terminadas superior al 90 % de las misiones iniciadas por los usuarios.
	PE	La cantidad de usuarios que reciben feedback, debe ser superior al 50 % de la población total.
	CA	La cantidad de participantes que logran todas las características del avatar, debe ser superior al 50 % de los participantes del proyecto.
	PUxTP	Incremento en la proporción de puntos alcanzados por el usuario, superior al 30 %, sobre el total de puntos de la población. Comparado con el escenario de versión inicial.
	PxN	Incremento en la proporción de puntos alcanzados por el usuario, superior al 20 %, sobre el total de puntos por nivel. Comparado con el escenario de versión inicial.

Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo hemos presentado una adaptación del método de gamificación del trabajo de [18] en un proyecto de ciencia ciudadana donde se implementaron tres dinámicas de juego en base a las mecánicas de autonomía y competencia. Además, se ha incluido la definición de 8 indicadores que permiten medir las dinámicas diseñadas para plataformas de ciencia ciudadana. Finalmente, se especificó un procedimiento de validación de contribución y participación en dos escenarios de prueba. Como trabajo a futuro se planea evaluar las dinámicas presentadas en este trabajo en nuevas versiones de proyectos de ciencia ciudadana.

Figura 2.
PUxTP: Cantidad de puntos obtenidos por participante
frente al total de participantes



Agradecimientos

A Giuliano de La Penna por su trabajo en el desarrollo de los prototipos de la primera versión de *Collaboratory*. Parte del desarrollo de *Collaboratory* fue soportado por un AWS in Education Research Grant award.

Referencias

- [1] S. Elwood, M. F. Goodchild, and D. Z. Sui, "Researching volunteered geographic information: Spatial data, geographic research, and new social practice," *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, vol. 102, no. 3, pp. 571–590, 2012.
- [2] Y. Bhattacharjee, "Citizen Scientists Supplement Work of Cornell Researchers," *Science (80-.)*, vol. 308, no. 5727, pp. 1402–1403, 2005.
- [3] C. J. Lintott, K. Schawinski, A. Slosar, K. Land, S. Bamford, D. Thomas, M. J. Raddick, R. C. Nichol, A. Szalay, D. Andreescu, and others, "Galaxy Zoo: morphologies derived from visual inspection of galaxies from the Sloan Digital Sky Survey," *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, vol. 389, no. 3, pp. 1179–1189, 2008.
- [4] R. Simpson, K. R. Page, and D. De Roure, "Zooniverse: observing the world's largest citizen science platform," pp. 1049–1054, Apr. 2014.
- [5] Y. Wang, N. Kaplan, G. Newman, and R. Scarpino, "CitSci.org: A New Model for Managing, Documenting, and Sharing Citizen Science Data," *PLoS Biol.*, vol. 13, no. 10, p. e1002280, 2015.

- [6] D. Rotman, J. Preece, J. Hammock, K. Procita, D. Hansen, C. Parr, D. Lewis, and D. Jacobs, "Dynamic Changes in Motivation in Collaborative Citizen-Science Projects," *Proc. ACM 2012 Conf. Comput. Support. Coop. Work - CSCW '12*, pp. 217–226, 2012.
- [7] K. Werbach, "(Re) Defining Gamification: A Process Approach," in *Persuasive Technology*, Springer, 2014, pp. 266–272.
- [8] A. R. Yohannis, Y. D. Prabowo, and A. Waworuntu, "Defining gamification: From lexical meaning and process viewpoint towards a gameful reality," *Inf. Technol. Syst. Innov. (ICITSI)*, 2014 Int. Conf., pp. 284–289, 2014.
- [9] K. Seaborn and D. I. Fels, "Gamification in theory and action: A survey," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 74, pp. 14–31, 2015.
- [10] A. Francisco-Aparicio, F. L. Gutiérrez-Vela, J. L. Isla-Montes, and J. L. G. Sanchez, "Gamification: Analysis and application," in *New Trends in Interaction, Virtual Reality and Modeling*, Springer, 2013, pp. 113–126.
- [11] M. Hosseini, A. Shahri, K. Phalp, J. Taylor, and R. Ali, "Crowdsourcing: A taxonomy and systematic mapping study," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 17, pp. 43–69, 2015.
- [12] J. L. Jurado, A. Fernandez, and C. A. Collazos, "Applying gamification in the context of knowledge management," in *Proceedings of the 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business*, 2015, p. 43.
- [13] C. G. Silva, R. M. M Brito, J. A. Farias Leal, A. Furtado, N. Andrade, C. Manahl, and T. Holocher-ertl, "SOCIENTIZE participatory experiments, dissemination and networking activities in perspective," *Hum. Comput.*, vol. 12, pp. 119–135, 2014.
- [14] A. Eveleigh, C. Jennett, S. Lynn, and A. L. Cox, "'I want to be a captain! I want to be a captain!': gamification in the old weather citizen science project," *Proc. First Int. Conf. Gameful Des. Res. Appl. - Gamification '13*, pp. 79–82, 2013.
- [15] A. Bowser, D. Hansen, J. Preece, Y. He, C. Boston, and J. Hammock, "Gamifying citizen science," in *Proceedings of the companion publication of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing - CSCW Companion '14*, 2014, pp. 137–140.
- [16] J. and P. players Kawrykow, Alexander and Roumanis, Gary and Kam, Alfred and Kwak, Daniel and Leung, Clarence and Wu, Chu and Zarour, Eleyine and Sarmenta, Luis and Blanchette, Mathieu and Waldispühl, "Phylo: A Citizen Science Approach for Improving Multiple Sequence Alignment," *PLoS One*, vol. 7, no. 3, p. e31362, Mar. 2012.
- [17] V. Curtis, "Online citizen science games: Opportunities for the biological sciences," *Appl. Transl. Genomics*, vol. 3, no. 4, pp. 90–94, 2014.

- [18] I. V Osipov, E. Nikulchev, A. A. Volinsky, and A. Y. Prasikova, "Study of gamification effectiveness in online e-learning systems," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 6, no. 2, pp. 71–77, 2015.

EventU: sistema interactivo de eventos universitarios en Santiago de Cali

Katherine Domínguez,
Juan Fernando Narváez,
Karol Guazá, Andrés Solano³³

Resumen

La continua evolución de la sociedad y la educación ha ocasionado que el entorno universitario se transforme para satisfacer las expectativas de los miembros de la comunidad universitaria; de esta forma la variedad de actividades que contribuyen al crecimiento académico, personal, espiritual y deportivo de los mismos va en aumento. Es así como las universidades de Santiago de Cali a través de Bienestar Universitario ofrecen actividades extracurriculares, en las cuales se incluyen los eventos universitarios a nivel deportivo, académico, social y de entretenimiento. Sin embargo, la asistencia a estos eventos ha quedado relegada debido a la falta de información que se le ofrece a esta comunidad. En este sentido, el objetivo de este artículo es presentar una propuesta de investigación del diseño de un sistema interactivo aplicando la metodología del Diseño Centrado en el Usuario.

Palabras claves: aplicación móvil, sistema interactivo, eventos universitarios, diseño centrado en el usuario.

33. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia. CORreos electrónicos: katherine.dom_granda@uao.edu.co; juan_fer.narvaez@uao.edu.co; karol.guaza@uao.edu.co; afsolano@uao.edu.co

Introducción

Según la Ley 30 de 1992 [1], las universidades de Colombia tienen como objetivo principal contribuir a la formación de personas íntegras que solucionen problemas del entorno regional, nacional e internacional, además de propender por el bienestar personal, social, espiritual y material de la comunidad universitaria. De esta forma la Universidad Autónoma de Occidente, con el apoyo de Bienestar Universitario organiza eventos culturales, sociales, deportivos y académicos que contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de los miembros de la comunidad universitaria [2]. Sin embargo, normalmente los miembros de esta comunidad están desinformados acerca de los eventos realizados en estas instituciones.

Con la intención de abordar dicha problemática, es considerado el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), una herramienta clave para desarrollar una solución mediante un sistema interactivo haciendo uso de recursos que causen un impacto positivo en la organización y asistencia de eventos universitarios. Para cumplir con este propósito se definió el público objetivo con las siguientes características: miembros de la comunidad universitaria de Santiago de Cali, con un rango de edad entre 16 y 50 años, de género masculino y femenino, con un nivel básico en el manejo de las TIC y con acceso a internet.

Una vez se estableció el público objetivo, se aplicaron dos métodos de indagación (entrevistas y encuestas) para recopilar la información sobre necesidades, contexto, gustos y preferencias que permitan enfocarse en la solución del problema; fueron analizados los datos obtenidos en procura de encontrar aspectos importantes referentes a la solución de la problemática. Posteriormente, fueron ejecutados 2 métodos de evaluación de usabilidad al prototipo de alta fidelidad, esto con el fin de encontrar problemas en el uso del sistema interactivo y hacer las mejoras respectivas.

Problemática

Los miembros de la comunidad universitaria de Santiago de Cali habitualmente están desinformados de los eventos universitarios que se realizan en su entorno, por tal razón no asisten a ellos, ocasionando que las universidades reduzcan el presupuesto destinado a estos eventos que propenden por el bienestar personal, académico, social, espiritual y material de los miembros de la comunidad universitaria. Esta situación se debe a que los medios publicitarios en los que actualmente se publican los eventos universitarios de Santiago de Cali, ofrecen información incompleta y tienen un alcance limitado al usuario.

Dada esta problemática el objetivo que abordó este proyecto fue diseñar una solución para mejorar las estrategias de comunicación sobre los eventos universitarios que se realizan en el entorno de los miembros de la comunidad universitaria de Santiago de Cali, teniendo en cuenta sus necesidades, gustos y preferencias.

Trabajos relacionados

Dentro de las investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional se destacan las siguientes aplicaciones para teléfonos móviles:

- Super Planner, es una aplicación comercial para planificar eventos. Esta aplicación proporciona una variedad de herramientas de planificación que incluyen cálculos para establecer la capacidad del lugar, personal, servicio de comidas, montaje, proyección y pista de baile, así como consejos útiles en varias áreas [3].
- Bizzabo, es una aplicación multiplataforma de pago que tiene en cuenta todos los aspectos que necesita un evento; incluye divulgación de eventos, convocar oradores, mensajería privada, etc [4].
- EventBrite, “Descubre eventos próximos cerca de ti y recibe recomendaciones personalizadas. Mantente al día con noticias de los eventos más nuevos, como conciertos, festivales, clases de yoga, eventos festivos y eventos empresariales. Descubre actividades divertidas por fecha, hora y ubicación. Compra entradas y tenlas a mano en tu dispositivo móvil para ingresar simple y fácilmente”. EventBrite fue diseñada para encontrar eventos cercanos [5].
- EventBase, es una aplicación gratuita que tiene en cuenta la experiencia de usuario como eje central, permite divulgar múltiples eventos y ha tenido grandes reconocimientos alrededor del mundo [6].

La diferencia principal entre el sistema propuesto y las aplicaciones mencionadas, es que el primero fue construido siguiendo un enfoque de Diseño Centrado en el Usuario, lo cual permitió conocer las necesidades, gustos y preferencias del público objetivo.

Otro factor diferenciador es que el sistema propuesto permite la búsqueda, organización y asistencia de eventos exclusivamente universitarios, agregando valor al sistema, ya que permite la integración e intercambio de conocimiento entre miembros de diferentes universidades.

En el proceso se encontró como necesidad relevante la búsqueda de transporte para asistir a un evento, por lo tanto, el sistema interactivo permite la comu-

nicación entre usuarios que disponen de un vehículo y usuarios que necesitan un transporte, con el fin de transportarse a un evento en común, siendo esto un factor diferenciador más.

Como último factor diferenciador, el sistema propuesto satisface algunas necesidades del organizador del evento, mostrando estadísticas de la inscripción y del nivel de aprobación del evento por parte de los asistentes.

Concepción del sistema propuesto

Es imprescindible aplicar una metodología que facilite el flujo de trabajo para procesos de diseño y desarrollo. Para ello, se tomó como referente el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) [7], el cual tiene como objetivo hacer que los sistemas interactivos sean más útiles centrándose en el uso y la aplicación de factores humano/ergonomía, conocimiento y técnicas de usabilidad.

Luego se tuvo en cuenta 2 técnicas de recolección de datos para establecer las necesidades, gustos y preferencias del público objetivo; las entrevistas permitieron recolectar datos cualitativos y las encuestas, datos cuantitativos y cualitativos. Los resultados obtenidos en las entrevistas fueron esenciales para elaborar las preguntas de las encuestas ya que ampliaron el conocimiento sobre el punto de vista del público objetivo. Cada pregunta de la encuesta tuvo como finalidad encontrar las necesidades y posteriormente los requerimientos del sistema interactivo.

Las necesidades del público objetivo encontradas al aplicar las técnicas de recolección de datos son las siguientes: (1) el usuario necesita inscribirse a un evento universitario de forma rápida, (2) el usuario necesita buscar un evento universitario y consultar su información completa, (3) el usuario necesita filtrar información de búsqueda de acuerdo a sus intereses, acerca de eventos universitarios, (4) el usuario necesita consultar la opinión que tienen las demás personas sobre un evento universitario, (5) el usuario necesita transportarse a otras universidades de Cali para asistir a un evento universitario, (6) el usuario necesita estar informado a través de un dispositivo de uso constante.

Sistema propuesto

Con base en la problemática identificada (ver sección II) y las necesidades establecidas (ver sección IV), como propuesta de investigación se planteó el desarrollo de una aplicación móvil, llamada EventU, haciendo referencia a los Eventos realizados en las Universidades, que tiene como objetivo principal

permitirle al usuario realizar consultas de diferentes tipos de eventos en el ámbito universitario en la ciudad de Santiago de Cali. Estos eventos son de tipo: cultural, deportivo, académico y/o de entretenimiento.

La aplicación móvil permite al usuario enterarse oportunamente de los eventos, accediendo a la información completa, como lo es: ubicación, fecha, tipo, costo, cupos disponibles y duración. Además, el usuario tiene la posibilidad de inscribirse a un evento de forma rápida y posteriormente realizar comentarios de su experiencia vivida en este. Por otro lado, podrá encontrar personas con las que pueda interactuar, compartir y proponer ideas y/o aportes sobre algún evento en particular. También los usuarios que organizan eventos tienen un espacio para publicarlos, conocer un estimado de asistencia y nivel de aprobación por parte de los asistentes.

Evaluación del sistema

Una vez identificadas las necesidades y requerimientos se realizó el diseño de la aplicación móvil. Para ello, se usó *Justinmind Prototyper* como herramienta de prototipado [8].

La evaluación de usabilidad de la aplicación móvil fue realizada mediante experimentos formales [9], en la Universidad Autónoma de Occidente. Antes de ejecutar el método de evaluación, fue realizada una prueba piloto al prototipo de alta fidelidad, a partir de esta prueba se extrajo el tiempo estimado en que se debe tardar un usuario en realizar cada tarea.

Antes de que los participantes realizaran las tareas se les pidió responder un cuestionario pre-test, con el fin de verificar que cumplieran con el perfil de usuario establecido. Los evaluadores les plantearon a los participantes el siguiente escenario junto con las tareas presentadas a continuación:

“Usted necesita buscar un evento universitario, por lo cual ha decidido utilizar EventU para encontrar un evento de su interés en la ciudad de Cali. Para esto debe registrarse en la aplicación y realizar la búsqueda de dicho evento, filtrando la información por: fecha, universidad, tipo de evento y costo; luego que encuentra el evento de su interés usted realiza la respectiva inscripción y busca un transporte para ir a este lugar. Cuando finaliza el evento, usted comenta y lo califica de acuerdo a la experiencia vivida en este”.

Las tareas que realizaron los participantes en el método experimentos formales son: 1) registrarse en la aplicación, 2) buscar un Congreso realizado por la Universidad Autónoma de Occidente, en el mes de septiembre y que tenga

costo, 3) inscribirse al Congreso Colombiano de Computación y realizar el pago con tarjeta de crédito, 4) ir a Eventos archivados y calificar con 4 estrellas el evento llamado “Congreso Expin Media Lab”, 5) buscar transporte para asistir al Congreso de Pediatría.

La Tabla 1 presenta los problemas de usabilidad detectados a partir de la ejecución de experimentos formales.

Tabla 1.
Problemas de usabilidad detectados

No.	Problema
1	El teclado obstruye los campos para el registro de la información al crear una cuenta.
2	El teclado obstruye los campos para el registro de la información de la tarjeta de crédito. El campo “Número de tarjeta” no es registrado.
3	La frase “Eventos archivados” no tiene relación con los eventos a los cuales el usuario ha asistido.
4	Realizar un comentario no es una forma rápida a la hora de solicitar un transporte.

Conclusiones

El sistema interactivo propuesto fue construido siguiendo un enfoque de diseño centrado en el usuario, empezando por el planteamiento de la problemática, la definición del perfil de usuario, especificación de requerimientos funcionales y no funcionales, diseño de prototipos de baja y alta fidelidad, hasta la ejecución de métodos de evaluación de usabilidad, análisis e interpretación de la información recolectada.

EventU, en comparación con las aplicaciones móviles actuales, permite la búsqueda, organización y asistencia de eventos exclusivamente universitarios, siendo esto de gran ventaja para la sociedad, ya que permite la integración e intercambio de conocimiento entre miembros de diferentes universidades.

Para la obtención del prototipo de alta fidelidad de la aplicación móvil, se destaca de la metodología DCU, la utilidad del proceso llevado a cabo para el planteamiento de las necesidades del usuario, ya que permitió establecer con certeza los requerimientos reales del mismo, gracias a la participación activa de los usuarios finales, con lo cual, fue posible plasmar en los prototipos los componentes más relevantes del sistema interactivo.

La planeación, ejecución y análisis de los métodos de evaluación de usabilidad permitieron al grupo de trabajo mejorar el prototipo, en pro de satisfacer las

necesidades de los usuarios y ganar experiencia en el campo de HCI como evaluadores.

Con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información (de calidad) en las evaluaciones de usabilidad, es necesario tener claro los aspectos a medir para luego estudiar y seleccionar el método correcto en una determinada etapa del proceso. El prototipo de alta fidelidad fue evaluado mediante el método: experimentos formales, complementado con cuestionarios. Esto con el fin de obtener información adicional cuantitativa que puede ser útil para la toma de decisiones. Según la experiencia obtenida, se propone aplicar este método siempre que las preguntas a realizar sean correctas y tengan bien definido su objetivo. Adicionalmente, conviene usar la escala de Likert de 5 niveles, la cual permite un análisis e interpretación significativa de la información.

La comunidad universitaria normalmente está desinformada respecto a los eventos universitarios realizados en la ciudad de Cali, debido a que los medios de comunicación que despliegan esta información no resultan suficientemente efectivos y no presentan información completa. Con base en lo anterior, la aplicación propuesta podría servir como medio para el despliegue de información (eventos de diferentes tipos), la cual intenta crear un enlace constante con el usuario, lo que permitiría que la información se difunda de forma masiva.

Como actividades futuras se destacan, el desarrollo de la aplicación software del sistema interactivo y el desarrollo de componentes físicos que apoyen el contexto pre-realización, realización y post-realización del evento universitario con el fin de obtener un sistema multimedia completo, el cual incluye experiencia de usuario, hardware y software.

También, EventU debe ser ajustado a otras ciudades de Colombia, teniendo en cuenta las necesidades de cada ciudad y universidad en particular. Además, deberá ser planificado el uso de EventU en diferentes dispositivos con diferentes sistemas operativos.

Finalmente, se requiere seguir aplicando evaluaciones de usabilidad al sistema interactivo, llevándolo a casos de uso en entornos reales que validen su funcionalidad y que muestren su potencial en un entorno universitario.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Semillero en Interacción Humano-Computador, de la Universidad Autónoma de Occidente, el cual

se encuentra adscrito al Grupo de Investigación en Telemática e Informática Aplicada.

Referencias

- [1] “Ley 30 de Diciembre 28 de 1992, cap III, art 117.” [Online]. Available: <https://goo.gl/4NTfn8>
- [2] “Estatuto de Bienestar Universitario Resolución No. 159 Diciembre 20 de 1993,” UAO. [Online]. Available: <https://goo.gl/te3inZ>
- [3] Super Planner [Online]. Available: <https://goo.gl/Z7GNN4> [Accessed: 20-Jan-2018].
- [4] Bizzabo, “Make Professional Events Meaningful with Bizzabo.” [Online]. Available: <https://goo.gl/YGG7XE> [Accessed: 20-Jan-2018].
- [5] R. Williams et al., “Eventbrite - Discover popular events & nearby fun - Android Apps on Google Play.” [Online]. Available: <https://goo.gl/4PKKem> [Accessed: 20-Jan-2018].
- [6] “Free Event Apps - mobile app for events, conferences & festivals,” Eventbase. [Online]. Available: <https://goo.gl/iY5seh> [Accessed: 20-Jan-2018].
- [7] “ISO 9241-210: 2010,” Ergonomía de la interacción humano-sistema. Parte 210: Diseño centrado en el ser humano para sistemas interactivos., Mar-2010. [Online]. Available: <https://goo.gl/hSmQ5w>
- [8] “All-in-one Prototyping Tool for web and mobile apps.” [Online]. Available: <https://goo.gl/EZH4yw>
- [9] T. Granollers, “MPIu+a. Modelo de Proceso de Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad,” Universidad de Lleida, 2004.

Framework for the design of interactive collaborative tools to support literacy teaching to deaf children through storytelling

Leandro Flórez Aristizábal³⁴, Sandra Cano³⁵
César A. Collazos³⁶, Andrés F. Solano³⁷

Abstract

Nowadays, deaf/hard of hearing (DHH) children face communication problems due to a late acquisition of their first language (sign language) and this derives in a late or poor acquisition of a second language (written). Teaching and learning strategies differ from those used for hearing children, that is why it is important to apply methods that are specially designed for DHH children where the inclusion of ICT is necessary to engage children into learning. A framework to design interactive collaborative tools is proposed in order to support the teaching process of literacy through storytelling to DHH children.

Keywords: storytelling, deaf, hard of hearing, children, literacy

-
- 34. University of Cauca, IDIS Group. Institución Universitaria Antonio José Camacho, GRIN-TIC Group. Popayán, Colombia. Correo electrónico: lfa@unicauca.edu.co
 - 35. University of San Buenaventura, LIDIS Group. Cali, Colombia. Correo electrónico: sandra.cano@gmail.com
 - 36. University of Cauca, IDIS Group. Popayán, Colombia. Correo electrónico: ccollazo@unicauca.edu.co
 - 37. University Autónoma de Occidente, GITI Group. Cali, Colombia. Correo electrónico: af-solano@uao.edu.co

Introduction

Nowadays, deaf children are facing difficulties in different areas of knowledge mainly due to the late acquisition of a first language, which should be a sign language (SL). Some SL are legally recognized in national laws or constitutions, or are mentioned in the laws of different countries [1] like Colombian Sign Language (CSL). Children must be exposed to an accessible language during the first five years of age [2] and for deaf children it should be the SL used or accepted in their countries but unfortunately for some of them this language is not acquired properly at home mainly due to 90 % of them are born to non-deaf parents [3] who do not use this language. Another reason that prevents children from learning SL is that in some cases, deafness is seen from a clinical point of view, which makes children with a profound level of deafness to get a cochlear implant and be treated with therapies to make them listeners and oral speakers [4] without respecting their identity as part of the deaf community and preventing access to sign language.

As users of sign language within an oral world, these children face challenges in order to be part of the society, mainly due to a communication barrier, that's why literacy is so important for deaf community, since reading and writing skills as effective appropriation is pleasurable, is access to information and communication [5], which is necessary not just to interact with other people, but also to get access and create new knowledge.

In recent years, children (deaf and hearing) grow up immersed in technology, which has aroused interest among researchers to design and develop interactive products focused on them not just to entertain but also to educate. Designing and developing interactive products for children is not an easy task since there are variables that may affect children's perception of technology such as age, gender or even disabilities which can critically influence the way a person perceives the world and this is something that researchers and designers may not understand [6]. For this reasons, designing for children should involve them to analyze and know their needs, just like User-Centered Design (UCD) process suggests.

Problem statement

Poor literacy skills in deaf children is one of the main reasons they don't finish higher education as stated in [7]. Literacy problems may affect learning of areas of knowledge such as math and science [8] and this leaves deaf children in a clear disadvantage compared to their hearing peers. This kind of problem is

even more critical when deaf children have little to no exposure to sign language which should be their natural language and is necessary for intellectual development [9]. According to Gabel and Danforth in [10] the acquisition of a first language in early childhood (sign language for deaf children) is essential to developing literacy in a second language (written language).

Literacy in deaf children is important, allowing them to communicate with society through writing and reading. However, the first language for the deaf is sign language, so that causes difficulty to understand written language or the meaning of a sentence. Previous studies [11][12] have shown that deaf children develop better visual attention skills compensating the lack of auditory stimuli, so teachers are using tools accompanied by images and texts as a communication way.

The use of storytelling as a resource to support literacy teaching for deaf children is being used lately [13]. This approach allows children to build stories from a sequence of images without text. Storytelling helps to develop reading comprehension skills and imagination of the child. Piaget [14] and Vygotsky recommend teaching reading through storytelling, where the child discovers interesting situations to stimulate communicative language and imagination. Nowadays, teachers use stories oriented to hearing children applied in deaf children, where these must be adjusted according to their needs or learning level.

Interactive storytelling involves the use of ICT's, mainly through the use of software-based devices such as computers or mobile devices and in some cases making use of external hardware to augment the experience.

In order to find out how storytelling has been used in the education of deaf children, a systematic literature review was carried out [14] and we found that there are evident issues regarding the education of deaf children, some of them are the lack of research towards the use of an effective strategy like storytelling and not taking advantage of ICTs to engage deaf children with interactive storytelling. There's an opportunity to promote the use of technology combined with the process of telling and creating stories.

Objectives

General

To establish a framework for the design of interactive collaborative tools to support literacy teaching to deaf children from 5 to 11 years old through storytelling.

Specific

- To analyze literacy teaching methods for deaf children from 5 to 11 years old.
- To define collaborative Learning (CL) strategies that can be integrated in a literacy teaching approach.
- To design a framework for the design of interactive collaborative tools to support literacy teaching to deaf children
- To develop a prototype of interactive collaborativ system to support the proposed framework.
- To evaluate the proposed framework through a case study using the developed prototype.

Preliminary results

During this research, different papers have been published to share preliminaray results.

- Towards the Design of Interactive Storytelling to Support Literacy Teaching for Deaf Children
- Augmentative and Alternative Communication in the Literacy Teaching for Deaf Children
- Using Storytelling to Support the Education of Deaf Children: A Systematic Literature Review
- Assessing User Experience for Serious Games in Auditory- Verbal Therapy for Children with Cochlear Implant
- Collaborative Learning as Educational Strategy for Deaf Children: A Systematic Literature Review
- Tools and Methods Applied in Interactive Systems to Evaluate the User Experience with Deaf/Hard of Hearing Children

References

- [1] World Federation of the Deaf, “Sign Language.” [Online]. Available: <https://wfdeaf.org/human-rights/crpd/sign-language>. 2016
- [2] N. K. Mellon, J. K. Niparko, C. Rathmann, G. Mathur, T. Humphries, D. J. Napoli, T. Handley, S. Scambler, and J. D. Lantos, “Should All Deaf Children Learn Sign Language?,” *Pediatrics*, vol. 136, no. 1, pp. 170–176, 2015.

- [3] C. Guimarães, M. H. R. Pereira, and S. Fernandes, "A framework to inform design of learning objects for teaching written Portuguese (2nd Language) to deaf children via sign language (1st Language)," in *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2015, vol. 2015–March, pp. 2–10.
- [4] L. C. Olga Lucía and C. Dora Inés, "Bilingualism of Colombian Deaf Children in the Teaching-Learning of Mathematics in the First Year of Elementary School / El Bilingüismo de los Niños Sordos de Colombia en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el primer año de escuela primaria," *Colombian Applied Linguistics Journal VO - 12*, vol. 12, no. 2, p. 9, 2010.
- [5] J. Bueno and L. Sánchez García, "Action research to generate requirements for a computational environment supporting bilingual literacy of deaf children," *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 8514 LNCS, no. PART 2, pp. 245–253, 2014.
- [6] M. R. Lissi, K. Svartholm, and M. González, "El Enfoque Bilingüe en la Educación de Sordos : sus implicancias para la enseñanza y aprendizaje de la lengua escrita," *Estudios Pedagógicos*, vol. 38, no. 2, pp. 299–320, 2012.
- [7] T. A. Moreno de León, L. Rangel, and E. De León, "Promoviendo el desarrollo de la competencia lectora a través de cuentos con imágenes sin palabras en preescolar," *Revista Internacional de Educación Preescolar e Infantil*, vol. 2, no. 1, pp. 49–64, 2016.
- [8] S. Sanchez, H. Gu, K. Kunze, and M. Inami, "Multimodal Literacy: Storytelling Across Senses," *Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*, pp. 1257–1260, 2015.
- [9] A. Alsumait and Z. S. Al-Musawi, "Creative and innovative e-learning using interactive storytelling," *International Journal of Pervasive Computing and Communications*, vol. 9, no. 3, pp. 209–226, 2013.
- [10] M. Malzkuhn and M. Herzig, "Bilingual Storybook App Designed for Deaf Children Based on Research Principles," in *Interaction Design and Children*, 2013, pp. 499–502.
- [11] D. Chen Pichler, J. A. Hochgesang, D. Lillo-Martin, R. Müller de Quadros, and W. Reynolds, "Best Practices for Building a Bimodal/Bilingual Child Language Corpus," *Sign Language Studies*, no. January, pp. 361–388, 2016.
- [12] L. A. Guerrero, B. Mejías, C. A. Collazos, J. A. Pino, and S. F. Ochoa, "Collaborative Learning and Creative Writing," *Proceedings of the First Latin American Web Congress*, p. 7, 2003.

- [13] Melissa Malzkuhn, and Melissa Herzig, in:, Interaction Design and Children, 2013, pp. 499–502
- [14] Jean Piaget, and Bärbel Inhelder, The Psychology of the Child, Basic Books, New York, 1969.

Un proceso colaborativo para el aprendizaje de metodologías ágiles en equipos grandes

Luis Freddy Muñoz Sanabria³⁸,
Julio Ariel Hurtado Alegría³⁹,
Francisco Javier Álvarez Rodríguez⁴⁰

Resumen

Extreme Programming (XP) es uno de los métodos ágiles más usado por la industria y la comunidad científica. Sin embargo, la literatura reporta problemas para trabajar cuando el equipo crece y es mayor la complejidad del proyecto. Las prácticas de arquitectura surgieron como mecanismo para resolver asuntos de complejidad y de colaboración para equipos de desarrollo grandes. Aprovechando la capacidad de los métodos de arquitectura, éste artículo propone un método colaborativo para aprehender metodologías ágiles cuando los equipos crecen; XP trabajan coordinadamente alrededor de un equipo que incorpora en forma ágil prácticas arquitectónicas. El método, denominado Xp/Architecture (XA), se aplicó colaborativamente a tres proyectos académicos; los resultados permiten validar preliminarmente la hipótesis de que la productividad de los equipos mantendría el orden de productividad de los equipos XP reportados

38. Programa de Ingeniería de Sistemas, Fundación Universitaria de Popayán. Popayán, Cauca, Colombia. Correo electrónico: lfreddyms@fup.edu.co

39. Departamento de Sistemas Universidad del Cauca. Popayán, Cauca Colombia. Correo electrónico: ahurtado@unicauca.edu.co.

40. Departamento de Ciencias de la Computación Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. Correo electrónico: fjalvar@correo.uaa.mx.

por la literatura y además mejoraría la productividad de equipos que trabajan con metodologías tradicionales.

Palabras claves: arquitectura del software, colaboración, métodos ágiles, procesos software.

Introducción

La industria de software se compone en su gran parte de VSEs (Very Small Enterprises) [1], donde la mayoría de las prácticas disponibles en la literatura no resultan aplicables directamente [2]. La competitividad de la industria de software requiere contar con productos de calidad y equipos de desarrollo productivos, por ello las metodologías ágiles han venido dando una respuesta a la industria a través de desarrollos rápidos y de calidad en ambientes de gran incertidumbre. Las metodologías ágiles abordan de manera directa problemas de calidad que provienen de la comprensión de los requisitos [3], a través de ciclos de desarrollo cortos, orientados al valor y con la participación activa del cliente. *Extreme Programming* – XP [4] es una de las metodologías ágiles más exitosa en grupos pequeños, sin embargo, presenta problemas de coordinación cuando el tamaño del equipo crece [5] evidenciándose el problema de la escalabilidad [6].

Escalar un método se refiere a extender su aplicación en un contexto más grande o complejo para el que fue propuesto inicialmente. Normalmente la escala está relacionada con la complejidad de problema y con el tamaño del equipo, por lo que cualquier estrategia de solución debe considerar elementos técnicos y de gestión con el fin de facilitar la descomposición metódica del proyecto en unidades más simples, gestionables y construibles. Aquí, la arquitectura es uno de los conceptos claves para resolver el problema en el que un proyecto de mediana o alta complejidad intenta usar metodologías ágiles [7]. La ausencia de una orientación hacia la arquitectura dentro de las metodologías ágiles, no permite que se tomen decisiones tempranas de diseño que tendrán un profundo impacto en todo el proyecto.

Una industria de software competitiva debe poder incrementar su capacidad productiva a largo plazo, es decir, debe poder re-usar componentes, estructuras y decisiones de diseño, así como obtener productos que después puedan ser mantenidos adecuadamente [8]. Este artículo presenta *Extreme Programming with Architecture: Xp/Architecture (XA)*, un modelo de proceso de software basado en XP y centrado en la arquitectura, orientado a proyectos de mediana complejidad y equipos de más de 16 personas que busca potenciar la capacidad productiva de las organizaciones. XA introduce un modelo holístico que facilita la coordinación de un conjunto de equipos de desarrollo, pequeños y satélites

que trabajan independientemente con XP alrededor de un grupo de arquitectura ágil. El modelo propuesto ha sido validando usando un caso de estudio embebido que involucra su aplicación en tres proyectos de desarrollo de software.

Trabajos relacionados

Basado en experiencias reales, Kornstädt and Sauer [8] muestran que una vista arquitectónica común permite solucionar problemas de comunicación en un proyecto de desarrollo ágil. Aunque no se propone un proceso que combine métodos ágiles con métodos de arquitectura, se respalda la idea de que la arquitectura es un artefacto relevante para escalar un método ágil. Hadar y Silberman [9] presentan el método C3A, el cual está basado en el uso de diagramas de referencia y de implementación de la arquitectura en XP, un conjunto de contratos de componentes y una metodología que alinea el cronograma y la granularidad de las tareas. Sin embargo, este método no define explícitamente las prácticas respecto al desarrollo de los requisitos y el diseño de la arquitectura, tampoco reporta casos de aplicación. Jensen et Al. [10] usan un mecanismo análogo a las historias de usuario, para representar los requerimientos y decisiones de arquitectura en XP con el objeto de plantear una arquitectura basada en las historias de desarrolladores. Estas historias expresan las demandas concretas de refactorización y son una herramienta para la planificación. Además, estas historias permiten a los desarrolladores, reflexionar sobre el diseño del sistema, para tener una comprensión compartida de la arquitectura. Sin embargo, las historias de desarrolladores no son usadas para definir una arquitectura de acuerdo a los requisitos de calidad, no se integran explícitamente prácticas de arquitectura, ni se presentan resultados empíricos. Donald J. Reifer et Al.[11] recogen el criterio de varios expertos quienes dicen que no es posible escalar los métodos ágiles sino se usan metáforas mixtas (ágiles y rigurosas). Estos autores proponen un equipo de arquitectura y subdividir el resto del equipo en equipos más pequeños de desarrolladores, aclarando que, dependiendo del tamaño del software, la comunicación y los otros principios del postulado ágil se pueden hacer tan complejos que en la relación cliente y equipos XP pueden perderse los objetivos del sistema.

Respecto a los estudios en los que se mide la productividad y a calidad de los desarrollos con XP, se encuentra muy poco reportado en la literatura. [12] reportan un estudio de caso en el que se alcanzó una productividad de 0,003 historias de usuario persona hora (32 historias de usuario, en 3.5 meses por un equipo de 14.7 personas). Otro estudio de caso de estudio es reportado por

[13], donde la productividad de un equipo XP es de 17 NLOC-P (NLO-P-H - Número de líneas de código por persona por hora).

Metodología

Extensión de XP con prácticas de Arquitectura Xp/Architecture (XA) es una metodología ágil sostenida por los valores y principios propios de la programación extrema (XP), que agrega algunas prácticas de arquitectura, cuyo objeto primordial de hacer usable XP con proyectos de mediana complejidad (problema/solución) y con equipos más grandes a los tradicionales [21]. La Figura 1 muestra como el gran equipo del proyecto es descompuesto por un conjunto de equipos XP más pequeños alrededor de un equipo de arquitectura XA. Así, las dinámicas del modelo XA son una combinación de las dinámicas presentes en estos grupos y sus interrelaciones. Por ello la descripción de este modelo holístico parte de las prácticas y valores de XP y éstas trascienden a la dinámica intra-grupo del grupo de arquitectura y a la dinámica inter-grupo del equipo completo.

Figura 1.
Modelo holístico de XA



Por lo anterior, para XA son muy importantes los 4 valores propuestos por el manifiesto ágil [4], y además XA propone un nuevo valor que formará parte de los pilares que orientaran un desarrollo ágil en proyectos de mediana complejidad:

- La organización de equipos XP: debido a la magnitud del proyecto, este nuevo valor se orienta a la conciencia sobre organización holística de equipos XP, donde cada equipo sigue los valores y principios de XP [7] y al menos un equipo tendrá más énfasis en la arquitectura de software, el cual seguirá las prácticas extendidas definidas en XA. A los equipos que siguen los principios

de XP se denominan equipos XP y al equipo que sigue además las prácticas de arquitectura se denomina equipo XA.

- La comunicación: basada en una alta interacción entre los equipos de trabajo XP, los miembros del equipo XA y de estos con el cliente, la comunicación requiere establecer los canales para que el conocimiento fluya de forma emergente. El cliente debe ser miembro activo del equipo XA como fuente permanente de los requisitos del sistema. Este equipo está conformado por un miembro de cada equipo XP, quienes a su vez hacen de clientes en su respectivo equipo XP. Al cliente del proyecto se le denominará Cliente XA y al cliente de cada equipo XP, miembros a su vez del equipo XA, se le denominará cliente XP. Los clientes XP son agentes que establecen la relación inter-grupo y por tanto son los elementos claves de la comunicación en XA.
- La simplicidad: aplicada a todos los aspectos de XA, desde la fase inicial con arquitecturas muy sencillas y basadas en prácticas básicas, incluyendo la refactorización de código. Para XA, lo importante es hacer lo que el cliente necesita y de la forma más sencilla, pero sin perder la posibilidad de la integración continua y de valor.
- La retroalimentación: sucede en dos momentos; el primero por parte del equipo XA hacia el cliente XA, con el fin de brindarle avance sobre el desarrollo del sistema y conocer su apreciación, y desde el cliente XP hacia el equipo XP en los aportes al desarrollo del proyecto. El segundo momento ocurre entre cada miembro de los equipos XP, y los miembros del equipo de arquitectura XA, con el fin de brindarle avance sobre el desarrollo del sub-sistema y conocer su apreciación, y desde el cliente XP hacia el equipo XP en los aportes al desarrollo del sub-proyecto.
- La valentía: para enfrentarse a los continuos cambios que se presentan en el transcurso de la actividad, que implica a todos los miembros tanto del equipo XA como los equipos XP. Además de las doce (12) prácticas que caracterizan a XP [14], existen otras caracterizan XA:
- Gestión ágil con arquitectura: cada equipo XA y XP tienen un líder de proyecto quienes lo gestionan de forma ágil. Para la integración de las prácticas de gestión el líder del proyecto XA se reúne periódicamente (reunión diaria de gestión) con los líderes de cada proyecto XP para abordar los problemas y enfoques de gestión del proyecto.
- Unificación de código en equipos XA: al igual que con los equipos XP, existe para el equipo de arquitectura una propiedad colectiva de código [15], pero con el objeto de hacer menos complejo el desarrollo y cumplir con los

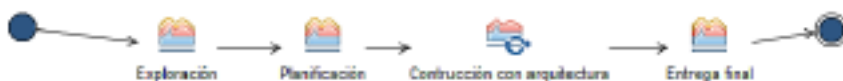
criterios ágiles en cada equipo existe la propiedad colectiva del código del sub-sistema que tiene a cargo (la propiedad colectiva de código se mantiene como práctica en cada equipo). XA se apoya de prácticas de arquitectura para la distribución de subsistemas, sus requisitos y posterior validación e integración. XA puede verse como un equipo ágil que subcontrata el desarrollo de componentes con equipos XP.

- Mecanismo para distribuir requisitos: una vez establecido un incremento en la arquitectura, por el equipo XA, se le comparte a los equipos XP los requerimientos del subsistema aprovechando la interacción de un miembro XA como cliente del equipo XP y por tanto manteniendo la filosofía de XP.

El ciclo de vida de XA

XA sigue unas fases e iteraciones como se muestra en la Figura 2.

Figura 2.
Fases del método XA



- Exploración: se reúnen los miembros del equipo XA con el cliente (XA) para establecer los requisitos iniciales del sistema. En esta fase se delimita el sistema.
- Planificación: los miembros del equipo XA establecen los objetivos de la fase, y construyen versiones iniciales de la arquitectura del sistema.
- Construcción con arquitectura: basados en la fase anterior, se priorizan los requisitos del sistema y se desarrolla un esqueleto de la arquitectura planteada por el equipo de arquitectura para esos requisitos, se modulariza el sistema y se distribuyen los requisitos a los equipos XP que participen en el proyecto. La definición de arquitectura se desarrolla paralelo al desarrollo de los equipos XP. Continuamente se va integrando el sistema. Como en XP ésta construcción se realiza de manera iterativa e incremental garantizando la retroalimentación continua del cliente.
- Entrega final: el equipo XA hace entrega al cliente del producto final, aunque Él ha realizado validaciones incrementales; debe evaluar completamente el producto.

Una iteración de XA se muestra en la Figura 3. En esta iteración de XA se ha embebido la iteración de XP, la cual es ejecutada por el equipo XP. Las actividades principales se han paralelizado con el objetivo de dar libertad a los equipos de ejecutar estas tareas de acuerdo a la dinámica emergente.

Figura 3.
Una iteración en el método XA



Prácticas de arquitectura en XA

XA mantiene de XP la simplicidad, la metáfora del sistema y la refactorización. Además, se aplican en forma adaptada los métodos de arquitectura: Attribute-Driven Design ADD y [13] QualityattributeWorkshops (QAW) [14]. Estas prácticas han sido combinadas y compactadas con las prácticas base de XP en trabajos previos,[15] y esto ha sido tomado como punto de referencia para obtener a través de esta investigación los fragmentos de proceso referentes a temas arquitectónicos como se muestra a continuación:

- Juego de la planificación: las historias de usuario que resultan de la dinámica de XP, se complementan con información de atributos de calidad propor-

cionados por el QAW donde se tienen en cuenta los escenarios de calidad, denominados en XA historias de arquitectura. La priorización de las historias de arquitectura y el refinamiento de las mismas dan información adicional para que el cliente y los desarrolladores elijan las historias de usuario en cada iteración. En la fase de exploración y de planificación se identifican y seleccionan las historias de arquitectura claves para arquitectura, muy útiles en la elección de las historias de usuario durante la práctica del juego de planificación de los equipos XP.

- Cliente in situ: el concepto de cliente es extendido para dar cabida a la participación de otros participantes (ej. equipo de mantenimiento, gerencia) con el fin de verificar los requisitos del sistema y las soluciones técnicas más allá de un dueño de los requisitos de negocio. Esto se hace en algunas de las reuniones diarias del equipo XA. Cada equipo XP mantiene esta práctica, en donde su cliente es el equipo de arquitectura.
- Metáfora del sistema: el método ADD proporciona un enfoque de refinamiento recursivo para la definición de la arquitectura en términos de descomposición del sistema en módulos más pequeños. XA usa este enfoque para descomponer el sistema en forma simple y alegórica al mundo del problema y brindar así un mapa comprensible del producto para distribuir los requisitos.
- Diseño Simple: el método ADD proporciona una arquitectura en un alto nivel de abstracción suficiente para garantizar un diseño competente, y las historias de usuario y de arquitectura, de tal forma que se mitiguen los riesgos asociados al proyecto. Contar con un diseño de alto nivel facilitará la integración y la independencia de los equipos XP en sus diseños, para que éstos puedan mantener esta práctica intacta en su interior.
- Refactorización: a nivel arquitectónico facilita la formulación rápida de soluciones mientras que en paralelo ADD brinda tácticas y estrategias de arquitectura para la solución a más largo plazo, disparando requisitos de refactorización arquitectónica. Esto facilita que los requerimientos técnicos puedan surgir incrementalmente respaldado por la capacidad de las prácticas de negociación de requisitos y refactorización en los equipos XP. Las refactorizaciones en XA, son de tipo arquitectónico con el fin de ubicar los cambios potenciales de mayor impacto lo más temprano posible en el proyecto.
- Propiedad colectiva de código: mantiene cada equipo XP a través de su subsistema en desarrollo. El equipo XA, define en mayor medida elementos de código arquitectónicos y sincroniza las tareas realizadas por los equipos

XP, para ello es necesario tener un repositorio de aplicaciones y de manejo de versiones que garantice el trabajo sobre estas restricciones.

- Desarrollo dirigido por pruebas: es extendido por el desarrollo de pruebas tempranas de integración. Las pruebas tempranas de integración son definidas para probar el comportamiento abstracto de la arquitectura antes de que éste se implemente, brindando una idea de los mecanismos que deberán ser definidas como una forma de requisitos de implementación. Las pruebas son ejecutadas implementando el comportamiento abstracto en forma concreta con código ejemplo (requerido por el caso de prueba) antes de que este comportamiento sea desarrollado por el equipo XA y liberado a los equipos XP.

Actividades principales de XA respecto a la arquitectura

Al igual que XP [16], XA propone unas actividades que forman parte de su ciclo de vida y que ponen en evidencia las prácticas anteriormente descritas en las siguientes actividades que se desarrollan en forma concurrente (Ver *Figura 4*) :

Figura 4.
Actividades principales relacionadas con la arquitectura
en la iteración de la arquitectura



Estudios de caso

XA fue aplicado en estudio de caso embebido en el marco de dos proyectos académicos y uno de industria, manteniendo las directrices de la investigación empírica de los estudios de caso donde se estudia un fenómeno dentro de su contexto real [17].

Para la recolección de la información en este estudio de caso se usaron y diseñaron los siguientes instrumentos:

- Encuestas: aplicadas al cliente, equipos XP y equipo XA, con el fin de indagar el grado de participación del cliente, su compromiso respecto al proyecto y con equipo XA, así como su satisfacción con el método y el producto. Conocer el grado de aceptación del modelo propuesto entre los miembros del equipo y el grado de receptividad del modelo y su dinamismo frente al proyecto y a los otros actores.

- Artefactos: como la lista de chequeo del producto para evaluar el cubrimiento de los requisitos, la planilla de defectos para evaluar la calidad y la evaluación de la arquitectura para evaluar la calidad de la arquitectura propuesta.

Proyecto 1: Gestor de proyectos de investigación del programa de Ingeniería de Sistemas de la FUP

El objetivo de este estudio de caso de estudio fue evaluar la capacidad de XA para escalar a grupos grandes en el marco de un proyecto de desarrollo grande respecto a un tiempo corto de desarrollo. Para diseñar esta investigación, se siguió la propuesta de Runenson y Host [18], para ello se partió de la pregunta de investigación principal que se intenta resolver: ¿Cómo escalar un proceso ágil en proyectos de mediana complejidad y equipos de desarrollo medianos?. Junto con la revisión de la literatura científica relacionada, se definió como hipótesis: XA mantendrá en el caso de estudio el orden de los índices de productividad y satisfacción reportados para XP, pero en proyectos de mediana complejidad y con equipos de más de 10 ± 2 personas. Para soportar esta investigación se definieron los indicadores, métricas e instrumentos de recolección de datos como se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.

Indicadores, métricas, fuentes de información, instrumentos

Indicador	Medidas	Fuentes de informacion	Instrumentos
Satisfacción	Na- nivel de aceptación Np- nivel de participación	Cliente y equipo	Encuesta
Calidad	Nc- nivel de conformidad Ns- nivel de satisfacción	Cliente y producto	Encuesta y registro de defectos
Productividad	P- productividad	Artefactos de gestión	Gráfico burndown

Contexto del Caso: XA fue aplicado a un grupo de 18 estudiantes de quinto año del programa de Ingeniería de sistemas de la Fundación Universitaria de Popayán, en el marco de un laboratorio de ingeniería de software, donde se propone el desarrollo de una aplicación distribuida para el desarrollo de un sistema prototipo de inscripción y seguimiento de proyectos de investigación. El desarrollo se realizó con tecnología J2EE, Web Services y JUnit. El cliente fue un profesor de la institución designado por el comité curricular.

Desarrollo del caso: para la aplicación de XA, los estudiantes recibieron una capacitación inicial de 12 horas dividida en tres partes. La primera parte abordó la temática de las metodologías ágiles (XP), con el objeto unificar términos de referencia. En la segunda parte se abordó el tema de arquitectura, particular-

mente en lo que respecta sus conceptos, vistas, estilos y a los métodos ADD y QAW. En la tercera parte, se les presentó XA, dando a conocer al grupo los parámetros e instrumentos que se llevarían a cabo para el proyecto del curso. Para respaldar la capacitación y el desarrollo del proyecto se les entregó dos reportes técnicos desarrollados específicamente para introducir XP y XA. El proyecto se desarrolló en clases con sesiones de 4 horas cubriendo un total de 48 horas de desarrollo.

Los estudiantes se auto-organizaron en 3 equipos XP de 6 integrantes, cada equipo escogió su representante cliente/arquitecto ante XA. El equipo XA fue organizado por los tres representantes de los equipos XP. En la dinámica del proyecto, mientras XA se reunió con el cliente del proyecto, los equipos XP organizaron sus radiadores de información (carteleras) en un sitio visible para todos. En todas las sesiones (12) de 4 horas cada una, se desarrolló al comienzo una reunión de 15 minutos entre el cliente y el equipo XA para recibir retroalimentación del cliente. El cliente tuvo un compromiso muy alto, estuvo disponible dentro de la institución y participó activamente en el desarrollo de los requisitos. Además, los equipos XA y XP siguieron las prácticas de planificación de iteración y del trabajo diario de acuerdo a lo establecido por XP y XA.

Durante el desarrollo del proyecto se recolectó la información de acuerdo a lo planificado. La dinámica corresponde al modelo planteado, puesto que se notó durante el desarrollo del caso un compromiso por cada uno de los miembros del equipo al seguir prácticas propuestos por el modelo XA, lográndose una adherencia del 82 %, el cual puede considerarse aceptable para poder evaluar el los resultados del caso de estudio.

Proyecto 2: Sistema de investigación de la FUP

Contexto del proyecto: para este segundo caso, se aplicó XA a un grupo de 18 estudiantes quienes se caracterizaron porque el 60 % de ellos habían culminado materias y realizaban con la Institución un diplomado en desarrollo de software y el 40 % restante egresados de programas de Ingeniería de Sistemas de diferentes Universidades de la ciudad interesados en el tema y en la propuesta de trabajo para el desarrollo del proyecto. A este grupo, se les propone también el desarrollo de una aplicación de gran escala. El proyecto a desarrollar igual que con el primer grupo consistió en una aplicación distribuida para la inscripción y seguimiento de proyectos de investigación. El desarrollo lo realizaron con tecnologías PHP y la librería JQUERY-UI, para la base de datos MySQL y como servidor web Apache. Nuevamente para este caso, el cliente fue un profesor designado por el comité curricular, representante del programa de Ingeniería de Sistemas ante el

Centro de estudios e Investigaciones y quien conocía la dinámica del proyecto y los requisitos para el desarrollo de la aplicación.

Desarrollo del proyecto: para la aplicación de XA, los estudiantes recibieron una capacitación inicial de 12 horas dividida en tres partes. La primera parte abordó la temática de las metodologías ágiles (XP), con el objeto unificar términos de referencia. En la segunda parte se abordó el tema de arquitectura, particularmente en lo que respecta sus conceptos, vistas, estilos y a los métodos ADD y QAW. En la tercera parte, se les presentó XA, dando a conocer al grupo los parámetros e instrumentos que se llevarían a cabo para el proyecto del curso. Para respaldar la capacitación y el desarrollo del proyecto se les entregó dos reportes técnicos desarrollados específicamente para introducir XP y XA. El proyecto se desarrolló en clases con sesiones de 4 horas cubriendo un total de 48 horas de desarrollo.

Los estudiantes se auto-organizaron en 3 equipos XP de 6 integrantes, cada equipo escogió su representante cliente/arquitecto ante XA. El equipo XA fue organizado por los tres representantes de los equipos XP. En la dinámica del proyecto, mientras XA se reunió con el cliente del proyecto, los equipos XP organizaron sus radiadores de información (carteleros) en un sitio visible para todos. En todas las sesiones (12) de 4 horas cada una, se desarrolló al comienzo una reunión de 15 minutos entre el cliente y el equipo XA para recibir retroalimentación del cliente. El cliente tuvo un compromiso muy alto, estuvo disponible dentro de la institución y participó activamente en el desarrollo de los requisitos. Además, los equipos XA y XP siguieron las prácticas de planificación de iteración y del trabajo diario de acuerdo a lo establecido por XP y XA. Durante el desarrollo del proyecto se recolectó la información de acuerdo a lo planificado. La dinámica corresponde al modelo planteado, puesto que se notó durante el desarrollo del caso un compromiso por cada uno de los miembros del equipo al seguir prácticas propuestos por el modelo XA, lográndose una adherencia del 82 %, el cual puede considerarse aceptable para poder evaluar el los resultados del caso de estudio.

Proyecto 3: CRM de Dobleclick

Este proyecto corresponde a una aplicación para un cliente ajeno al ámbito académico y un software con todos los requerimientos y complejidad comercial. La empresa para la cual se desarrolló la aplicación se llama Dobleclick, dedicada a establecer servicios telemáticos, y quienes no contaban con un sistema de información en el área de atención al cliente. El problema en la empresa consistía en que el soporte lo realizaban vía telefónica y el flujo de llamadas

cada vez se hace mayor. Esta es un área que, según lo dispuso el cliente, requiere agilidad en procesos de brindar información, ofrecer nuevos productos y servicios a través de una plataforma web. Un equipo de 22 participantes fue delegado para desarrollar un CRM para fortalecer los procesos de atención al cliente. Los 22 participantes del proyecto se organizaron autónomamente para el desarrollo del proyecto planteado.

Desarrollo del proyecto: los 22 participantes no conocían la metodología XA para el proyecto, se les brindó una capacitación en XP/Achitecture de 16 horas. Dos días de trabajo en jornadas de 8 horas un día y 4 al siguiente. Se les capacitó igualmente en metodologías ágiles centrándose en *Extreme Programming* (XP), con el objeto unificar términos de referencia. Finalmente, se capacitó también en temas de arquitectura, puesto que se necesitaba que el grupo conociera particularmente los conceptos básicos, vistas, estilos, así como los métodos de arquitectura propuesto por el SEI (Software Engineering Institute), haciendo énfasis en ADD (Attribute-Driven Design) y QAW (Quality Attribute Workshop).

Contexto del Caso: los desarrolladores se auto-organizaron en 3 equipos XP de 6 integrantes y un equipo XA de 4 miembros. Cada equipo escogió su representante cliente/arquitecto ante XA. El equipo XA fue organizado por los tres representantes de los equipos XP y 4 miembros más que sólo estaban en el equipo XA. En la dinámica del proyecto, mientras XA se reunió con el cliente del proyecto, los equipos XP organizaron sus radiadores de información (carteleras) en un sitio visible para todos. En todas las sesiones (12) de 4 horas cada una, se desarrolló al comienzo una reunión de 15 minutos entre el cliente y el equipo XA para recibir retroalimentación del cliente. El cliente tuvo un compromiso muy alto, estuvo disponible dentro de la institución y participó activamente en el desarrollo de los requisitos. Además, los equipos XA y XP siguieron las prácticas de planificación de iteración y del trabajo diario de acuerdo a lo establecido por XP y XA. Durante el desarrollo del proyecto se recolectó la información de acuerdo a lo planificado. La dinámica corresponde al modelo planteado, puesto que se notó durante el desarrollo del caso un compromiso por cada uno de los miembros del equipo al seguir prácticas propuestos por el modelo XA, lográndose una adherencia del 82 %, el cual puede considerarse aceptable para poder evaluar el los resultados del caso de estudio.

Resultados

La productividad de los equipos XP fueron entre 0.010y 0.017 HU-P-H (Historias de Usuario por Persona Hora), mientras los equipos XA fueron de 0,007 HA-P-H (Historias de Arquitectura por Persona) Hora respectivamente, lo cual

es notablemente mejor a lo reportado por [19] donde la productividad fue de 0,003 HU-P-H (32 historias de usuario, en 3.5 meses por un equipo de 14.7 personas). Por otro lado, de acuerdo a [20], la productividad de un equipo XP es de 17 NLOC-P-H (Número de líneas de código por persona por hora) fue notablemente mejor que un proyecto desarrollado en forma tradicional (10.3 NLOC-persona-hora). En este caso de estudio, se desarrollaron 12600 NLOC alcanzando una productividad de 14.58 NLOC, menor a la reportada por [21] aplicando XP, pero manteniendo el orden de productividad y mejor que la reportada usando el enfoque tradicional. Estos resultados permiten validar preliminarmente la hipótesis de que la productividad de los equipos XA mantendría el orden de productividad de los equipos XP reportados por la literatura. Sin embargo, una mayor evaluación empírica debe ser desarrollada.

Conclusiones, limitaciones y trabajo futuro

En este artículo se ha presentado XA, un método de desarrollo que extiende las prácticas de XP y las escala a equipos más grandes y proyectos más complejos. De forma preliminar el método escala al aplicarlo en un caso académico, al compararlo con otros estudios. Por tanto, es necesario verificar el modelo en un contexto industrial, donde las variables que se presentan en este tipo de ejercicios son bastante exigentes para ser controladas.

Tabla 2.
Resultados

Indicador	Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3
Nivel de aceptación de XA	100 %	100 %	100 %
Nivel de participación del cliente	95 %	97 %	90 %
Nivel de conformidad del producto	70 %	87 %	90 %
Satisfacción de los requisitos	95 %	97 %	95 %
Productividad de los equipos xp	0.010 Hu-p-h	0.017 Hu-p-h	0.017 Hu-p-h
Productividad de los equipos xa	0.007 Ha-p-h	0.018 Ha-p-h	0.013 Ha-p-h
Adherencia al método xa	82 %	93 %	95 %

Dentro de los principales hallazgos cualitativos de este estudio de caso se tiene:

- La comunicación entre el equipo XA y los equipos XP es una de las partes de mayor riesgo en un proyecto con XA, por lo tanto se debe priorizar éste aspecto buscando que ésta sea fluida, clara y coherente. Los miembros del equipo XA deben conocer y manejar claramente los objetivos del proyecto y los requisitos de negocio del cliente.

- Los representantes del equipo XA deben no solamente ser el elemento de conexión entre el equipo de arquitectura y los equipos XP, sino que deben ser los dinamizadores y motivadores del equipo.
- Al final de cada iteración, hubo un nuevo conocimiento (valor agregado) aprendido por cada miembro de los equipos. Los miembros del equipo XA comprendieron su papel para lograr la integridad del modelo holístico, en generar las historias de arquitecto como mecanismos para el establecimiento de los requisitos de todos los equipos XP.

La investigación tiene algunas limitaciones debido al tipo de comparaciones de las mediciones realizadas y a las encontradas en la literatura, dado que la literatura en la mayoría de casos no las reporta o las reporta sin caracterizar el contexto de los estudios de caso. Para ello se busca en una siguiente fase de este trabajo realizar un experimento controlado para poder establecer una comparación más aproximada y más confiable.

Además, se espera aplicar XA en casos de la industria, donde se obtendría una retroalimentación más enriquecida. El caso de estudio aquí presentado ha permitido establecer que para corroborar los resultados obtenidos en esta investigación será necesario considerar otras variables de contexto como las establecidas por [22] para hacer una comparación más objetiva, por ejemplo, la experticia de los participantes. Todas estas consideraciones están actualmente siendo adoptadas para mejorar el diseño de futuros estudios de caso y el caso experimental.

Bibliografía

- [1] Fedesoft. (2011) Noticias TIC. [Online]. Available: <http://www.fedesoft.org>
- [2] P. L. José Hilario Canós and C. Penadés, (2003). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. VIII Jornadas Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD).
- [3] R. J. Costello and D.-B. Liu. (1995) Metrics for Requirements Engineering. *Journal of Systems and Software*.
- [4] Beck, K. y Andres, C. (2004). *Extreme Programming Explained: Embrace Change* (2nd ed.). U.S: Addison-Wesley Professional.
- [5] P. C. Pendharkar, Rodger, and J. A. (2009). The Relationship Between Software Development Team Size and Software Development Cost. *Commun. ACM*, vol. 52, no. 1, pp. 141–144.
- [6] R. L. Nord, Tomayko, and J. E. (2006). Software Architecture-Centric Methods and Agile Development. *IEEE Software*, vol. 23, no. 2, pp. 47–53.

- [7] E. Hadar and G. M. Silberman. (2008). Agile architecture Methodology: Long Term Strategy Interleaved with Short Term Practics. in Companion to the 23rd ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming systems languages and applications, ser. OOPSLA Companion '08. New York, NY, USA: ACM. pp. 641–652.
- [8] O. S. P Abrahamsson and J. Ronkainen. (2002). Agile Software Development Methods: Review and Analysis. VTT Electronics.
- [9] A. Kornstadt and J. Sauer. (2007). Tackling Offshore Communication Challenges with Agile Architecture-Centric Development. in Proceedings of the Sixth Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture, ser. WICSA '07. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society.
- [10] P. S. Rolf Njor Jensen, Thomas Maller and G. Tarnehaj. (2006) Architecture and Design in eXtreme Programming; Introducing Developer Stories. Lecture Notes in Computer Science. 7th International Conference. Oulu, Finland
- [11] D. J. Reifer, F. Maurer, and M. H. Erdogmus. 2003 Scaling Agile Methods, "IEEE Software. vol. 20, no. 4, pp. 12–14.
- [12] L. Layman, L. Williams, and L. Cunningham. (2004) Exploring Extreme Programming in Context: An Industrial Case Study. in Proceedings of the Agile Development Conference, ser. ADC '04. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. pp. 32–41.
- [13] F. Maurer and S. Martel. (2002). On the Productivity of Agile Software Practices: An Industrial Case study. International Workshop on Economics-Driven Software Engineering Research (EDSER).
- [14] D. Wells. Extreme Programming a Gentle Introduction. (2012). [Online]. Available: <http://www.extremeprogramming.org>
- [15] K. Beck, M. Beedle, A. V. Bennekum, A. Cockburn, and W. Cunningham. (2009) Manifesto for Agile Software Development. [Online]. Available: <http://www.agile-manifesto.org>.
- [16] R. Wojcik, F. Bachmann, L. Bass, P. Clements, P. Merson, R. Nord, and B. Wood. (2006) Attribute-Driven Design (ADD), Version 2.0. Software Engineering Institute, no. CMU/SEI-2006-TR-023.
- [17] M. R. Barbacci, R. J. Ellison, A. J. Lattanze, J. A. Stafford, C. B. Weinstock, and W. G. Wood. (2003). Quality Attribute Workshops QAW -Third Edition, Carnegie Mellon, Technical Report CMU/SEI-2003-TR-016.
- [18] M. Freddy and H. Julio. (2011) XP/Architecture. Tech. Rep. IDIS-TR-002,.
- [19] T. Dyba and T. Dingsøyr. (2008). Empirical Studies of Agile Software Development: A Systematic Review. Inf. Softw. Technol., vol. 50, no. 9-10, pp. 833–859.

- [20] P. Runeson and M. Höst, (2009). Guidelines for Conducting and Reporting Case Study Research in Software engineering, *Empirical Softw. Engg.*, vol. 14, no. 2, pp. 131–164, Apr.
- [21] Muñoz Sanabria Luis Freddy. Hurtado Julio Ariel. (2012) XA: An XP extension for supporting architecture practices. *Computing Congress (CCC)*, 2012 7th Colombian
- [22] Digital Object Identifier: 10.1109/Colombian CC.2012.6398012.

Usando un robot humanoide para el aprendizaje motor en niños con parálisis cerebral

Jaime Alberto Buitrago⁴¹,
Eduardo F. Caicedo Bravo⁴²,
Ana Marcela Bolaños⁴³

Resumen

Para los niños con parálisis cerebral, la terapia es un mecanismo de intervención para apoyar su desarrollo en áreas del funcionamiento motor, cognitivo, sensorial, comunicacional, social y emocional. Con los recientes avances en robótica, el uso de robots de asistencia social en protocolos de intervención terapéutica está en una posición ideal para hacer un impacto en esta área. La propuesta de este trabajo es presentar el protocolo de tratamiento usando un robot humanoide para procesos de rehabilitación en terapia física de dos niños con parálisis cerebral que asisten de manera usual a terapia al Centro de Neurorehabilitación SURGIR de la ciudad de Cali, Colombia. En el protocolo desarrollado se destaca la importancia del planteamiento de los objetivos terapéuticos SMART y de la metodología desarrollada, presentando un camino formal para lograr una intervención positiva en procesos de rehabilitación para niños con parálisis cerebral.

41. Programa de Ingeniería Electrónica, Facultad de Ingeniería. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. Correo electrónico: jalbertob@uniquindio.edu.co

42. Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad del Valle. Cali, Colombia. Correo electrónico: eduardo.caicedo@correounivalle.edu.co.

43. Escuela de Rehabilitación Humana. Universidad del Valle. Cali, Colombia. Correo electrónico: ana.marcela.bolanos@correounivalle.edu.co.

Palabras claves: Robótica de Asistencia Social, Parálisis Cerebral, Objetivos SMART, Escala GAS.

Introducción

La parálisis cerebral describe un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, causantes de limitación en la actividad, que se atribuyen a trastornos no progresivos que ocurrieron en el cerebro fetal o infantil en desarrollo [1]. Los trastornos motores de la parálisis cerebral están a menudo acompañados por alteraciones de la sensación, percepción, cognición, comunicación y conducta, por epilepsia y por problemas musculoesqueléticos secundarios [2]. El principal tratamiento para los niños con parálisis cerebral son secciones de terapia física, ocupacional y de lenguaje, además de equipos de adaptación, como las órtesis, sillas de ruedas o caminadores, entre otros.

Las terapias se centran en mejorar las habilidades de movimiento funcional y habilidades cognitivas. Los procesos terapéuticos para niños con parálisis cerebral difieren de la terapia de adultos, ya que los niños por lo general no pueden (o no están dispuestos a) seguir instrucciones directas requeridas de una rutina de terapia [3]. Así mismo, el tratamiento de compromisos motores requiere sesiones de rehabilitación intensiva y extendida que exigen dedicación y esfuerzo por parte del paciente, su familia y el terapeuta [4]. El desempeño del paciente en la terapia depende directamente de la adherencia al tratamiento. Además, los métodos convencionales consisten en repeticiones de movimientos en las articulaciones para ejercitar los músculos, que por lo general hacen que el paciente, en este caso, un niño, se sienta desmotivado en las terapias. Debido a lo anterior, se suelen incorporar nuevas estrategias que proporcionan una intervención interesante y motivadora para mejorar la participación y el desempeño del niño en el proceso de rehabilitación.

La robótica de asistencia (Assistive Robotics, AR) es una tecnología ampliamente utilizada en rehabilitación [5]. El objetivo de la robótica de asistencia es investigar la aplicación de la robótica en procedimientos terapéuticos para lograr la mejor posible recuperación funcional motora y cognitiva para personas en condición de discapacidad [6]. La asistencia en rehabilitación utilizando robots es generalmente bien recibida por los pacientes y ha demostrado ser un complemento motivador a la terapia en personas que sufren deficiencias motoras [7], [8]. Los robots ofrecen la motivación, la exactitud, la repetición y la adaptabilidad a las necesidades del individuo, permitiendo el entrenamiento de tareas orientadas a objetivos durante una sesión de terapia.

El área de interacción humano robot (Human Robot Interaction, HRI) ha incursionado en aplicaciones de la rehabilitación. Especialmente, el interés en robots sociales está creciendo como uno de los nuevos campos de la robótica, específicamente como herramientas de asistencia en rehabilitación. El objetivo de la robótica de asistencia social (Socially Assistive Robots, SAR) es proporcionar asistencia a los usuarios humanos a través de la interacción social [9]. Más allá de las capacidades básicas de moverse y actuar de forma autónoma, SAR se ha centrado en el uso del componente físico del robot para comunicarse e interactuar con los usuarios de una manera social y atractiva [10]. Además de crear una interacción cercana y efectiva con un usuario humano para brindar asistencia y lograr un progreso en rehabilitación, los robots de asistencia social están siendo diseñados para aprovechar sus atributos, físicos, sociales y afectivos para mantener el compromiso, así como motivar, entrenar, supervisar, educar o facilitar la comunicación en los procesos de asistencia o de rehabilitación para obtener mejores resultados [10].

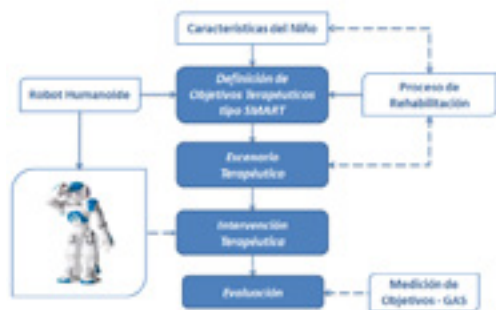
Este trabajo presenta la experiencia del uso de un robot humanoide como un robot de asistencia social en procesos terapéuticos para niños con parálisis cerebral que asisten a terapia de manera usual al Centro de NeuroRehabilitación SURGIR de la ciudad de Cali – Colombia, y tiene como objetivo determinar la efectividad de un programa de terapia física enfocado a mejorar la participación y el cumplimiento de objetivos terapéuticos a través de una propuesta metodológica para utilizar un robot humanoide social en procesos terapéuticos de dos niños con parálisis cerebral.

Metodología

La Figura 1 muestra el diagrama metodológico de cómo se utiliza el robot humanoide en los procesos de rehabilitación para los niños con parálisis cerebral [11]. El primer paso de la metodología es identificar las destrezas y restricciones de cada niño (características del niño). Esta información es suministrada por el terapeuta y la familia, y permiten definir los objetivos terapéuticos que se quieren cumplir en el proceso de rehabilitación. Así mismo, se identifican las características técnicas del robot humanoide, que apoyaran la intervención terapéutica. Después se define el escenario terapéutico para realizar la intervención. Este escenario describe los actores, acciones y el contexto de cómo se realizarán las terapias con el robot, el niño y los terapeutas. Estos últimos llevan el proceso de rehabilitación de cada paciente. Siguiendo la metodología, se realiza la intervención terapéutica y finalmente se evalúan los objetivos planteados,

los cuales permitirán identificar el impacto de la tecnología en el proceso de rehabilitación. En las siguientes secciones se describe cada uno de estas fases.

Figura 1.
Diagrama metodológico



Características de los niños

El primer paso fue identificar las destrezas y restricciones motoras y cognitivas de cada uno de los niños. Los criterios de inclusión fueron niños diagnosticados con parálisis cerebral, entre 5 y 10 años, en buen estado de salud, que demostraran buena relación con el medio que los rodea y comprensión del contexto inmediato. Se seleccionaron dos niños, n1 y n2. Para cada niño y familia, se firmó el consentimiento informado por la participación en este trabajo aprobado por el Comité Ética Humana de la Universidad del Valle y el Centro de Neuro-Rehabilitación SURGIR. En la Tabla 1, se relaciona la información de la edad, género y nivel funcional de cada niño. Además, por medio de los terapeutas de cada niño y su familia, se analizaron las habilidades y restricciones, con el objetivo de definir las metas de la intervención.

Tabla 1.
Descripción de los participantes

Niñ@	Edad	Género	GMFCS*	MACS**
n1	8	M	III	III
n2	6	M	III	IV

*GMFCS: Gross Motor Function Classification System **MACS: Manual Ability Classification System

Definición de objetivos

Los objetivos terapéuticos fueron construidos como objetivos SMART (Specific, Measurable, Achievable, Realistic and Timed) [12] y se plantearon con

el terapeuta que asiste al niño, la familia y el grupo de investigadores, para así proporcionar información sobre las funcionales que deberá tener el robot para apoyar las terapias. Para los dos niños se plantearon objetivos que se podrían cumplir en 8 semanas de intervención y se utilizó la escala GAS (Goal Attainment Scaling) [13] para cuantificar y valorar los resultados en cada objetivo. GAS utiliza una escala de cinco ítems: 0 es el nivel esperado, -1 corresponde a la situación actual o línea de base, -2 mucho menos que el resultado esperado, +1 mayor que el resultado esperado y +2 mucho mayor que el resultado esperado. Así mismo GAS es una escala que permite la fijación de objetivos individuales y es sensible a mínimos cambios, pero que son clínicamente significativos y difíciles de apreciar al usar escalas estandarizadas. La intervención terapéutica se realizó en terapia física, específicamente en el área de movilidad. Los objetivos fueron escalados utilizando GAS y definidos por la familia y terapeutas. La tabla 2 muestra la valoración de los objetivos usando GAS.

Tabla 2.
Objetivos propuestos

Escala GAS	Objetivo 1	Objetivo 2
+2 Mucho mejor de lo esperado	El niño es capaz de iniciar la marcha desde sedestación a bipe-destación con control y realizar 26 pasos sin colapsar usando férula tobillo-pie y el chaleco de propiocepción, siguiendo instrucciones verbales del terapeuta.	El niño es capaz de mantenerse en la posición bípedo estable, usando férula tobillo-pie y el chaleco de propiocepción, sin colapsar durante 2 minutos, realizando agachados, alcances y manipulación de juguetes en la línea media.
+1 Mejor de lo esperado	... control y realizar 23 pasos sin colapsar ...	... sin colapsar durante 1 minuto y 30 segundos, realizando agachados ...
0 Lo esperado	... control y realizar 20 pasos sin colapsar ...	... sin colapsar durante 1 minuto, realizando agachados ...
-1 Peor de lo esperado (línea base)	... control y realizar 15 pasos sin colapsar ...	... sin colapsar durante 45 segundos, realizando agachados ...
-2 Mucho peor de lo esperado	... control y realizar 12 pasos sin colapsar ...	... sin colapsar durante 30 segundos, realizando agachados ...

Escenario terapéutico

En esta etapa se plantea el escenario terapéutico: Vamos a Caminar. Este escenario es una rutina centrada en el aprendizaje motor en marcha y control en bípedo estable. En este escenario están presentes tres actores: el niño, el robot y el terapeuta. El rol del terapeuta es vigilar y apoyar los ejercicios motores.

El rol del niño es participar en la terapia, realizando los ejercicios propuestos por el robot. La actividad del escenario consiste en una rutina de ejercicios de marcha. El robot invita al niño a realizar los ejercicios con objetivo de ayudar a mejorar las funciones motoras.

El robot pide al niño que realice una caminata de un lugar a otro, usando frases motivadoras y definidas con el terapeuta y la familia. El robot humanoide fue programado para dar la señal de salida con voz audible en lenguaje español, y con movimientos de los miembros superiores para indicar el inicio de la actividad. El niño realiza transiciones de sedestación a bipedestación, ejercicios de marcha y manipulación de juguetes con miembros superiores en posición bípedo estable. Además, el niño interactúa con el robot humanoide a través de sensores táctiles (cabeza y manos), para realimentar positivamente la realización de los ejercicios. Cuando el niño llega hasta el robot sin colapsar, él podría tocar los sensores táctiles de la cabeza o manos y el robot respondería iluminándose y moviendo los brazos celebrando el logro alcanzado; también retroalimentando con frases como “Lo has hecho muy bien”, “vamos a hacerlo de nuevo” (Figura 3).

El robot ha sido programado a través del software Choregraphe Suite y Python SDK – NAO software. El robot Humanoide NAO es fabricado por Aldebaran-Robotics [14]. Este robot cuenta con 25 grados de libertad, una altura de 58 cm y su peso es de 4,5 kg. El robot NAO tiene el potencial de ser utilizado como mediador en procesos de terapia para rehabilitación para niños con parálisis cerebral [15] [16].

Intervención terapéutica

El programa de intervención consistió de 16 sesiones en terapia física realizadas con una frecuencia de dos sesiones semanales de 45 minutos cada una. Previo al inicio de la intervención, se realizó una sesión donde el niño conoció e interactuó con el robot. En la primera sesión de la intervención se realizó la terapia usual, la cual se enfocó en el logro de la marcha con control, previa realización de actividades preparatorias de estiramiento, fortalecimiento muscular global y actividades para mejorar la estabilidad pélvica y escapular.

En la segunda sesión se realizó entrenamiento en marcha con el acompañamiento del robot. Se repitió este proceso: sesión usual, sesión con robot, hasta completar las 16 sesiones. La decisión de intercambiar sesiones con robot y sin él, se basó en la hipótesis que la presencia continua del robot durante un largo tiempo (8 semanas), podría hacer que el niño se habituara y la motivación y participación disminuyera en las sesiones usuales. Además, así se podía garantizar la continuidad al proceso de rehabilitación usual de los niños.

En la práctica de la marcha en las sesiones con robot, estaba presente la familia, la terapeuta y un investigador; cada uno en su momento, y según su rol retroalimentaron y apoyaron al niño, para que persistiera en la actividad. Durante la intervención con el robot, la labor del terapeuta fue la de propiciar una variedad de actividades en el contexto de la terapia (entregar objetos al robot o acercarlos a él) que facilitara el desarrollo de habilidades requeridas para lograr la marcha sin colapsar y el mayor número de pasos posible, ofreciéndole recomendaciones específicas sobre correcciones a realizar en la actividad motora además de motivarlo a explorar soluciones eficaces ante su desequilibrio durante el movimiento. La intervención se enmarcó en el concepto de la terapia centrada en la tarea, basado en el principio de promover el desempeño funcional, para lograr el éxito de la tarea más que en la consecución de los patrones “normales” de movimiento.



Evaluación

Finalmente, se evaluó la intervención usando GAS. La evaluación fue realizada por un terapeuta que no participó en el estudio, esto con el fin de no sesgar los resultados. Como se mencionó anteriormente, este trabajo se ejecutó durante 8 semanas y se realizaron registros de video al inicio, mitad y final del proceso de intervención. A través de estos videos, se evaluó el cumplimiento de los objetivos planteados en la sección 2.2; para ello se cuantificó el número de intentos realizados en cada sesión; cada intento se definió como la distancia recorrida por el niño, desde el punto de partida hasta llegar al robot. Por cada intento se contabilizaron el número de pasos logrados sin colapsar.

Resultados

Al finalizar las intervenciones se encontraron logros positivos en el proceso de rehabilitación para los dos niños según la calificación obtenida con GAS en el

objetivo 1. Se resalta la importancia de la definición de los objetivos SMART, ya que la construcción de estos no fue una tarea fácil para los terapeutas. Los objetivos deben ser específicos, medibles, alcanzables, realistas y definidos en el tiempo (fecha probable). Además, los objetivos se categorizaron en la escala GAS para ser evaluados (tabla 2). En la tabla 3 se presentan los resultados de las valoraciones de cada objetivo y la calificación GAS.

Para el objetivo 1, se observó que n1 logró incrementar el número de pasos sobrepasando el objetivo planteado incluso para la calificación +2 en la escala GAS (Tabla 3) desde la cuarta sesión de intervención donde se tomó el primer video; en la décima sesión se cuantificó un descenso en el número de pasos que realizaba sin colapsar, con respecto a la semana 4 y en la sesión 16 se observó un incremento aún mayor de lo realizado en la semana 4. De igual manera para el objetivo 1, los resultados para n2 fueron positivos. n2 logró el número de pasos planteado (0) en las primeras 4 semanas (Tabla 3). Para la décima y última sesión se cuantificó un aumento en el número de pasos que realizaba sin colapsar, con respecto a la semana 4.

Tabla 3.
Evaluación objetivos.

n1			
Evaluación	Inicio	Mitad	Final
Objetivo 1	+2	+1	+2
Objetivo 2	-2	-1	-1
Calificación GAS	50.0	50.0	56.2
n2			
Evaluación	Inicio	Mitad	Final
Objetivo 1	0	+1	+1
Objetivo 2	-2	-2	-1
Calificación GAS	37.6	43.8	50.0

En el objetivo 2 no se lograron resultados positivos, donde se deseaba medir el tiempo en el que niño en bipedestación realizaba actividades de manipulación en línea media. Esta métrica no fue planteada de manera correcta, debido a que el tiempo de 1 minuto, que era el objetivo esperado, era mayor con respecto a lo que los niños lograban. Además de lo anterior, el tiempo se media después de realizar la marcha y los niños realizaban la tarea en sedestación. Una propuesta para trabajos futuros es medir este objetivo al inicio de la sesión.

Durante el presente estudio se observó, que la motivación generada por la interacción con el robot, facilitó en el niño a quien se realizó la intervención, la persistencia en la tarea y el incremento en el número de pasos, mayor a lo esperado y a lo observado en un periodo de 6 meses de intervención previa. La persistencia en la realización de la marcha, puede ser el factor que determinó el logro de los objetivos propuestos. La persistencia en la tarea dirigida es un indicador clave de la motivación y predictor de los resultados individualizados. Se identificó que un facilitador para obtener éxito en la tarea era potenciar la motivación y la persistencia en la actividad.

Por otra parte, para el niño n1, se reporta que 11 semanas después de terminado este trabajo, se contabilizaron 100 pasos realizados por el niño la primera vez que le dio la orden, sin colapsar y sin la presencia del robot. Aunque no se determinó como objetivo de logro, es importante referir aspectos cualitativos como fueron la persistencia del niño para la realización de la marcha y el compromiso de la familia con la intervención realizada, medida ésta por la asistencia a todas las sesiones programadas.

Conclusiones

A través de este trabajo se presentó la experiencia de usar un robot humanoide como un robot de asistencia social en el proceso de rehabilitación de dos niños con parálisis cerebral, específicamente en área de terapia física. Se plantearon objetivos terapéuticos, los requerimientos para el uso de robots y la evaluación a través de GAS. Se resalta la importancia de la metodología desarrollada y el planteamiento de los objetivos, ya que proporciona un camino formal para lograr una intervención positiva en procesos de rehabilitación para niños con parálisis cerebral. También es importante destacar que interacción con el robot genera un ambiente de motivación e interacción tanto en los pacientes como en el equipo de terapeutas que trabajan en la institución.

Agradecimientos

Agradecemos al Centro de Neurorehabilitación SURGIR, por brindarnos el espacio y la oportunidad de realizar las intervenciones usando robots de asistencia social. A la Universidad del Valle por el apoyo financiero en el proyecto de investigación: “Propuesta metodológica para usar la robótica en terapias e intervenciones para el desarrollo de habilidades en niños con discapacidad motriz CI- 2851”.

También queremos agradecer a los niños objeto de este estudio y a sus cuidadores el compromiso con el que asumió este proceso. Así mismo, a los terapeutas que participaron tanto en la evaluación como en la intervención.

Referencias

- [1] M. Bax et al., "Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005," *Dev. Med. Child Neurol.*, vol. 47, no. 8, pp. 571–576, 2005.
- [2] P. Rosenbaum, "Abordaje y manejo de la parálisis cerebral," *Inf. sobre parálisis cerebral*. Univ. tecnológica Pereira.
- [3] A. M. Howard, "Robots Learn to Play: Robots Emerging Role in Pediatric Therapy," *Proc. Twenty-Sixth Int. Florida Artif. Intell. Res. Soc. Conf.*, pp. 3–8, 2013.
- [4] L. V. Calderita, P. Bustos, C. Suárez Mejías, F. Fernández, and a. Bandera, "THER-APIST: Towards an Autonomous Socially Interactive Robot for Motor and Neurorehabilitation Therapies for Children," *7th Int. Conf. Pervasive Comput. Technol. Healthc. Work.*, vol. 1, pp. 374–377, 2013.
- [5] A. Cook, P. Encarnação, and K. Adams, "Robots: Assistive technologies for play, learning and cognitive development," *Technol. Disabil.*, vol. 22, no. 3, pp. 127–145, 2010.
- [6] M. J. Johnson, S. Micera, T. Shibata, and E. Guglielmelli, "Rehabilitation and assistive robotics," *IEEE Robot. Autom. Mag.*, vol. 15, no. 3, 2008.
- [7] L. Poletz, P. Encarnação, K. Adams, A. Cook, L. Poletz, and P. Encarnac, "Robot Skills and Cognitive Performance of Preschool Children," vol. 1, no. 780, pp. 117–126, 2010.
- [8] R. Riener, M. Frey, M. Bernhardt, T. Nef, and G. Colombo, "Human-centered rehabilitation robotics," *9th Int. Conf. Rehabil. Robot. 2005. ICORR 2005.*, pp. 319–322, 2005.
- [9] D. Feil-seifer and M. J. Matari, "Defining Socially Assistive Robotics," pp. 465–468, 2005.
- [10] A. Tapus, M. Maja, and B. Scassellatti, "The Grand Challenges in Socially Assistive Robotics," 2013.
- [11] J. A. Buitrago and E. F. Caicedo Bravo, "Defining therapeutic scenarios using robots for children with cerebral palsy," *Biosyst. Biorobotics*, vol. 15, pp. 1475–1479, 2017.
- [12] T. J. H. Bovend'Eerd, R. E. Botell, and D. T. Wade, "Writing SMART rehabilitation goals and achieving goal attainment scaling: a practical guide," *Clin. Rehabil.*, vol. 23, no. 4, pp. 352–361, 2009.
- [13] Z. Mailloux et al., "Goal Attainment Scaling as a Measure of Meaningful Outcomes for Children With Sensory Integration Disorders," vol. 61, no. 2, 2007.

- [14] N. A. Malik and F. A. Hanapiah, "Interactive Scenario Development of Robot-assisted Therapy for Cerebral Palsy: A Face Validation Survey," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 105, no. December 2016, pp. 322–327, 2017.
- [15] N. A. Malik, H. Yussof, F. A. Hanapiah, and S. J. Anne, "Human Robot Interaction (HRI) between a humanoid robot and children with Cerebral Palsy: Experimental framework and measure of engagement," *IECBES 2014, Conf. Proc. - 2014 IEEE Conf. Biomed. Eng. Sci. "Miri, Where Eng. Med. Biol. Humanit. Meet,"* no. December, pp. 430–435, 2015.
- [16] N. A. Malik, H. Yussof, F. A. Hanapiah, R. A. A. Rahman, and H. H. Basri, "Human-Robot Interaction for Children with Cerebral Palsy: Reflection and Suggestion for Interactive Scenario Design," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 76, no. Iris, pp. 388–393, 2015.

Interação do usuário surdo com a informação em sítios do governo brasileiro

Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos⁴⁴,
Ivette Kafure Muñoz⁴⁵

Resumo

A acessibilidade de sítios no Brasil tem sido regulamentada pela publicação de normas que surgem a partir de modelos internacionais, a fim de direcionar o melhor desenvolvimento de interfaces de comunicação na web. No entanto, tais orientações não têm se mostrado suficientes para a promoção do atendimento às necessidades dos usuários surdos. Este trabalho pretende relatar os resultados de uma pesquisa de doutorado, que se encontra em andamento, cujo objetivo é avaliar a acessibilidade em sítios do governo brasileiro na perspectiva do usuário surdo diante da busca e recuperação da informação.

Palavras-chave: acessibilidade; informação; usuário surdo.

Introdução

A evolução das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) promoveu a popularização do computador e o conseqüente surgimento dos dispositivos móveis e aplicativos web. Essa mudança também possibilitou a melhoria da

44. Câmpus Gama, Instituto Federal de Brasília. Brasília, Brasil. Correo electrónico: sylkarla@gmail.com

45. Faculdade de Ciência da Informação, Universidade de Brasília. Brasília, Brasil. Correo electrónico: ivettekead@gmail.com

comunicação entre as pessoas e o acesso à informação, incluindo as pessoas com deficiência e, em especial, aquelas com deficiência auditiva ou surdas, por meio da criação de novas interfaces.

O desenvolvimento de uma interface de comunicação deve considerar além de, simplesmente, uma tela navegável, com imagens e cores atrativas. Ramirez e Napoli [1] ressaltam que a interface com o usuário é um item importante a ser considerado na construção de um software. Neste sentido, é imprescindível verificar as necessidades do usuário e suas preferências ao utilizar um programa de computador.

Este artigo pretende descrever os resultados parciais de uma pesquisa, que se encontra em andamento, no programa de pós-graduação em Ciência da Informação da Universidade de Brasília, e tem como objetivo principal avaliar a acessibilidade em websites do governo brasileiro na perspectiva do usuário surdo diante da busca e recuperação da informação. Como objetivos específicos, tem-se: (1) conhecer o perfil sociodemográfico dos usuários surdos; (2) identificar as necessidades informacionais do usuário surdo em sites do governo brasileiro; (3) analisar o fator emocional do usuário surdo na busca e recuperação da informação em sites do governo brasileiro; (4) elencar as principais dificuldades de acessibilidade em sites do governo brasileiro, experimentadas pelo usuário surdo durante a busca e recuperação da informação.

Justificativa

A proposta de pesquisa justifica-se por considerar que as pessoas surdas são potenciais usuários das tecnologias digitais, tem necessidade de acessar informações com autonomia e fazer uso de sistemas de informação de alcance nacional. Esse pressuposto tem como base a convivência da pesquisadora com pessoas surdas em um grupo de pesquisa, além da experiência como docente na atuação profissional e de sua participação na comunidade surda local em Brasília, Brasil.

Ao tratar o termo da deficiência como exclusivamente fisiológico, o povo surdo é encarado em uma perspectiva de déficit, falta de algo, dentro de um discurso de normalização e de medicalização [2]. Este trabalho fará referência ao termo “surdo”, embora a legislação brasileira [3] trate como “pessoa com deficiência auditiva”. Aqui, a surdez será considerada como uma diferença linguística e cultural, e não como uma deficiência [4].

No Brasil, a Língua Brasileira de Sinais – Libras, é reconhecida como meio legal de comunicação e expressão, compreendendo um “sistema linguístico de natureza visual-motora, com estrutura gramatical própria [...] oriundos

de comunidades de pessoas surdas do Brasil [5]. A Lei nº 10.436/2002 que a criou acrescenta em seu parágrafo único que a “Libras não poderá substituir a modalidade escrita da língua portuguesa”. Portanto, aos surdos desta comunidade a Libras é ensinada como língua materna e os mesmos aprendem a língua portuguesa escrita como segunda língua.

Na Ciência da Informação (CI), a pesquisa enquadra-se na linha de pesquisa Comunicação e Mediação da Informação e na área de Estudo de Usuários, cujo termo surgiu na década de 1960 [6]. O foco da CI, que antes estava nas etapas de desenvolvimento do sistema, passou a considerar o comportamento do usuário com relação às suas necessidades de informação.

Referencial teórico

Estudar o usuário da informação é parte do que a Ciência da Informação trata, estando de acordo com a proposta apresentada. No entanto, perceber o que a pessoa com deficiência auditiva necessita ao tentar acessar a informação, em especial a informação em meio digital e disponível na web, não tem sido fruto de um número considerável de trabalhos de pesquisa. Tal fato é constatado ao realizar um levantamento bibliográfico no Portal de Periódicos da Capes [7], considerando os termos “pessoa surda”, “acessibilidade” e “informação”, foram encontradas nove publicações em língua portuguesa e inglesa (não foram encontradas publicações em língua espanhola) entre os anos 2007 e 2017, sendo três destas no último ano. Tal achado demonstra a recente preocupação com a temática.

Estudos atuais revelam o desenvolvimento de pesquisas que consideram o público formado pelas pessoas com deficiência auditiva, cuja escolha se dá pela afinidade dos pesquisadores com o objeto e a importância que estes atribuem às pesquisas em favor daqueles, uma vez que diante das limitações que possuem as pessoas com deficiência, é necessário realizar iniciativas que as beneficiem e proporcionem a construção de ações para auxiliar seus processos de ensino-aprendizagem no âmbito acadêmico [8].

A história da evolução da Web retrata que sua passagem da versão 1.0 a 3.0 modificou os hábitos dos usuários de meros leitores para produtores da informação, o que também acarretou mudanças no modo de ler. Com o avanço tecnológico, o que era primordialmente disponibilizado em meio impresso passou a ser multimodal, com a prevalência do uso de imagens e vídeos, além de textos e áudios [9].

Para as pessoas surdas, o celular passou a ser uma ferramenta potencial de comunicação também no meio escolar, uma vez que amplia as possibilidades de aprendizado em Libras [10] e as tecnologias digitais vêm promover alternativas mais condizentes com as demandas de estudantes surdos. Estes recursos tornam o usuário mais livre para escolher qual o suporte físico deseja, seja um livro ou um equipamento eletrônico, como o smartphone.

Metodologia

Caracterização da pesquisa

A pesquisa tem caráter descritivo, uma vez que pretende investigar os hábitos das pessoas surdas diante do uso das TIC, além de caracterizar o seu comportamento diante da busca e recuperação da informação em sites do governo.

O estudo propõe uma abordagem de métodos mistos, também denominada de quali-quantitativa. Essa combinação busca coletar dados quantitativos e qualitativos, para uma posterior integração e interpretação dos dados, tanto com informações numéricas quanto de texto, levando a análise estatística e textual [11].

Ao fazer uso de um instrumento estruturado, como o questionário, esta pesquisa possui caráter quantitativo.

No entanto, também se enquadra como pesquisa qualitativa e tendem a ser mais exploratórias ao estimularem os entrevistados a pensarem, além de buscar aspectos subjetivos de maneira espontânea.

A pesquisa contará com uma etapa de entrevista para o conhecimento do perfil sociodemográfico dos usuários, seguida do levantamento das necessidades informacionais a partir do acesso a sítios do governo brasileiro. Os sítios elencados para esta fase são: Receita Federal do Brasil (<http://idg.receita.fazenda.gov.br/>) e Plataforma Lattes do CNPq (<http://lattes.cnpq.br/>). A justificativa para a escolha destes sítios está de acordo com a faixa etária dos entrevistados e sua ocupação, ao considerar que o grupo de usuários são adultos, atuam como professores de educação superior e são pesquisadores acadêmicos.

População e amostra

Segundo dados do Censo 2010 do IBGE [12], 6,2 % da população brasileira possui algum tipo de deficiência. Destes, quase 10 milhões de brasileiros possuem deficiência auditiva, o que equivale a 5,1 %. No Distrito Federal (DF),

este percentual corresponde a 4,1 % da população local, que totaliza mais de 100 mil pessoas.

Neste universo, propõe-se investigar uma amostra de usuários composta por pessoas surdas, residentes no DF e que atuam na educação superior em instituições públicas e privadas. Esta característica pressupõe uma frequência de uso de sites do governo brasileiro, tendo em vista a necessidade de declaração do imposto de renda anual, por exemplo. Dessa forma, também se pressupõe a necessidade de uso do site do CNPq para atualização de currículo lattes, em se tratando de pesquisadores acadêmicos, além de submissão de propostas de pesquisa e extensão. A amostra será composta por um grupo cuja escolha será feita de forma aleatória, do qual está prevista a existência de 19 participantes.

Pré-testes

Como forma de conhecer os hábitos digitais e o comportamento informacional dos usuários da pesquisa, foram realizados três pré-testes durante o primeiro ano do doutorado, sendo um em cada semestre de 2016, além de um pré-teste no primeiro semestre de 2017. As tarefas foram aplicadas durante as disciplinas cursadas nos períodos mencionados e contou com a participação de indivíduos ouvintes e surdos. Esta fase exploratória é mais apropriada para os primeiros estágios da investigação, quando se tem uma noção muito superficial do problema de pesquisa [13].

As questões submetidas buscaram avaliar a acessibilidade em um sítio acadêmico por meio da realização de tarefas submetidas a grupos de surdos e de ouvintes, em ocasiões distintas [14]. Em outro cenário, buscou-se compreender como se dá a interação do usuário com a imagem (informação visual) em campanhas publicitárias no formato de cartazes. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram formulário online em língua portuguesa escrita tanto para o grupo de ouvintes quanto para os surdos, além do uso da técnica de observação participativa. A escolha pelo uso da forma escrita foi feita pela praticidade na elaboração do instrumento e pela familiaridade dos participantes com a língua portuguesa escrita. No entanto, foi observada a necessidade de amadurecimento do instrumento e elaboração em língua de sinais, além da língua portuguesa escrita.

Etapas da pesquisa

Com base na análise dos resultados obtidos durante os pré-testes e na avaliação dos instrumentos utilizados, foram elencadas duas etapas a serem cumpridas para alcançar os objetivos específicos 1 e 2. A primeira etapa será realizada por

meio de levantamento sociodemográfico e coleta de dados por meio de questionário online, com questões elaboradas em língua portuguesa escrita, além de serem gravadas em vídeo na Língua Brasileira de Sinais - Libras. Para esta etapa serão abordadas questões sobre idade, local de nascimento e residência, nível de escolaridade, área de formação, experiência na docência, nível de conhecimento e uso da Libras, frequência de uso de ferramentas computacionais para comunicação (e-mail, redes sociais, chat), benefícios com a evolução das tecnologias, autonomia e acessibilidade.

A segunda etapa prevê a proposta de realização de tarefas pelos usuários surdos, por meio do acesso a sites do governo brasileiro. Para o cumprimento do objetivo específico 3, as tarefas irão abordar o acesso para consulta ou atualização de dados nos sites da Receita Federal do Brasil e na Plataforma Lattes do CNPq. Para possibilitar o registro das respostas dos usuários durante esta etapa, será utilizado um software gratuito para captura de tela. Os resultados serão analisados com o auxílio de um modelo de satisfação existente, além de um software para análise de dados qualitativos.

Por fim, pretende-se encaminhar os resultados para as áreas competentes nos órgãos governamentais relacionados aos sites investigados, a fim de que estes possam ter conhecimento sobre o comportamento informacional dos usuários da pesquisa e considerar este cenário para promover melhorias junto às suas equipes de desenvolvimento de software. Com isso, espera-se cumprir o último objetivo específico.

Como forma de uma possível comparação da acessibilidade dos sítios mencionados, será realizada a avaliação com o uso de ferramentas automáticas e gratuitas, disponíveis na web. Dentre estas ferramentas encontra-se o ASES – avaliador e simulador de acessibilidade de sítios [15], que é uma ferramenta que permite avaliar, simular e corrigir a acessibilidade de páginas, sítios e portais, sendo desenvolvido pelo Governo Brasileiro por meio do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Outro avaliador de acessibilidade em sítios é o daSilva, considerado o primeiro avaliador de acessibilidade em língua portuguesa [16], que permite a escolha entre opções entre os modelos internacionais e o modelo de acessibilidade do governo eletrônico brasileiro (eMAG). O WCAG - Web Content Accessibility Guidelines, corresponde às diretrizes de acessibilidade para conteúdo web e norteiam o que deve ser seguido pelos desenvolvedores de sítios. Já o eMAG é o modelo de acessibilidade do governo eletrônico brasileiro, o qual é baseado nas diretrizes da WCAG e é voltado para a realidade dos sítios do Brasil. Estes modelos explicam como tornar o conteúdo Web acessível a todas as pessoas.

Considerações

Os resultados obtidos até o momento são frutos dos pré-testes realizados, conforme descrito. O cenário apresentado mostra que tanto ouvintes quanto surdos demonstraram dificuldades similares na realização das atividades propostas, o que pode ser compreendido pelo fato de que a acessibilidade à informação não atende às necessidades destes usuários.

A etapa atual da pesquisa concentra-se na revisão bibliográfica de publicações em livros e artigos científicos, principalmente, considerando os termos: “acessibilidade”, “surdos”, “usuários”, “informação” e “governo”.

A pesquisa encontra-se sob análise do Comitê de Ética em Saúde da Universidade de Brasília, aguardando a decisão para que seja dado prosseguimento à pesquisa em caráter institucional.

Referências

- [1] A. RAMIREZ and M. MASUTTI (Orgs.), “A educação de surdos numa perspectiva bilíngue: uma experiência de elaboração de softwares e suas implicações pedagógicas” In: A. RAMIREZ and M. NAPOLI. O sistema de educação de surdos (SES). Florianópolis: Editora da UFSC, 2009.
- [2] GESSER, A. LIBRAS? Que língua é essa?: crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.
- [3] BRASIL. Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm> Acesso em 16 jan.2018.
- [4] BRASIL. Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10436.htm Acesso em: 16 jan.2017.
- [5] E. PIVETTA, D. SAITO and V. ULBRICHT, “Surdos e Acessibilidade: Análise de um Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem”, Rev. Bras. Ed. Esp., Marília, v. 20, n. 1, p. 147-162, Jan.-Mar., 2014.
- [6] MEC. Portal de Periódicos da Capes. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/> Acesso em: 06 mar.2018.
- [7] F. RAMALHO, H. HAMAD and I. GUIMARÃES, “Comportamento Informacional dos discentes deficientes visuais da Universidade Federal da Paraíba – UFPB”. Informação & Informação, Londrina, v. 21, n. 1, p. 230 – 256, jan./abr. 2016.

- [8] F. CASTRO and H. CALIXTO, “Português para surdos e as tecnologias digitais”, *Journal of Research in Special Educational Needs*. Vol. 16, Issue s1, p.870–875, 2016.
- [9] J. NASCIMENTO and W. PANTOJA, “Entre outros – diálogos surdos e (des) usos de aparelhos celulares na escola”, 1ª Jornada Ibero-Americana de Pesquisas em Políticas Educacionais e Experiências Interdisciplinares na Educação. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <http://novapaideia.org/tmp/AnaisIJorneduc_atualizado.pdf> Acesso em: 21 jul.2017.
- [10] M. CUNHA, “Metodologias para estudo dos usuários de informação científica e tecnológica”, *R. Bibliotecon*. Brasília 10 (2): jul./dez. 1982.
- [11] J. CRESWELL, “Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto”, 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010.
- [12] BRASIL. Cartilha do Censo 2010 – Pessoas com Deficiência, Luiza Maria Borges Oliveira / Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR) / Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD) / Coordenação-Geral do Sistema de Informações sobre a Pessoa com Deficiência; Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012.
- [13] M. CUNHA, S. AMARAL and E. DANTAS, “Manual de Estudo de Usuários da Informação”, São Paulo: Atlas, 2015.
- [14] S. SANTOS, “Acessibilidade e usabilidade na busca e recuperação da informação por usuários surdos em um site”, *Anais do VII Congresso Brasileiro de Educação Especial*, São Carlos, SP, Brasil: 2016.
- [15] BRASIL. Avaliador e Simulador de Acessibilidade de Sítios. Disponível em: <<https://softwarepublico.gov.br/social/ases>> Acesso em: 07 março.2018.
- [16] Acessibilidade Brasil. daSilva – Avaliador de acessibilidade de sites. Disponível em: < <http://www.dasilva.org.br/>> Acesso em: 07 março. 2018.

Propuesta de una herramienta para el análisis del estrés mental en pruebas de usabilidad

Gabriel Elías Chanchí G.⁴⁶, Mauricio Sánchez Barragán,
Alejandra Duque Torres⁴⁷,
Wilmar Yesid Campo Muñoz⁴⁸

Abstract

With the increase of the applications that users consume, it becomes increasingly necessary to guarantee the usability of the software. The user tests developed in a usability laboratory allow obtaining indicators of the three main attributes that define usability according to ISO 9241-11: efficiency, effectiveness and satisfaction. The satisfaction attribute is usually obtained through the perception of the evaluator with respect to the gestures and user behavior in a test, which makes this attribute somewhat subjective. In this article we propose as contribution an automated tool for monitoring mental stress during the different tasks of a usability test, taking as input parameter the heart rate variation, which is captured from a Bluetooth belt. This tool aims to support the test coordinator in obtaining indicators to determine the satisfaction attribute in a user test.

Keywords: mental stress, satisfaction, usability, user test.

46. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias-Bolívar. Correo electrónico: gchanchig@unicartagena.edu.co

47. Facultad de Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Popayán, Colombia. Correos electrónicos: mausanbar93@gmail.com; aldumision@gmail.com.

48. Facultad de Ingeniería, Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. Correo electrónico: wycampo@uniquindio.edu.co

Introducción

Gracias a los avances tecnológicos entorno a temáticas como Internet de las cosas (IdC), se estima que cerca de 20,8 billones de dispositivos alrededor del mundo estarán conectados a internet en 2020 [1]. Así mismo, según [2], se estima que para el mismo año se tendrá aproximadamente 6,58 dispositivos conectados a internet por persona, por lo cual la cifra anterior podría incrementar a 50 billones de dispositivos. Las anteriores cifras de IdC han permitido que también el número de aplicaciones software desplegadas sobre internet y en entornos móviles, ya que estas dan soporte a nivel de usuario a las diferentes tecnologías. Por ende, es relevante considerar al usuario final como parte fundamental del ciclo del éxito de dichas aplicaciones. A partir de lo anterior, muchas organizaciones han incluido en sus proyectos requisitos de usabilidad, pues han identificado la importancia que representa desarrollar productos usables que permitan traer una mayor cantidad de usuarios a sus tecnologías o aplicaciones.

De acuerdo al estándar ISO 9241-11, la usabilidad es entendida como: “El grado en que un producto puede ser usado por usuarios específicos, para lograr los objetivos especificados, con eficacia, eficiencia y satisfacción, en un contexto de uso específico”, es decir que la usabilidad puede ser evaluada mediante el análisis de métricas asociadas a tres atributos fundamentales como son: eficacia, eficiencia y satisfacción [2].

La eficiencia puede ser determinada en un laboratorio de usabilidad, mediante métricas tales como el número de intercambios por unidad de tiempo que el usuario puede realizar en una prueba usando el sistema [3]. De este modo, la eficiencia puede estar asociada al tiempo que tardan los usuarios en realizar una tarea, tras aprender el funcionamiento básico de una aplicación. En lo que respecta a la eficacia en una prueba de usuario, esta puede obtenerse con indicadores tales como el conjunto de porcentajes relacionados con tareas terminadas, así como con el éxito de dichas tareas terminadas y sus tiempos de ejecución [3]. Finalmente, la satisfacción puede ser definida según la ISO 9241-11 como “ausencia de incomodidad y existencia de actitudes positivas hacia la utilización del producto” [4]. Así, existe cierta relación entre el comportamiento emocional de un usuario durante una prueba de usabilidad y su grado de satisfacción [4].

Estimar la satisfacción ha representado un gran reto no solo para la academia, también para la industria, puesto que el estudio del comportamiento humano es complejo. Normalmente para evaluar el atributo satisfacción en una prueba de usabilidad, se hace uso de cuestionarios de percepción de los usuarios con respecto a su experiencia con la aplicación. Dichos cuestionarios, aunque han

permitido aportar datos para dar cumplimiento de las métricas de usabilidad, tienen como desventaja el depender de la veracidad del usuario en las respuestas, lo cual puede afectar el grado de validez de la prueba. Otro de los modos de determinar el atributo satisfacción en una prueba de usabilidad es mediante la percepción por parte del evaluador de la prueba a través del análisis de gestos, expresiones faciales y posturas del usuario, mientras este interactúa con una aplicación [5]. Así, es posible concluir que, de los tres atributos asociados a la usabilidad, el que cuenta con métricas más subjetivas es el de la satisfacción.

A partir de lo anterior y considerando el creciente surgimiento de dispositivos IdC para el seguimiento de variables fisiológicas (ritmo cardíaco, conductividad de la piel, ondas cerebrales, etc.), se abre la oportunidad de aprovechar dichas variables para obtener indicadores emocionales que pueden relacionarse con la satisfacción. Lo anterior teniendo en cuenta diferentes estudios en los que se usan variables fisiológicas para analizar el comportamiento emocional de un usuario [5].

En este artículo se propone una herramienta para el análisis y seguimiento del estrés mental de un usuario en una prueba de usabilidad. Esta herramienta busca obtener indicadores que posibiliten la caracterización de patrones de comportamiento emocional, los cuales puedan usarse para la estimación de la satisfacción. Para lo anterior, se considera como variable fisiológica la variación de la frecuencia cardíaca (VFC), la cual una vez muestreada es usada para el cálculo del estrés mental usando la fórmula de Bayevsky [6]. La herramienta propuesta pretende apoyar al evaluador de una prueba de usabilidad, en cuanto a la estimación del atributo satisfacción, de modo que permite hacer un seguimiento en el tiempo de las diferentes tareas que realiza un usuario dentro del laboratorio de usabilidad.

Marco conceptual

En esta sección se presentan los conceptos relevantes que fueron considerados para el desarrollo de la presente propuesta. Dentro de estos se encuentran: laboratorio de usabilidad, variabilidad del ritmo cardíaco y nivel de estrés mental.

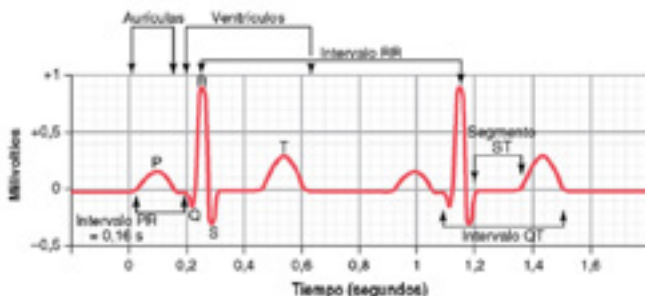
Laboratorio de usabilidad

Un laboratorio de usabilidad se puede considerar como una plataforma de observación, donde el objetivo principal es estudiar y analizar diferentes aspectos de la interacción entre una aplicación y un usuario. Un laboratorio de usabilidad debe posibilitar la obtención de indicadores de eficiencia, eficacia y satisfacción de acuerdo a lo propuesto por la ISO 9241-11 [7].

Variabilidad del ritmo cardiaco

La variación de la frecuencia cardíaca (VFC), se define como el cambio en frecuencia del latido cardíaco durante un intervalo de tiempo [8]. Una manera habitual de medir la VFC es mediante el electrocardiograma donde son detectadas cada una de las ondas R (ver *Figura 1*).

Figura 1.
Variabilidad de la frecuencia cardiaca



Fuente: Tomado de [7]

Al momento de detectar cada onda R, es calculado el tiempo entre las distintas ondas consecutivas o intervalos RR. Este intervalo RR es el encargado de medir el periodo cardíaco, de tal modo la serie de intervalos RR es lo que se conoce como VFC.

Índice de estrés mental

Al igual que ocurre con la emoción, no hay una definición unificada para el estrés mental, de este modo, en [9] se menciona que este puede ser interpretado como una amenaza a la integridad psicológica de un individuo que da lugar a respuestas fisiológicas y/o de comportamiento. Así mismo, el índice de estrés o índice del sistema de regulación de tensión, puede entenderse como el nivel de tensión de los sistemas de regulación (nivel de prevalencia de la actividad de regulación central por encima de los mecanismos autonómicos) [10].

Existen métodos matemáticos que permiten medir el estrés mental a través del análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca o aumento del flujo sanguíneo [12], a este último se conoce como “arousal” que también es referida a la excitación de las neuronas en el sistema nervioso central [11]. En este artículo se propone hacer uso de la ecuación de Bayevsky para el cálculo del índice de estrés mental (SI). Esta fórmula se basa en métodos geométricos, haciendo uso

de la curva de distribución o cardio-histograma dibujada a partir del estudio de las variaciones del ritmo cardiaco [12]. En la ecuación (1) de Bayevsky se involucran términos tales como: M_o (moda), AM_o (Amplitud de la moda), $M * DM_n$ (rango de variación o varianza) [13].

$$SI = \frac{AM_o}{2M_o * (M * DM_n)} \quad (1)$$

La Moda (M_o) o nivel presumible en el que se encuentra trabajando el sistema cardiovascular, hace referencia al valor RR que se presenta con mayor regularidad en el conjunto de medidas analizado. La amplitud de la moda (AM_o) en términos fisiológicos, es el índice nominal de actividad de la cadena de regulación simpática, mientras que en términos matemáticos se refiere al porcentaje de los intervalos que corresponden con el valor de la moda en la muestra tomada. Finalmente, el rango de varianza ($M * DM_n$), es la diferencia entre los valores máximos y mínimos de los intervalos RR (varianza). En la Tabla 1, se observan los rangos de índice de estrés que el usuario puede presentar. Estos a su vez están asociados a tres estados de ánimo, como son: estresado, relajado y normal.

Tabla 1.
Rangos SI asociados a cada estado

Rango de SI	Estado asociado	Nivel de arousal
> 150	estresado	>0,5
≥40 y ≤150	normal	≥0,14 y ≤0,5
<40	relajado	<0,14

Fuente: elaboración propia.

A partir de lo anterior, se puede concluir que el índice de estrés mental puede ser asociado a tres estados emocionales: estresado, normal y relajado. Estos tres estados pueden aportar indicadores importantes de cara al seguimiento de un usuario en una prueba de usabilidad. La herramienta propuesta en este artículo permite visualizar gráficamente el comportamiento emocional de un usuario a medida que este interactúa con un aplicativo software, de modo que muestra los diferentes cambios en el tiempo por los tres estados mencionados.

Propuesta de la herramienta

En esta sección se describe el esquema funcional de la herramienta propuesta (diagrama de bloques y de flujo) y se muestran las interfaces finales del prototipo desarrollado.

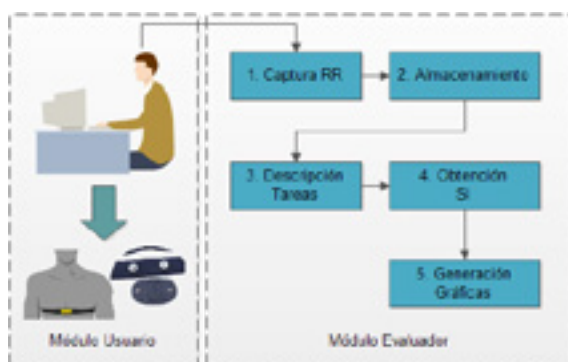
Esquema funcional de la herramienta

En la *Figura 2* se presenta el esquema funcional de la herramienta para el seguimiento del estrés mental en una prueba de usabilidad. La herramienta está pensada para desplegarse en un laboratorio de usabilidad, por lo que en el módulo de usuario se cuenta con un cinturón adherido al pecho del usuario durante la prueba. En el módulo del evaluador por su parte, la herramienta propuesta se comunica con el cinturón a través de bluetooth y consta de los siguientes módulos funcionales: captura RR, almacenamiento, descripción de tareas, obtención del SI, visualización de resultados.

En el módulo de captura RR, se obtienen a partir del cinturón adherido al pecho del usuario, los intervalos RR de la VFC. En el módulo de almacenamiento, la herramienta haciendo uso del gestor de bases de datos TinyDB guarda los registros (tiempo, intervalo RR) de las capturas realizadas en el módulo anterior. Una vez termina la prueba, en el módulo de descripción de tareas el coordinador de la prueba se encarga de consignar los tiempos de cada tarea. En el módulo de obtención del SI, la herramienta estima el nivel de estrés en los rangos de tiempo definidos para cada tarea. Finalmente, en el módulo generación de gráficas se despliega gráficamente el comportamiento del estrés mental en cada una de las tareas de la prueba (ver *Figura 2*).

Figura 2.

Esquema funcional de la herramienta



Fuente: elaboración propia.

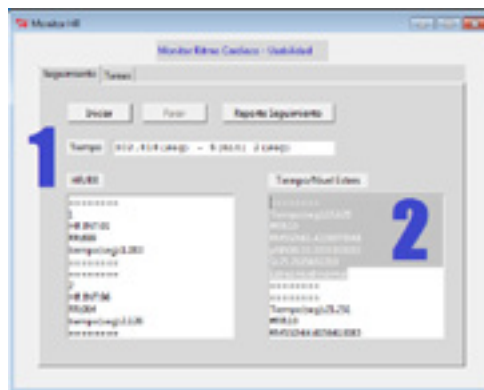
Prototipo final

A continuación, se presentan las diferentes vistas de la interfaz gráfica correspondiente a la herramienta de seguimiento del estrés mental en pruebas de usabilidad. La herramienta está organizada en tres etapas funcionales a saber:

captura de datos fisiológicos de usuario, descripción de tareas de usabilidad y representación gráfica de los resultados. En la etapa de captura de datos se obtiene una muestra de los intervalos RR de la VFC correspondiente al tiempo total de la prueba de usabilidad. En la etapa de descripción de tareas, se especifica el número de tareas de usabilidad realizadas por el usuario durante la prueba y la duración de cada una de ellas. Finalmente, en la etapa de representación gráfica de los resultados, la herramienta se encarga de representar gráficamente el comportamiento emocional del usuario (estresado, relajado, normal) para cada tarea en específico de la prueba. A continuación, se describen en detalle cada una de estas etapas funcionales.

En la Figura 3, se puede observar la interfaz principal de la herramienta de seguimiento propuesta, en la cual se destacan las pestañas de seguimiento y de tareas. En la pestaña de seguimiento se realiza la etapa de captura de datos fisiológicos durante la prueba de usabilidad, mientras que en la pestaña de tareas se ejecutan las etapas de descripción de tareas y representación gráfica de los resultados, una vez ha terminado la prueba de usabilidad.

Figura 3.
Interfaz de captura de datos de la herramienta



Fuente: elaboración propia.

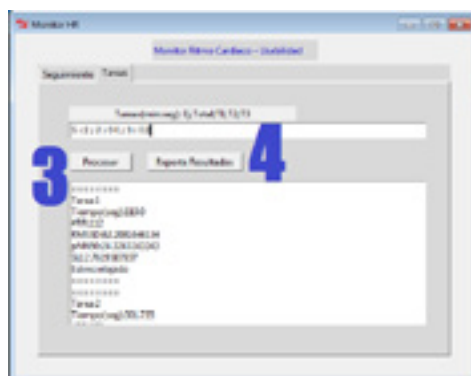
Al iniciar el test dentro del laboratorio de usabilidad, el coordinador de la prueba procede a ejecutar el paso 1 de la Figura 3, por lo que acciona el botón “Iniciar” de la pestaña de seguimiento. La herramienta empieza a obtener vía bluetooth y desde el cinturón Zephyr, variables fisiológicas del usuario tales como: VFC o intervalos RR y frecuencia cardiaca (FC) o HR. Los anteriores datos son capturados aproximadamente cada segundo desde que el usuario inicia la prueba de usabilidad hasta que termina la interacción.

Una vez terminada la prueba de usabilidad, el coordinador de la prueba procede a ejecutar el paso 2 de la *Figura 3*, por lo que da clic en el botón “Parar” de la pestaña de seguimiento. La herramienta se encarga de guardar la información de los intervalos RR capturados en el gestor de bases de datos TinyDB y calcular cada 10 segundos a partir de la información guardada, el índice de estrés (SI) y las métricas de pNN50 y RMSD, las cuales están directamente relacionadas con el estrés mental [14]. Los anteriores cálculos dan cuenta del comportamiento del estrés mental a lo largo de la prueba de usabilidad, sin discriminar las diferentes tareas realizadas a lo largo del test.

Con el fin de describir en detalle las tareas realizadas durante la prueba de usabilidad, el coordinador o evaluador de la prueba procede a ejecutar el paso 3 de la *Figura 4*, para lo cual diligencia la caja de texto de la pestaña tareas. En dicha caja de texto, la herramienta presenta por defecto el tiempo total que duró la prueba en minutos y segundos. El coordinador de la prueba debe entonces llenar separando con punto y coma el tiempo en minutos y segundos que demora cada tarea, de tal modo que la herramienta obtiene el número de tareas de la prueba, de acuerdo al número de tokens separados por punto y coma.

A modo de ejemplo en la *Figura 4*, la caja de texto de la pestaña tareas contiene el tiempo total de la prueba obtenido por la herramienta, el cual corresponde a 5 minutos y 2 segundos. Por su parte, el coordinador de la prueba se encarga de llenar el tiempo de las tareas separadas por punto y coma, en este caso hay 2 tareas, la tarea 1 tiene una duración de 2 minutos y la tarea 2 tiene una duración de 3 minutos con 2 segundos.

Figura 4.
Interfaz para la descripción de tareas

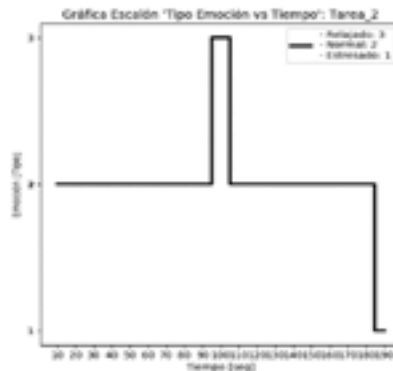


Fuente: elaboración propia.

Una vez descritas las tareas de la prueba en el paso anterior, el coordinador procede a ejecutar el paso 4 de la *Figura 4*, para lo cual acciona el botón “Reporte Resultados”. La herramienta se encarga de obtener las gráficas de seguimiento del estrés mental en el tiempo por cada una de las tareas descritas de la prueba (ver *Figura 4*). A modo de ejemplo en la *Figura 5*, se muestra un gráfico tipo escalón que describe los diferentes cambios entre los estados: relajado, normal y estresado, a lo largo de las diferentes tareas de una prueba de usabilidad.

En la *Figura 5* se muestra un ejemplo de funcionamiento de la herramienta propuesta, en el cual durante la tarea 2 de la prueba, el usuario se mantiene en un estado normal hasta el segundo 90, momento en el cual hay un cambio al estado relajado durante 10 segundos, luego de los cuales regresa al estado relajado hasta el final de la tarea. Los anteriores datos fueron capturados con el fin de evaluar el correcto funcionamiento de la herramienta, más no dentro de una prueba de usabilidad real, cual se considera un trabajo futuro a realizar como complemento a la presente investigación.

Figura 5.
Interfaz para la descripción de tareas



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se propuso una herramienta automatizada para el seguimiento del estrés mental en una prueba de usabilidad. Esta herramienta pretende apoyar al coordinador de la prueba en cuanto a la estimación objetiva del atributo satisfacción en cada una de las tareas de un test de usuario.

La herramienta propuesta aprovecha la tendencia en cuanto al uso de dispositivos wearables para la captura de variables fisiológicas de usuario. De este modo,

en este artículo se hizo uso de la variable VFC en conjunto con la fórmula de Bayevsky para la estimación del estrés mental en cada una de las tareas de una prueba de usabilidad, representando el comportamiento del usuario haciendo uso de gráficos de barras y en escalón.

Como trabajo futuro derivado de la presente investigación, se pretende validar el funcionamiento de la herramienta dentro de una prueba de usabilidad real. Así mismo, dada la necesidad de integrar la herramienta propuesta en un laboratorio de usabilidad de manera adecuada, se pretende adaptarla y desplegarla sobre dispositivos embebido.

Referencias

- [1] O. Said y M. Masud, «Towards internet of things: Survey and future vision,» *International Journal of Computer Networks (IJCN)*, vol. 5, pp. 1-17, 2013.
- [2] J. Virkki y L. Chen, «Personal Perspectives: Individual Privacy in the IOT,» *Advances in Internet of Things*, vol. 3, pp. 21-26, 2013.
- [3] D. Evans, «The Internet of Things - How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything,» CISCO white Pap, 2011.
- [4] L. Perurena y M. Moráquez, «Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación,» *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, vol. 24, nº 2, 2013.
- [5] M. G. Estayno, G. N. Dapozo, L. R. Cuenca Pletsch y C. L. Greiner, «Modelos y métricas para evaluar calidad de software,» de *XI Work. Investig. en Ciencias la Computación*, 2009.
- [6] M. Mascheroni y C. Greiner, «Calidad de software e ingeniería de usabilidad,» de *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2012.
- [7] R. Ronda, «Productos electrónicos: principios y pautas,» 2005. [En línea]. Available: http://www.rodriгорondaleon.com/wp-content/uploads/2015/01/Producto_Electronico_principios_y_pautas_Rodrigo_Ronda_2005.pdf.
- [8] X. Ferré, «Principios Básicos de Usabilidad para Ingenieros Software,» de *V Jornadas Ingeniería de Software y Bases de Datos*, Valladolid-España, 2000.
- [9] H. Montero y Y. Fernández, «Método de test con usuarios,» 2003. [En línea]. Available: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/test_usuarios.htm.
- [10] L. A. Solarte, M. Sanchez, G. E. Chanchi y D. A. J. Duran, «Video on demand service based on inference emotions user,» *Sistemas y Telemática*, vol. 14, nº 38, pp. 29-45, 2016.

- [11] R. M. Bayevsky, G. G. Ivanov, L. Chireykin y A. P. Gavrilushkin, «HRV Analysis under the usage of different electrocardiography systems (Methodical recommendations),» 2002. [En línea]. Available: [http://www.drkucera.eu/upload_doc/hrv_analysis_\(methodical_recommendations\).pdf](http://www.drkucera.eu/upload_doc/hrv_analysis_(methodical_recommendations).pdf).
- [12] H. Borges, «Análisis experimental de los criterios de evaluación de usabilidad de aplicaciones multimedia en entornos de educación y formación a distancia,» Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2002.
- [13] J. Hall, Tratado de fisiología médica, Barcelona: Elsevier España, 2011.
- [14] M. Heilman, «The neurobiology of emotional experience,» *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.*, vol. 9, nº 3, pp. 439-448, 1997.

Entorno virtual para la ejecución de ensayos y pruebas en ingeniería

Primera aproximación

Daniel E. Beltrán, Angelo D. Moro,
Óscar Javier Reyes Ortiz, Wilson J. Sarmiento⁴⁹

Abstract

This paper presents the first version of a virtual pavement test machine, which is a software supported virtual environment approach based on serious games. This system is inspired in a real laboratory of pavement engineering, in this way it creates scenarios in a 3D computer game engine based on engineering tests. The main target of this project is to provide an educational approach that allows the development of basic competencies in the experimental tests in the field of civil engineering. The paper presents the first stage of a work in progress, shows preliminary results of the development process that includes internal user tests.

Index Terms - Virtual environments, Engineering simulation, Pavement laboratory, Educational software

Introducción

La realidad virtual (*virtual reality*) es el nombre dado a un conjunto de técnicas y tecnologías que aproximan la visualización de objetos y acciones en un espacio

49. Grupo de Investigación en Multimedia, Laboratorio Ingeniería Civil, Universidad Militar Nueva Granada

de tres dimensiones, de una manera interactiva y de forma que se aproxime a la realidad [1]. Para lograr esto, un elemento primordial es la interactividad, que permite al usuario moverse en el interior del espacio tridimensional, seleccionando y tocando los objetos virtuales representados [2].

El uso de los entornos virtuales como recurso para simular procesos en ambientes educativos y de entrenamiento ha sido una de las aplicaciones más usadas de la realidad virtual [3], área de la aplicación donde se enmarca este trabajo. Puntualmente, este artículo presenta los resultados preliminares de un proyecto en desarrollo, que busca usar componentes de realidad virtual para recrear algunos ensayos que forman parte de los procesos de enseñanza de la Ingeniería Civil.

El objetivo final del proyecto es diseñar alternativas que permitan a los estudiantes tener un mejor entendimiento de la manipulación correcta de una máquina de fatiga de pavimento. Adicionalmente, los laboratorios se verían beneficiados al permitir una disminución en los costos debidos al daño de las probetas por incorrecta manipulación, ya sea de la probeta misma o de la máquina. Lo anterior implica generar un entorno virtual que brinde al usuario una experiencia bastante semejante a la real.

Trabajos previos

En los últimos años se ha venido incrementando el desarrollo e implementación de tecnologías como la realidad virtual, la realidad aumentada y los entornos virtuales a procesos de enseñanza aprendizaje. Una de las ventajas que nos brinda el uso de estas alternativas es la posibilidad de sustituir o remplazar, por sustitutos digitales, algunos dispositivos reales, que son de difícil acceso, ya sea por disponibilidad, costo o ubicación, como lo afirma G. Vázquez-Mata Director de I+D+i del Centro de Simulación Médica Avanzada e Innovación Tecnológica, del Parque Tecnológico de Ciencias de la Salud. Fundación IAVANTE [4].

Lo anterior se puede evidenciar en diferentes trabajos que han propuesto y evaluado el uso de entornos virtuales para el aprendizaje de procesos prácticos educativos, como alternativa o apoyo adicional al trabajo realizado en laboratorios reales. Es el caso de un laboratorio de química en realidad virtual [5], que demostró que uno de los beneficios educativos de estas aplicaciones es una participación más activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Otro trabajo similar es el laboratorio de ingeniería de control utilizando realidad virtual en la Web, el cual integra procesos de MATLAB/SIMULINK con modelos VRML de plantas de laboratorio [5]. Otro punto a resaltar de este trabajo, es el concepto de campus virtuales de laboratorio [7]. En la medicina también se ha evidenciado la ventaja del uso de laboratorios virtuales, conjugando equipos

de robótica, realidad virtual, actores, y escenarios, para reproducir situaciones de manera muy real [8]. Esto permite que muchos estudiantes de medicina vean posibles errores mucho antes de tratar a pacientes, además esto les da una formación más amplia y una preparación diversa que les ayuda a la hora de tomar de decisiones rápidas y de alta complejidad [8].

Este trabajo en desarrollo busca replicar algunos de las experiencias de los trabajos mencionados anteriormente, pero enfatizando en los elementos narrativos, de jugabilidad y de interacción natural.

Enfoque propuesto

A continuación se describen de forma más detallada cada una de las etapas del desarrollo realizado a la fecha.

Especificación

La primera etapa del proceso de desarrollo fue la identificación de una prueba o ensayo, de especial interés para el laboratorio de pavimentos y factible de ser implementado en un entorno virtual. Como resultado de discusiones de factibilidad se decidió, para esta primera aproximación, realizar una versión digital de un ensayo de resistencia a la tracción indirecta en una mezcla asfáltica.

Figura 1.
Montaje de una probeta de mezcla asfáltica



En la foto se puede observar la probeta en forma cilíndrica ubicada en medio de las dos platinas metálicas que generarán la compresión. También es posible ver el cilindro electromagnético con la celda de carga en forma de S.

El ensayo inicia con la fabricación de la probeta y la toma de sus dimensiones. La forma de la probeta depende del tipo de prueba que se desee realizar, siendo las probetas cilíndricas una de las más empleadas. Acto seguido se acondiciona a una temperatura preestablecida y se monta en la máquina para ser fallada a compresión diametral mediante el contacto de dos platinas que se desplazan a una velocidad constante. El sistema mecánico consiste en un cilindro electromagnético que en su extremo tiene una celda de carga tipo S, la cual mide la carga que resiste el material hasta llegar a la falla. En la Figura 1 se muestra el procedimiento de montaje de la probeta cilíndrica de una mezcla asfáltica.

Posteriormente, debido a la presión constante realizada, la probeta se rompe, finalizando el ensayo. Un aplicativo desarrollado en Labview permite graficar la carga y el desplazamiento, parámetros necesarios para establecer la resistencia máxima y la energía liberada en el proceso de ruptura. Es posible generar un archivo de registro (texto o Excel), el cual servirá para evaluar los materiales empleados en la fabricación de la muestra de pavimento. La Figura 2 muestra el momento en el cual una probeta se rompe por la presión mecánica generada. En este punto fue necesario definir cuáles de los procesos del ensayo se van a representar en el entorno virtual.

Figura 2.
Ruptura de una probeta de muestra asfáltica



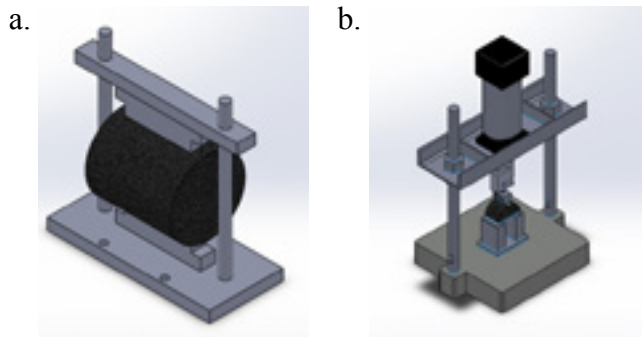
En la foto se puede ver la probeta colapsada debido a la presión mecánica recibida. Se observa que un fragmento considerable queda entre las platinas metálicas, mientras que un fracción grande y otras más pequeñas caen a la mesa donde se realiza la prueba.

Desarrollo del entorno virtual

El desarrollo de la aplicación sigue una metodología de prototipos incrementales, donde cada prototipo proporciona funcionalidad específica de la aplicación la cual puede ser sometida a pruebas internas del equipo de desarrollo. Con los

problemas observados se diseña un nuevo prototipo que corrige o extiende la funcionalidad el prototipo anterior. A continuación se describe de forma general los pasos usados en el diseño y desarrollo de cada uno de estos prototipos, los de la probeta de mezcla asfáltica en las platinas metálicas, ya que este procedimiento es en el que más erran los estudiantes, según se reporta en el laboratorio de pavimentos de la universidad.

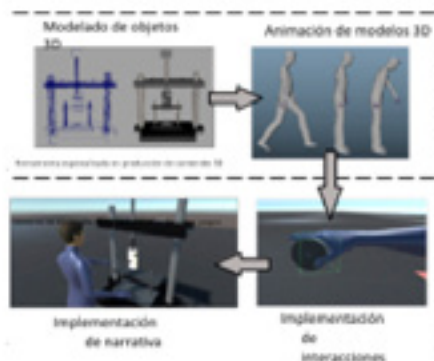
Figura 3.
Piezas modeladas en 3D



En (a) se observa un detalle de las platinas metálicas y una probeta entre ellas. En (b) se muestra el modelo completo de la máquina. Se puede observar la probeta ubicada en las dos platinas, el cilindro electromagnético y la celda de carga en forma de S.

Este proyecto se decidió enfatizar en el proceso de montaje cuales están diagramados en la Figura 4.

Figura 4.
Diagrama del procedimiento general para el desarrollo de un prototipo



Las líneas punteadas representan las herramientas usadas para cada paso. En los dos primeros pasos se debe utilizar herramientas especializadas en producción 3D, mientras que en los dos últimos pasos se usan herramientas de desarrollo de software.

El primer paso es generar un conjunto de modelos y animaciones 3D en un software especializado para dicho fin. En este caso se escogió usar Autodesk Maya versión estudiantil, debido al carácter académico del proyecto. Se inició por el diseño y modelado de un avatar que cumpliera con los requisitos óptimos para la aplicación, como son, poligonización de bajo nivel y un esqueleto (rig) que permita una adecuada interacción. Después, se modeló el escenario de contexto, en este caso una representación de un laboratorio de pavimentos. El objetivo es que el ambiente permita una mejor inmersión del usuario al ubicarlo en un espacio 3D que recree el contexto de un laboratorio real. Por último, fue necesario modelar la máquina de fatiga de pavimento. Se usó como referencia los planos CAD suministrados por el laboratorio de pavimentos de la Universidad. Para el modelado se utilizó una metodología básica de extrusión a partir de una caja o primitiva inicial. En todo instante del modelado se tuvo en cuenta las dimensiones de cada uno de sus componentes. La Figura 3 muestra los modelos 3D finales de la máquina de fatiga, donde se observa que se diseñó conservando los detalles de la máquina real, la cual se observa en la Figura 2.

Una vez se tienen todos los modelos 3D terminados, se procede a crear las animaciones pertinentes, como, avatar caminando, avatar tomando la probeta, máquina de pavimentos ejerciendo presión, entre otros.

Finalizado el proceso de construcción de los recursos 3D, estos se incorporan en un motor de videojuegos. Para esta parte del proceso se usó Unity3D versión 5,3,5f 1, donde la principal razón por la que se desarrolló el prototipo en este software fue porque su curva de aprendizaje es muy baja, lo que optimiza tiempo en el desarrollo.

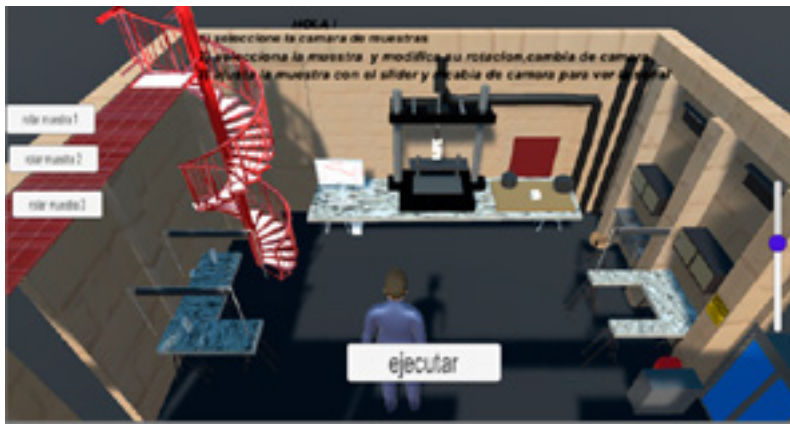
Otra de las ventajas del entorno de desarrollo elegido es la fácil conexión con hardware especializado para realidad virtual, el cual será usado en las futuras etapas de este proyecto. Por ejemplo, el entorno de desarrollo ofrece soporte para el casco de realidad virtual (Headmounted Display) Oculus Rift, dispositivo que permite una adecuada inmersión visual. También se planea incluir un sensor de movimiento Leap Motion, también soportado por el entorno de desarrollo, que permite seguir las posiciones de manos y antebrazos en tiempo real, y mapear sus movimientos en el avatar, con el fin de permitir una interacción natural con el ambiente.

Para el desarrollo del prototipo es considerar dos componentes, los elementos de interacción con el ambiente y la narrativa de proceso (ver Figura 6). Entre los elementos de interacción que se deben considerar están, colisiones entre objetos, algunas simulaciones físicas para enriquecer la jugabilidad y la repro-

ducción de las animaciones. En cuanto a los procesos de narrativa, es necesario implementar toda la lógica del proceso de interacción con la máquina de fatiga, siguiendo las indicaciones suministradas por los expertos del laboratorio de pavimentos. Es importante incluir en la jugabilidad del sistema la posibilidad de errar y corregir, como instrumentos necesarios y fundamentales del proceso de enseñanza aprendizaje.

A continuación, se describe de forma general la narrativa y jugabilidad el prototipo. En primer lugar, se le permite al usuario explorar el entorno 3D, de forma que sienta cómodo y reconozca el entorno en el que él se encuentra. La Figura 5 muestra la vista inicial del usuario, donde puede visualmente explorar el espacio de trabajo.

Figura 5.
Vista general del ambiente 3D

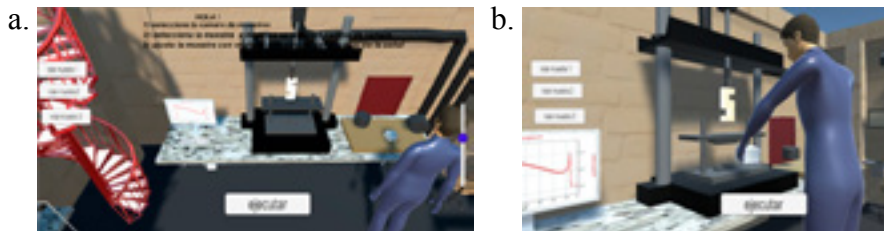


En la foto se observa una panorámica de un laboratorio, con una mesa de trabajo en el fondo.

Paso seguido, el usuario tiene la posibilidad de aproximarse a la mesa de trabajo. Una vez ubicado el usuario en el espacio de trabajo, el usuario podrá tomar una probeta, para luego ubicarla en la máquina. Es necesario aclarar que estos puntos son claves para el proceso de aprendizaje de operación de la máquina de fatiga. Primero, el usuario podrá elegir entre tres tipos de probetas, las cuales deben ser ubicadas de forma adecuada en la máquina. Para esto, el usuario podrá rotar la probeta sobre el soporte. La Figura 6 muestra los puntos señalados, en (a) se observan las diferentes probetas que el usuario puede elegir, en (b) se muestra al usuario ubicando la probeta en la platina.

Una vez el usuario finaliza la ubicación de la probeta, está ajustada por el marco de la carga y la simulación del proceso visual del proceso de fatiga inicia.

Figura 6.
Elementos narrativos y de jugabilidad del prototipo



En (a) se observa al usuario ubicado para elegir la probeta para la prueba, la cual debe corresponder al experimento que desea realizar. En (b) se observa el momento en que el usuario ubica la pieza entre las platinas de la máquina y puede elegir la rotación de misma.

Por último, los resultados gráficos de los experimentos son mostrados en la pantalla de computador del laboratorio. En este instante, el estudiante sabrá si realizó de forma adecuada el experimento y en qué punto falló.

El experimento se haya realizado de forma adecuada, podrá revisar los datos experimentales para su análisis.

Es muy importante que el prototipo garantice una coherencia visual (inmersión) con la narrativa, con el apoyo de los elementos de interacción y de producción 3D. Por ejemplo, cuando él se dirige a la máquina, una animación de caminado debe ser reproducida; cuando toma una probeta, el objeto colisiona y es ubicado sobre la mano del usuario. Otro aspecto a considerar es la ubicación de la cámara con la finalidad de que el usuario observe el proceso de forma adecuada y generar una correcta inmersión.

Es necesario aclarar que el prototipo actual no cuenta con elementos de realidad virtual, por lo tanto, algunos de los procesos son asistidos por elementos gráficos, como botones, deslizadores y menús, como se observa en las figuras 5 y 6. Además, muchos procesos son asistidos/predefinidos, como las posibles rotaciones de la muestra sobre el soporte.

Resultados y conclusiones preliminares

En el estado actual del proyecto, los prototipos desarrollados han sido sometidos a pruebas internas del equipo, que incluye tanto personal de desarrollo, como los expertos del laboratorio de pavimentos. El prototipo presentado en este artículo fue probado en una estación de trabajo MSI GE60 2PL Apache con un procesador Intel (R) Core (R)i7-4720HQ CPU 2.60GHz; 8 Gbytes

de memoria RAM DDR3 funcionando bajo Windows 10 Pro de 64-bits como sistema operativo.

Entre los hallazgos identificados en el proceso de desarrollo se encuentran la necesidad de mantener una calidad este 'tica del entorno y de los objetos, para que haya consistencia en la escena y no se pierda la conexión de la persona con la experiencia interactiva. Otro aspecto importante, son los elementos de interacción y narrativos, que deben ser coherentes y reflejar de mejor forma el proceso que sucede en un laboratorio real. Los siguientes pasos del desarrollo incluyen pruebas de usabilidad, antes de inicial a desarrollar los elementos de realidad virtual, con el fin de validar la narrativa general y los elementos de interacción. También se planea mejorar la interfaz gráfica para que al usuario se le facilite seguir la narrativa.

Como ultima anotación, es necesario aclarar que tanto el prototipo actual como el proyecto final, pretender ser una aproximación a la maquina real, por lo tanto, no se simulara ´ la física de la fatiga de la pieza, solo la hará ´ una simulación visual que permita al usuario comprender el funcionamiento de la máquina.

Referencias

- [1] J. Georgiou, K. Dimitropoulos, and A. Manitsaris. A virtual reality laboratory for distance education in chemistry. *International Journal of Social Sciences*, 2(1):34–41, 2007.
- [2] C. González-González, P. Toledo-Delgado, C. Collazos-Ordoñez, and J. L. González-Sánchez. Design and analysis of collaborative interactions in social educational videogames. *Computers in Human Behavior*, 31:602– 611, feb 2014.
- [3] F.-C. Kao, C.-H. Wang, T.-H. Huang, and W.-Y. Chang. The Design of 3D Collaborative Learning System with Embedded Broker. In *Proceedings of the 17th International Conference on Computers in Education ICCE 2009*, pages 366–370, Hong Kong, 2009. Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- [4] R. B. Loftin, M. Engleberg, and R. Benedetti. Applying virtual reality in education: A prototypical virtual physics laboratory. In *Virtual Reality, 1993. Proceedings., IEEE 1993 Symposium on Research Frontiers in*, pages 67–74. IEEE, 1993.
- [5] M. Okada, H. Tarumi, T. Yoshimura, and K. Moriya. Distributed virtual environment realizing collaborative environmental education. *SIGCUE Outlook*, 27(3):16–26, 2001.
- [6] C. Schmid. A remote laboratory using virtual reality on the web. *Simulation*, 73(1):13–21, 1999.

- [7] C. Schmid. A remote laboratory using virtual reality on the web. *Virtual Reality on the Web*, 1(1):1–2, 1999.
- [8] G. Vázquez-Mata. Virtual reality and simulation in the training of medical students. *Educación Médica*, 11:29–31, 2008.

EULER: editor universal de recursos de aprendizaje

Luis Naranjo, Mario Chacón-Rivas⁵⁰

Abstract

Los procesos de enseñanza, aprendizaje y producción científica se han visto obstaculizados en la población con algún tipo de discapacidad, particularmente los no videntes. Los recientes avances tecnológicos en informática han propiciado algunos cambios en favor de procesos más inclusivos, proveyendo distintos enfoques y herramientas para facilitar la inserción de la población no vidente en educación y trabajo en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Hasta ahora, sin embargo, estos esfuerzos no han conducido a una solución gratuita y multi-plataforma que permita una interacción fluida entre usuarios no videntes y de vista normal, sin tener en cuenta si están en el rol de profesor, estudiante o colega. El sistema EULER (*Editor for Universal Learning Resources*, por sus siglas en inglés) ha sido diseñado para facilitar este alto nivel de interacción, a través de salida por audio, importación y exportación de fórmulas en formato MathML y uso de perfiles configurables que proveen una interfaz sencilla adaptada para cumplir con la prueba estándar PISA de la OCDE de competencias matemáticas. Se presenta el primer prototipo funcional del software, así como los lineamientos a seguir en esta investigación en curso.

Palabras clave: editor; no vidente; discapacidad visual; PISA; CTIM; multi-plataforma

50. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Inclutec. Cartago, Costa Rica. Correos electrónicos: lnaranjo@itcr.ac.cr; machacon@itcr.ac.cr

Introducción

Se ha detectado una aguda carencia de herramientas de software gratuitas y flexibles que habiliten la incorporación de la población no vidente en carreras relacionadas con ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM). Esta escasez, identificada mediante una revisión sistemática de literatura, también dificulta en cierta medida la inserción en las carreras de ciencias sociales y ciencias del comportamiento. Muchas deficiencias en esta área están relacionadas con un entorno de aprendizaje en el que las personas videntes y ciegas no pueden interactuar de manera apropiada.

Debido a esta situación, el sistema de edición de ecuaciones EULER se ha diseñado para facilitar esta interacción y estimular la inclusión de la población no vidente en la fuerza de trabajo en campos que normalmente solo han estado al alcance de personas de vista normal. El sistema de edición tiene una versión web y otra de escritorio, ambas con simbología matemática de propósito general, pero que también tienen la posibilidad de usar perfiles predefinidos para enfrentar las pruebas PISA, con la simbología de las áreas evaluadas en estas pruebas, lo mismo que todo símbolo básico considerado necesario para la práctica diaria de las matemáticas.

Este sistema de software ha sido diseñado para cubrir la mayoría de características relevantes para usuarios no videntes y de vista normal, tales como entrada por teclado y dispositivos braille, salida auditiva, importación y exportación en formato MathML. Este formato es una especificación para contenido matemático y científico en la Web y otros ambientes [1]. También se han diseñado perfiles con símbolos predefinidos y ajustables, incluyendo simbología basada en el programa para la evaluación internacional de alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés). Esta simbología permite ver de manera sencilla los símbolos de las pruebas de matemáticas, las cuales examinan el rendimiento de alumnos de 15 años en áreas consideradas clave y estudian una gama amplia de resultados educativos [2].

Trabajo relacionado

El problema de dotar de un editor matemático accesible ha sido abordado desde diferentes perspectivas. Cada proyecto de investigación se ha enfocado en contribuir con la necesidad de aprendizaje de las matemáticas, lo cual resulta particularmente difícil de solventar para la población no vidente. Una revisión sistemática de literatura conducida por el equipo de investigadores ha permitido identificar estas clasificaciones.

a. Esquemas de clasificación

Los enfoques para enfrentar este problema son clasificados por regla general como estáticos o dinámicos [3]. Los estáticos solo proveen salida por braille, en tanto que los dinámicos permiten al usuario navegar el documento matemático, recibiendo información auditiva sobre su contenido y semántica, eventualmente enviando salida a un dispositivo braille refrescable o a una impresora braille.

b. Investigación y desarrollo en el enfoque estático

Se han hecho muchos esfuerzos usando el enfoque estático, aunque la mayoría de ellos parecen hacer caído en la obsolescencia a lo largo de los años. En algunos casos, esta situación puede deberse a un propósito para resolver prioridades de facto relacionadas con la cobertura de lenguajes locales. Este es el caso de BraMaNet, el cual fue específicamente diseñado para traducir MathML a braille francés [4] (actualmente, el enlace provisto en la publicación original a la aplicación no está disponible).

Math2Braille, que traduce de MathML 2.0 a braille holandés [5] cae en esta misma categoría. La última actualización del sistema está disponible en SourceForge, un servicio basado en Web para desarrolladores de software, diseñado para controlar y administrar sus proyectos gratuitos y de código abierto. Algo similar sucede con el lenguaje polaco, con soluciones orientadas a la síntesis de voz que consideran sofisticadas reglas gramáticas, más que las tareas de edición [6]. El nombre del sistema es “Edytor wzorów” y está disponible bajo un esquema de licenciamiento para ambientes Windows.

c. Investigación y desarrollo en el enfoque dinámico

El Accessible Equation Editor [7] tiene una clara orientación al uso de braille, tanto para entrada como para salida. Se usa MathML para traducir desde y hacia Nemeth Braille. Los autores dejan claro que las grandes compañías editoriales tienen una línea de negocios muy importante en la instrucción matemática en línea. No hay referencia a la importación o exportación de MathML ni al uso de perfiles.

El proyecto LAMBDA propone el uso de una notación matemática lineal, así como un editor matemático basado en esta notación [8]. La propuesta tiene un fuerte énfasis en la entrada y salida en braille. Se ofrecen muchas facilidades al usuario, tales como facilidad de navegación entre las fórmulas, expansión y contracción de fórmulas, copia de líneas, inserción de texto no matemático, uso de una ventana de trabajo en progreso y otra ventana de trabajo en limpio, así como una calculadora para expresiones con todos los operadores numéricos.

Por otra parte, no hay referencia a la importación o exportación de MathML o al uso de perfiles. La solución provista es orientada a ambientes Windows, dentro de un esquema de licenciamiento. No existe simbología para todos los niveles de estudios matemáticos universitarios.

Existen algunas soluciones que hacen uso intensivo de los navegadores web. Tal es el caso de WIRIS, un editor semántico de fórmulas [9]. Debido a que los editores WYSIWYG (*what you see is what you get*, por sus siglas en inglés) se enfocan en la presentación, los autores buscan contribuir con servicios de búsqueda en bases de datos o servicios web que lleven a cabo cálculos, a través del uso de información semántica en las fórmulas. Como característica notable, resulta fácil buscar fórmulas en un repositorio de aprendizaje. No hay referencia explícita a la importación o exportación de MathML o el uso de perfiles.

En [10] se presenta el sistema UMA como un medio para traducir documentos matemáticos en formatos usados por personas no videntes (Nemeth, Marburg) a formatos usados por personas de vista normal (LaTeX, MathML, OpenMath) y viceversa. La tarea de traducir de algún código matemático braille fue considerado un problema sin solución por mucho tiempo, hasta que los autores propusieron el uso de semántica de lenguajes de programación junto con programación lógica para lidiar con la sensibilidad al contexto. El editor MathGenie es el responsable por el manejo de ecuaciones en el sistema UMA y se encuentra disponible a petición del interesado. No queda claro, sin embargo, cómo se lleva a cabo la importación o exportación de MathML, aparte del hecho de que no se menciona el uso de perfiles.

Se han hecho algunas propuestas para repositorios específicos, tales como Wikipedia, consistente de cientos de miles de fórmulas [11]. MathAcc modifica porciones de LaTeX en el código HTML y regenera las páginas, con una frase en español para lector de pantalla seleccionado. No se mencionan mecanismos para importar o exportar MathML. Mathoid es otra propuesta que toma el contenido de Wikipedia y convierte las fórmulas a formato SVG [12].

MathPlayer es un plug-in para Internet Explorer de Microsoft que renderiza MathML y tiene características que hacen las expresiones matemáticas accesibles a personas con discapacidades de impresión tales como la ceguera, baja visión o dislexia [13].

Algunos sistemas proponen el uso de síntesis de voz como entrada para un editor de fórmulas accesible [14]. Sin embargo, para la comunidad no vidente esta no es una opción prioritaria, debido a que generalmente usan el teclado del computador con gran eficacia.

LEAN Math es un editor de ecuaciones específico para MathType de Microsoft Word [15]. El editor puede abrir y editar ecuaciones existentes o crear nuevas, además de asignar descripciones o una traducción braille de la ecuación en la propiedad alt-text de MathType. Este texto alternativo puede ser leído por cualquier lector de pantalla, haciendo las ecuaciones de MathType accesibles a la población no vidente.

Las propuestas más ampliamente documentadas en la literatura tienen varias características deseables para un editor matemático accesible, tal como se muestra en la Tabla 1. El editor EULER busca consolidar estas características y aportar las funcionalidades explicadas en este artículo.

Arquitectura del editor EULER

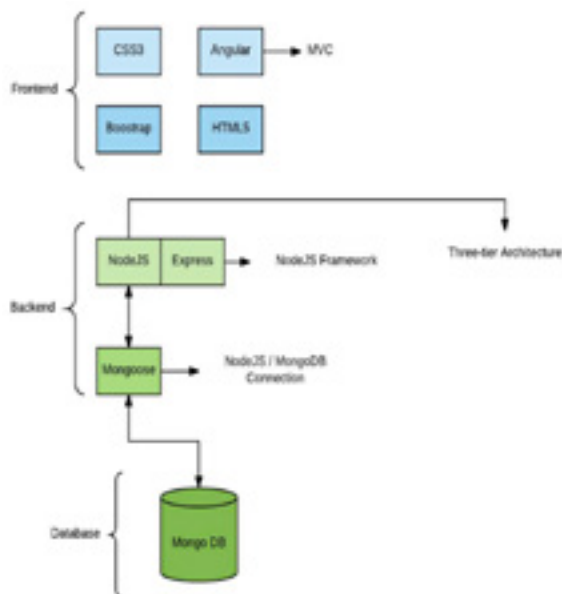
El editor EULER ha sido diseñado para facilitar el proceso de edición y compartición de fórmulas entre estudiantes, profesores y colegas, cuando al menos uno de ellos muestre alguna discapacidad visual. En este escenario, se considera ideal contar con un sistema gratuito, multi-plataforma y con versiones web y de escritorio. El sistema tiene herramientas propias para importar y exportar MathML, recibir entrada por teclado o línea braille y generar salida por pantalla, adecuada para lectores de pantalla de uso masivo, que producen salida auditiva accesible.

Adicionalmente, es posible crear perfiles con la simbología de las pruebas PISA, dando la posibilidad de hacer adaptaciones de acuerdo con las necesidades de los usuarios. En este respecto, el diseño arquitectónico debe brindar flexibilidad, así como mecanismos confiables para desplegar exactamente la interfaz que cada usuario haya definido de previo como deseable para atender sus necesidades particulares. De ahí la necesidad de mecanismos convincentes de interacción con la base de datos.

Evidentemente, en estas circunstancias es necesario balancear la arquitectura del sistema de software, la cual debe proveer mecanismos confiables de back-end y ser sumamente sensible en el manejo del front-end, el cual es lo que el usuario con discapacidad visual percibirá al usar el editor.

El diseño arquitectónico consiste de la separación entre el front-end (MVC) y el back-end (tres capas), tal como se muestra en la Fig. 1. El editor ha sido construido usando tecnologías gratuitas, tales como HTML5, CSS3, Angular y Bootstrap para el front-end y NodeJS/Express, Mongoose y Mongo DB para el back-end.

Figura 1.
Arquitectura del editor EULER



Diseño de la interfaz y usabilidad

El editor ha sido diseñado para ser altamente accesible, tanto por entrada por teclado o dispositivo Braille como por salida auditiva, por medio de lectores de pantalla ampliamente usados. Desde el punto de vista de diseño y programación, se ha trabajado de manera alineada con las recomendaciones estándar de accesibilidad de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web 2.0 (WCAG por sus siglas en inglés).

La interfaz web de EULER está construida sobre HTML5 y CSS3. HTML5 ha logrado presentar grandes avances relacionados con diseño para accesibilidad universal. Es compatible con todos los navegadores modernos y ha establecido una forma apropiada de estructurar la página y la jerarquía de contenido, lo cual permite saltar bloques de información y seleccionar las secciones deseadas por el usuario de un lector de pantalla. Tiene la ventaja principal de que los desarrolladores pueden generar efectos de presentación muy atractivos sin limitar la interacción de usuarios de tecnología asistiva. CSS3 es la versión más reciente del lenguaje de hojas de estilo (Cascading Style Sheets) y es responsable de describir cómo los elementos de HTML5 deben ser desplegados.

Las figuras 2 y 3 muestran, respectivamente, las áreas de edición de EULER con una paleta de símbolos base y una paleta configurable de símbolos PISA. La interfaz de usuario del editor será multilenguaje, pero en virtud de que el lenguaje usado para hacer las pruebas es el español, se muestran las pantallas en español.

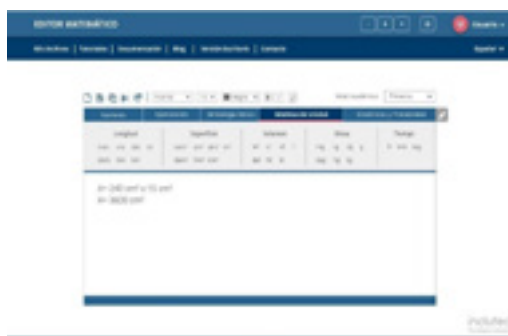
Figura 2.

Sección de edición usando la paleta de símbolos base



Figura 3.

Sección de edición usando la paleta de símbolos PISA



La usabilidad del editor es un tema de gran importancia y está en el proceso de validación en esta investigación en curso, considerando que la versión final será sometida a pruebas estándar más exhaustivas.

Conclusiones y trabajos a futuro

El editor universal EULER es un proyecto de investigación en proceso que busca reunir las características deseables de otras propuestas, dando el valor agregado de contar con perfiles predefinidos en un entorno multiplataforma. En

este respecto, la incorporación de simbología que cubre las áreas de las pruebas PISA de la OCDE reviste particular importancia. La importación y exportación de fórmulas en formato MathML se vislumbra como un elemento clave para la interacción entre profesores, estudiantes y colegas, dado que al menos uno de ellos tenga discapacidad visual.

La primera versión está diseñada para facilitar la edición de fórmulas matemáticas, pero se prevé que en el futuro también será posible editar fórmulas con una mayor orientación a la física y la química (probablemente por medio de sus propias paletas de símbolos), con una interfaz en inglés, español y la mayoría de lenguas autóctonas costarricenses, para convertir a EULER en un editor de CTIM cada vez más accesible.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a todo el equipo en Inclutec por sus tenaces esfuerzos y sus oportunas observaciones en cuanto a usabilidad. También agradecemos a los estudiantes no videntes en la Universidad de Córdoba, en Argentina, quienes colaboraron con información relevante y levantamiento de requerimientos.

Referencias

- [1] B. Bos. "W3C Math Home". Internet: <https://www.w3.org/Math/>, Nov. 20, 2017 [Mar. 07, 2018].
- [2] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. "PISA en español". Internet: <http://www.oecd.org/pisa/pisaenespaol.htm>, s.f. [Mar. 07, 2018]
- [3] A. Karshmer, G. Gupta, and E. Pontelli, "Mathematics and Accessibility: a Survey," in C. Stephanidis, ed., *The Universal Access Handbook*, Boca Raton: CRC Press., pp. 51.1-51.16, 2009.
- [4] F. Schwebel, F., "BraMaNet: logiciel de traduction des mathématiques en Braille," in *Bulletin de Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)*, Paris, Num. 447. p. 500-504., 2004.
- [5] D. Crombie, R. Lenoir, N. McKenzie, and A. Barker, "math2braille: Opening Access to Mathematics," *International Conference on Computers Helping People (ICCHP)*, Springer Verlag, pp. 670-677, 2004.
- [6] A. Bier, and A. Sroczyński, "Adaptive Math-To-Speech Interface," in *June 2015 MIDI '15: Proceedings of the Multimedia, Interaction, Design and Innovation*, 2015

- [7] S. Dooley, S. Osterhaus., D. Brown, E. Lozano, and S. Park, "Online nemeth braille input/output using content MathML. Proceedings of the 13th Web for All Conference, 2016.
- [8] A. Edwards, and H. McCartney, F. Fogarolo, "Lambda: a multimodal approach to making mathematics accessible to blind students," Assets '06: Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, 2006.
- [9] D. Marquès, R. Eixarch, G. Casanellas, and B. Martínez, "WIRIS OM Tools: a Semantic Formula Editor," in Proceedings of the 2006 Mathematical User-Interfaces Workshop, St Anne's Manor, Wokingham, Reino Unido, 2006.
- [10] A. Karshmer, G. Gupta, E. Pontelli, K. Miesenberger, N. Ammalai, D. Gopal, M. Batusic, B. Stöger, B. Palmer, and H. Guo, "UMA: a system for universal mathematics accessibility," in Assets '04: Proceedings of the 6th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, 2004.
- [11] L. Ferres, and J. Fuentes, "Improving accessibility to mathematical formulas: the Wikipedia math accessor," in March 2011 W4A '11: Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility, 2011.
- [12] M. Schubotz, and G. Wicke, "Mathoid: Robust, Scalable, Fast and Accessible Math Rendering for Wikipedia," in Conferences on Intelligent Computer Mathematics CICM2014, 2014.
- [13] N. Soiffer, "MathPlayer v2.1: web-based math accessibility," in October 2007 Assets '07: Proceedings of the 9th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, 2007.
- [14] A. Wigmore, E. Pflugel, G. Hunter, J. Denholm-Price, M. Colbert, "TalkMaths Better! Evaluating and Improving an Intelligent Interface for Creating and Editing Mathematical Text," in Sixth International Conference on Intelligent Environments, 2010.
- [15] J. Gardner, "The LEAN Math Accessible MathML Editor," in Computers helping people with special needs: 14th International Conference, ICCHP 2014, Paris, France, July 9-11, 2014, proceedings. Cham: Springer, 2014.

Evolución del diagrama de inter-acción para el diseño de sistemas interactivos

María L. Villegas, William J. Giraldo⁵¹,
César A. Collazos⁵²

Abstract

En este trabajo se presenta un análisis del diagrama de inter-acción y de cómo ha sido su evolución desde que surgió la primera propuesta para su representación. En el contexto del diseño de sistemas interactivos, el diagrama de inter-acción se ubica en el nivel de abstracción de negocio.

Keywords: diseño de sistemas interactivos, diagrama de inter-acción, HCI, CIAN, TD-MBUID.

Introducción

Un diagrama de casos de uso de negocio representa el conjunto de servicios que provee el negocio a sus clientes, pero no provee una vista de cómo es la secuenciación u orquestación de estos procesos. Es bastante complicado en UML [1] entender los ciclos de los procesos del sistema, ya que no expresan cuál es la relación de los principales eventos que suceden y su relación con los procesos del negocio. El diagrama de inter-acción surge como una propuesta

51. Grupo SINFOCI, Universidad del Quindío. Armenia, Quindío. Correos electrónicos: mlvillegas@uniquindio.edu.co; wjgiraldo@uniquindio.edu.co.

52. Grupo IDIS, Universidad del Cauca. Popayán, Cauca. Correo electrónico: ccollazo@unicauca.edu.co

desde la metodología CIAM [2] para proveer un modelo de alto nivel, que puede ser subdividido y, que representa la evolución, en función del tiempo, de los procesos del sistema. Dicha representación permite además entender el ciclo de vida de los productos asociados a dichos procesos.

Las actividades en el diagrama de inter-acción resultan más expresivas que los casos de uso, debido a que integran y muestran visualmente y de manera compacta la relación entre rol, actividad y dato. El diagrama de inter-acción se puede utilizar como un diagrama global del funcionamiento del sistema. Por medio de sus relaciones temporales proporciona un mecanismo para establecer la sincronización entre los procesos, aportando información útil para el diseño de los diagramas de actividad de negocio. La información que se muestra en un diagrama de inter-acción es un complemento de la que se muestra en un diagrama de casos de uso. Por ejemplo, mientras que un caso de uso de negocio expresa el servicio que se ofrece a un actor determinado, en un diagrama de inter-acción se expresa la secuencia en la que se ofrece [3].

En este trabajo se presenta un análisis de la evolución del diagrama de inter-acción, iniciando con la propuesta de notación de CIAN [4], siguiendo con la propuesta de notación de TD-MBUID [3] y finalmente con la propuesta de notación derivada de la definición de marcos de desarrollos a partir de la infraestructura de CIAF [5].

CIAN es una de las pocas propuestas que se centra en especificar modelos que se enfocan en el nivel de abstracción de negocio. En un trabajo previo [6] se realizó un análisis de propuestas que modelan la actividad en el diseño de sistemas interactivos. El análisis permitió concluir que la mayoría de propuestas analizadas brindaban pocos elementos de modelado de la actividad en el nivel de abstracción de negocio, tanto en el nivel alto como bajo de granularidad, enfocándose en mayor medida en modelar el nivel del sistema interactivo. Para este trabajo se toma la notación propuesta por CIAN como punto de partida por ser una de las pocas propuestas pioneras en el modelado de la interacción a nivel de negocio.

La estructura del documento inicia con la descripción de las propuestas analizadas, continuando con el análisis detallado de la evolución del diagrama de inter-acción y finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

Análisis de las propuestas

Las propuestas analizadas en este trabajo y que están enfocadas en el diseño de la interfaz de usuario para sistemas interactivos, proponen un conjunto de

artefactos que permiten capturar la información a utilizar en la especificación y modelado de la interacción a nivel de negocio.

CIAM

CIAM propone un marco metodológico para el diseño de la interfaz de usuario en aplicaciones colaborativas. Específicamente, en el modelado de la interacción se definen las principales tareas (o procesos orientados a objetivos específicos) que definen el trabajo en grupo que se desarrolla en el seno de la organización. El modelo de interacción es un modelo gráfico que especifica las principales tareas, que definen el trabajo en grupo, que se desarrollan en el seno de la organización. Los artefactos que se generan durante la aplicación de la metodología CIAM se describen mediante la notación CIAN (*Collaborative Interactive Application Notation*).

TD-MBUID

TD-MBUID es una metodología que se centra en combinar el diseño de las interfaces basadas en modelos de datos y de tareas. En el flujo de desarrollo de la interfaz de usuario en TD-MBUID, se analizan inicialmente las tareas de alto nivel del negocio y los objetos del dominio que las soportan. Estas actividades y objetos, aunque son independientes de la tecnología, permiten entender los modelos mentales de los usuarios para desarrollar la interfaz de usuario de negocio a partir de los datos que están siendo utilizados dentro del contexto de cada proceso. El objetivo del modelado de la interfaz de usuario de negocio es identificar los formularios, generalmente en papel, que soportan la entrada de información a los procesos de negocio de una manera realista e independiente de la tecnología; adicionalmente, se identifica la navegación entre dichos formularios. Posteriormente, se analizan las tareas interactivas y los objetos del sistema que las soportan, para identificar el diálogo entre el usuario y el computador. Este diálogo se lleva a cabo mediante un conjunto de interfaces generadas a partir de una especificación abstracta, hasta obtener una especificación final ejecutable.

Definición de marcos de desarrollo a partir de la infraestructura de CIAF

Esta propuesta describe el proceso de adaptación de los componentes de la metodología TD-MBUID tomando la estructura taxonómica de la actividad [5] como base para la definición de un conjunto de elementos de modelado

diferenciadores en la especificación de sistemas interactivos. Se trabaja el particionamiento en los modelos de tareas y en las interfaces en los niveles de abstracción negocio y sistema.

El modelado de la inter-acción [5] se trabaja en el modelo de diseño de negocio. Se realiza el diseño de las interacciones entre las personas que intervienen en el proceso, cliente y worker. También de las relaciones entre dichas interacciones y entre los datos que son manipulados. Este diseño tiene dos niveles de granularidad, alto y bajo. El nivel bajo de granularidad contiene 3 artefactos de diseño: 1. Plantilla de proceso (*process template*), que a su vez contiene dos diagramas: diagrama de interacción de negocio (*business interaction diagram*) y diagrama de tareas interactivas de negocio (*Business Interactive Task Diagram*), 2. Diagrama de interfaz de usuario de negocio (*Business User Interface Diagram*) y 3. Diagrama de entidades de negocio (*Business Entity Diagram*). El nivel alto de granularidad se encuentra contenido en el diagrama de tareas interactivas de negocio, donde cada tarea se encuentra desglosada de acuerdo a la especificación del proceso. Cada sub-tarea en este nivel tiene un *mapping* a un diagrama de interfaz de usuario de negocio y a un diagrama de entidades de negocio y de esta forma se plasma el particionamiento realizado a la BUI a partir del análisis de las tareas.

Evolución del diagrama de inter-acción

La propuesta de notación CIAN [6] es la base para iniciar el análisis del diagrama de inter-acción. El modelo de inter-acción permite especificar el funcionamiento completo del proceso de grupo, que puede ser cooperativo, colaborativo o mixto. Este modelo es representado mediante un diagrama de estados que permitirá relacionar toda la información definida mediante la tabla de participación y el modelo de responsabilidades. Cada *estado* del diagrama (Fig. 1) se representa mediante un nodo en forma de rectángulo redondeado que contiene tres partes con la siguiente información:

- La cabecera del estado que incluye el nombre de la tarea (derecha) y su tipo (izquierda). El tipo de tarea puede ser Individual, Cooperativa y Colaborativa.
- En la cabecera de cada tarea también se incluye una numeración que indica tanto el número de orden de la tarea dentro del proceso modelado como el nivel de detalle en el que se está especificando actualmente.
- En la parte inferior derecha se enumeran los roles involucrados en la ejecución de dicha tarea.

Figura 1.
Notación para el modelado de tareas en el Diagrama de Inter-Acción



En la parte inferior izquierda se muestran los *objetos* manejados por la tarea, precedidos de sus *modificadores de acceso*. Se pueden especificar tres tipos de modificadores de acceso a los objetos: *C* (*crear*), *E* (*escribir*), *L* (*leer*).

Las transiciones del grafo permiten indicar las dependencias que pueden darse entre las tareas. Estas pueden ser de distinto tipo, indicándose gráficamente de forma diferente [6]: *Dependencias temporales*, *Dependencias de datos* y *Dependencias de notificación*.

El modelado de las tareas multiusuario de naturaleza cooperativa se hace mediante el llamado *grafo de descomposición de responsabilidades*. En la Fig. 2 se muestra el aspecto de la especificación de este tipo de tareas. En la zona izquierda se indican los roles que participan en la tarea y los objetos que son manipulados en la misma. En la zona derecha aparece el *grafo de descomposición de responsabilidades*.

Evolución del diagrama de inter-acción desde CIAN

Las actualizaciones que se llevan a cabo en la notación CIAN están orientadas a mejorar la expresividad y la estructuración de los modelos, de cara a facilitar la integración de diagramas [7].

Es importante resaltar que se realiza una adaptación del metamodelo inicial de CIAN de tal forma que pueda implementarse una herramienta de modelado que permita elaborar distintas representaciones gráficas para el mismo concepto de modelado y que facilite el procesamiento de los modelos y las transformaciones necesarias en la integración.

En la Fig. 2 se muestra el aspecto de las tareas de inter-acción de CIAN, y en la Fig. 3 se presenta una ligera modificación realizada en dichas tareas, mediante la cual se ha logrado enriquecer la especificación de la inter-acción entre los roles y los objetos de datos. El modelado de esta interacción provee la siguiente información:

Figura 2.

Ejemplo de modelado de una tarea cooperativa en notación CIAN

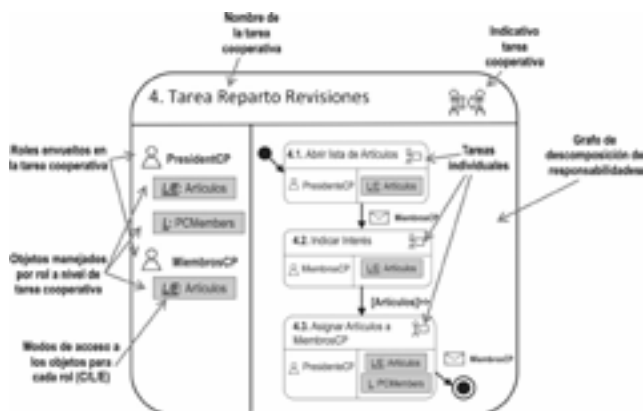
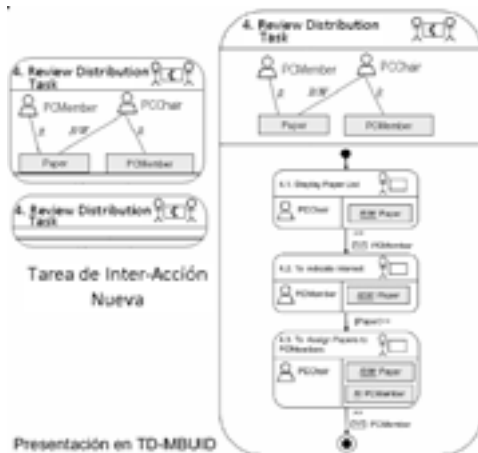


Figura 3.

Propuesta de modificación en la representación gráfica de CIAN para la representación de las tareas de inter-acción



1. Se especifica claramente el modificador de acceso entre cada rol y cada entidad. Esto es útil en el diseño de la interfaz para configurar los accesos

que se pueden llevar a cabo mediante los componentes de la misma. De este modo se elimina la ambigüedad presente en CIAN que no definía con claridad los modificadores de acceso con relación a los roles y a los objetos de datos.

2. Se describe de forma visual con qué entidades interactúa cada rol mediante relaciones. Se puede documentar cada relación (mediante un campo de descripción) para especificar información relativa a las necesidades del usuario en la interacción con ese objeto de datos. Dicha información puede hacer referencia al contexto específico de uso del sistema.
3. Se muestra gráficamente cuál es la relación entre los objetos de datos. Entender la estructura de la información relacionada con una tarea de alto nivel de granularidad como las de Inter-acción facilita la especificación de la estructura de la interfaz de usuario.

Este nuevo aspecto gráfico de las tareas permite, mediante dos compartimientos, por un lado, mostrar la participación de los roles en relación con los datos que manipulan y, por otro lado, las subtareas de las que se compone la tarea actual. A partir de estas subtareas se puede avanzar en el diseño a otro nivel de granularidad hasta llegar, en última instancia, a las tareas de interacción (nivel del sistema interactivo).

La nueva tarea de inter-acción permite un *mapping* directo y completo con el análisis y diseño del negocio en UML [7]. En una sola tarea se puede compactar la representación de un caso de uso de negocio y su respectiva realización: diagrama de diseño de negocio y su diagrama de actividad. Esta presentación de tareas se puede realizar tanto para las tareas individuales, como las colaborativas y cooperativas.

En principio, las tareas de inter-acción deben ser las de menor granularidad para representar el grueso del modelado de las tareas, que es el fin de los diagramas de inter-acción. CIAN cuenta con un diagrama denominado “grafo de descomposición de responsabilidades” que tiene como finalidad describir el detalle fino de las tareas de Inter-acción. Para esto, se utilizan las tareas compuestas y ahora también puede ser llevado a cabo mediante la nueva representación de las tareas de inter-acción.

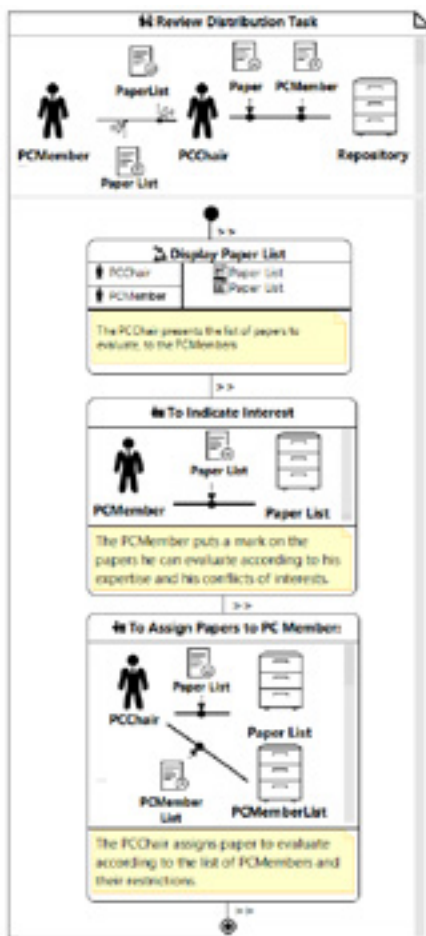
Evolución del diagrama de inter-acción desde TD-MBUID

Las actualizaciones que se llevan a cabo en la notación del diagrama de inter-acción usada en TD-MBUID, están orientadas a enriquecer la información

que se captura en los elementos de modelado para complementar los modelos adaptados desde TD-MBUID [8]. Todo esto de cara a facilitar el modelado de la actividad en sistemas interactivos para el desarrollo de la interfaz de usuario.

Figura 4.

Propuesta de modificación, tarea interactiva de negocio



En la Fig. 4 es posible apreciar que se ha logrado enriquecer la especificación de la interacción, entre los roles y también entre los roles y las entidades de negocio. El modelado de esta interacción provee la siguiente información:

1. Se especifica claramente cuál es el medio a través del cual se establece la comunicación entre los roles. Esto es útil en el diseño de las interfaces de usuario de negocio (*Business User Interfaces*).

2. Se especifica claramente cuál es el modificador de acceso entre cada rol y cada entidad. Esto es útil en el diseño de la interfaz para configurar los accesos que se pueden llevar a cabo mediante los componentes de la misma.
3. Al igual que en TD-MBUID, se describe de forma visual con qué entidades interactúa cada rol mediante las relaciones y modificadores de acceso. Se puede documentar cada relación (mediante un campo de descripción) para especificar información relativa a las necesidades del usuario en la interacción con ese objeto de datos. Dicha información puede hacer referencia al contexto específico de uso del sistema.
4. Se muestra gráficamente cuál es la relación entre los objetos de datos, mediante los diagramas de entidades de negocio. Entender la estructura de la información relacionada con una tarea de alto nivel de granularidad como las de inter-acción facilita la especificación de la estructura de la interfaz de usuario.

Se puede observar que el nuevo aspecto gráfico de las tareas de inter-acción, permite compactar en una sola tarea la representación de un caso de uso de negocio y su respectiva realización. Las tareas interactivas de negocio son las tareas de menor granularidad para representar el grueso del modelado de las tareas, que es el fin de los diagramas de inter-acción en TD-MBUID. El detalle de estas tareas se muestra a través de las tareas compuestas (cooperativas e individuales), que se descomponen en tareas individuales y tareas de comunicación.

El aspecto gráfico de las tareas de comunicación (Fig. 4: *mostrar lista de artículos*), permite por un lado mostrar la participación de los roles y por otro, los *mappings* directos a los datos y a las interfaces relacionadas con cada tarea. La tarea de comunicación surge a partir del análisis de la comunicación; método propuesto por España [9], para el desarrollo y computarización de los sistemas de información empresariales. Se enfoca en las interacciones comunicativas que ocurren entre el sistema de información y su ambiente, a partir de la especificación de los requisitos del sistema. En el análisis de la comunicación, las especificaciones de requisitos están organizadas principalmente alrededor del conjunto de interacciones comunicativas que los actores de la empresa necesitan realizar para llevar a cabo sus tareas [10].

A partir de las tareas individuales y de comunicación se lleva a cabo un proceso de *mapping* hacia un patrón de interacción a nivel de sistema. Este patrón contiene un conjunto de diagramas, entre otros, el de las tareas interactivas de sistema. El detalle de la descripción del patrón de interacción está fuera del alcance de este documento.

Es importante resaltar que el modelo de inter-acción propuesto está soportado por una herramienta software que permite editar estos diagramas y generar código ejecutable de las aplicaciones modeladas. Adicionalmente, esta propuesta hace parte de un *roadmap* que soporta el desarrollo de la interfaz de usuario de sistemas interactivos [11] y actualmente está siendo trabajado en los cursos de ingeniería de software y de diseño de interfaces de usuario, a nivel de pregrado y maestría, respectivamente, en la Universidad del Quindío.

Conclusiones

Este trabajo se ha enfocado en realizar una descripción de la evolución del diagrama de inter-acción, iniciando con la propuesta de notación de CIAN. Los tipos de tareas de inter-acción de CIAN son: tareas individuales, tareas colaborativas y tareas cooperativas. Siguiendo en la línea de evolución, se continúa con la metodología TD-MBUID, la cual propone unas mejoras a los diagramas de inter-acción de CIAN, enfocándose en las relaciones entre actores de negocio y las entidades de negocio. Por último, se describe la propuesta de modificación al diagrama de inter-acción de TD-MBUID, que se enfoca en describir cuál es el medio a través del cual se establece la comunicación entre los roles, además de tener en cuenta los modificadores de acceso y agregar un campo de descripción en cada tipo de tarea de inter-acción. Adicionalmente, se cambia la iconografía de los elementos de modelado.

Un aspecto que destaca de esta última propuesta de modificación al diagrama de inter-acción, es el hecho de que se introduce el concepto de “tarea de comunicación”, que permite la especificación detallada de una tarea interactiva a nivel de la organización, es decir la comunicación entre personas.

Se introduce también el concepto de particionamiento de la interfaz de usuario a partir de la descomposición de las tareas de interacción a nivel de negocio. Este particionamiento simplifica el diseño de los diagramas de tareas interactivas, de los diagramas de navegación y de diálogo de las interfaces de usuario. Se ha diseñado la tarea de comunicación de tal forma que se represente una trazabilidad desde las tareas de negocio, con los diagramas de interfaces de usuario de negocio y con los diagramas de entidades de negocio.

Referencias

- [1] OMG. Unified Modeling Language (UML) Version 2.0. <http://www.uml.org/>, accessed 11-2008

- [2] Molina, A.I., Redondo, M.A., and Ortega, M.: 'CIAM: Una Aproximación Metodológica para el desarrollo de Interfaces de Usuario en aplicaciones groupware', Paper presented at the VII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (INTERACCION 2006), Puertollano (Spain).
- [3] Giraldo, W.J.: 'Marco de Desarrollo de Sistemas Software Interactivos Basado en la Integración de Procesos y Notaciones'. Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, 2010
- [4] Molina, A.I., Redondo, M.A., Ortega, M., and Hope, U.: 'CIAM: A methodology for the development of groupware user interfaces', *Journal of Universal Computer Science(JUCS)*, 2008, 14, (9)
- [5] Villegas, M.L.: 'Marco Conceptual, Metodológico y Tecnológico para el Modelado y Ejecución de la Actividad que soporta el Diseño de la Interfaz de Usuario de Sistemas Interactivos, dentro del Contexto de TD-MBUID y a partir de la Infraestructura de CIAF'. Doctorado, Universidad del Cauca, 2017
- [6] Villegas, M.L., Collázos, C.A., and William, J.G.: 'Activity Taxonomy: Analysis of Proposals for Development of Interactive Systems', (ACM, 2014).
- [7] Molina, A.I.: 'Una Propuesta Metodológica Para El Desarrollo De La Interfaz De Usuario En Sistemas Groupware (CIAM).', Castilla-La Mancha, 2006
- [8] Villegas, M.L., Collazos, C.A., Giraldo, W.J., and Gonzalez, J.M.: 'Activity Theory as a Framework for Activity Taxonomy in HCI', *IEEE Latin America Transactions*, 2016, 14, (2), pp. 844 - 857
- [9] España, S., González, A., and Pastor, Ó.: 'Communication Analysis: A Requirements Engineering Method for Information Systems', in van Eck, P., Gordijn, J., and Wieringa, R. (Eds.): 'Advanced Information Systems Engineering: 21st International Conference, CAiSE 2009, Amsterdam, The Netherlands, June 8-12, 2009. Proceedings' (Springer Berlin Heidelberg, 2009), pp. 530-545
- [10] Villegas, M.L., Giraldo, W.J., and Collazos, C.A.: 'Roadmap for the Development of the User Interface in Interactive Systems', in Editor (Springer International Publishing, 2017), pp. 557-571
- [11] González, A., Ruiz, M., España, S., and Oscar Pastor: 'Message Structures: a modelling technique for information systems analysis and design', (2011).

Las emociones académicas de los estudiantes que aprenden a programar: un factor de alta relevancia para las mujeres en el sector software

Beatriz Eugenia Grass, José Luis Jurado⁵³,
César Alberto Collazos⁵⁴, Mayela Coto Chotto⁵⁵

Abstract

Este documento propone una reflexión, posterior a una revisión sistemática llevada a cabo en los temas relacionados con las emociones académicas que más se reconocen en diferentes investigaciones, en el momento en que los estudiantes toman cursos en los que aprenden a programar, a fundamentarse en los conceptos básicos de la programación, independientemente de la herramienta en que apliquen estos conceptos.

Palabras clave: emociones, estados afectivos, aprendizaje de la programación, proceso de enseñanza de la programación, emociones académicas, género.

53. Grupo LIDIS, Universidad de San Buenaventura Cali. Correos electrónicos: beagrass@gmail.com; jljurado@usbcali.edu.co.

54. Grupo IDIS, Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. Correo electrónico: cacollazo@unicauca.edu.co.

55. Escuela de Informática, Universidad Nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica. Correo electrónico: mcoto@una.cr

Introducción

El impacto de las emociones en los procesos académicos trasciende hasta el punto de afirmarse que las emociones desencadenan la motivación necesaria para que se lleve a cabo el proceso de aprendizaje, cualquiera que sea el tema que se pretende aprender [1]. Las emociones son entonces, un factor que propicia la motivación para el aprendizaje [2].

Desde hace unos años, el gobierno colombiano se preocupa por los índices de deserción académica, volviéndose crítico en profesiones del área de conocimiento de las ingenierías, sin que la computación y carreras afines con el desarrollo de software se comporten de manera diferente [3]. Esto impacta directamente en la industria de software, afirmándose que la brecha entre la oferta y la demanda, cada día se hace más grande, porque no le brindamos al mercado la cantidad suficiente de ingenieros que puedan desarrollar software en el mundo [4].

La deserción académica tiene una relación directa con la falta de motivación y los procesos frustrados de aprendizaje, en el proceso de formación de los estudiantes que buscan convertirse en profesionales [5]. La falta de motivación, genera en los estudiantes, que se contemple la posibilidad de abandonar su carrera [6].

La baja participación de las mujeres en profesiones relacionadas con el sector software, tiene como causas la alta deserción de las mismas, esto ocurre por falta de motivación en el aprendizaje de sus cursos y en la apropiación de conceptos vitales, como los de la programación.

El presente artículo se ha organizado de la siguiente manera: En la sección II, se presenta de manera detallada la importancia de la programación en la formación como ingenieros. En la sección III, se detalla la literatura relacionada con las emociones académicas. En la sección IV se presentan las investigaciones encontradas en la evaluación de emociones académicas en los cursos de programación en diferentes universidades del mundo. En la sección V, se proponen algunas conclusiones en relación a la medición de emociones académicas en cursos de programación de algunas universidades, para finalmente en la sección VI, presentar una relación de la bibliografía consultada.

Contexto de la importancia de la programación en el sector de software

El desarrollo de software, se constituye a nivel mundial, en un renglón importante en las economías de los países. Colombia no es la excepción, los ingresos captados superaron los 9,6 billones de pesos en el 2015. Además, las ventas

han aumentado 3,69 veces entre el 2010 y el 2015. Las cifras demuestran que la industria de software en Colombia está creciendo a pasos acelerados [7].

Por otro lado, pero con un comportamiento similar, “los países en los que el sector concentró sus exportaciones en 2016 fueron: Estados Unidos (26 por ciento), Ecuador (12 por ciento), España (12 por ciento), México (9 por ciento), Chile (4 por ciento), Perú (4 por ciento) y demás países (20 por ciento)” [8].

A pesar de estas cifras tan optimistas, los jóvenes no se deciden por formarse como ingenieros, en las áreas de desarrollo de software. Esta cifra es aún más penosa, cuando se evalúa la participación de las mujeres en la industria de software, considerando que las mujeres tienen un papel primordial en el sector en áreas como calidad de software, pruebas, gestión, gerencia de proyectos de TI, analistas, ingenieras de requisitos, entre otros. Cuando se identifican las razones de no estudiar estas profesiones, los estudiantes argumentan las dificultades de los cursos de matemáticas y de programación [8]. De la misma manera, indagadas a partir de grupos focales [9], exponen sus dificultades principalmente en los cursos de programación iniciales.

Los cursos de programación generan un abanico de emociones académicas en todos los niveles. Históricamente son cursos que generan altos niveles de deserción y de pérdida. Al revisar la literatura existente relacionada con las emociones académicas, las cuales han sido el centro de numerosas investigaciones, se ha indagado en aspectos tales como: en qué temas se determinan las mayores dificultades, los lenguajes de programación que causan mayores preocupaciones, las estrategias para enseñar a programar y los mecanismos para aprender sobre programación [10]. Adicionalmente, se ha identificado la motivación, como el factor decisorio para que un estudiante aprenda. Si un estudiante está motivado, aprenderá [11].

La colaboración se constituye una alternativa como estrategia de la enseñanza de la programación. El aprendizaje colaborativo es una teoría educativa que involucra a dos o más personas que trabajan juntas para aprender algo, es una teoría que data de años atrás y que vuelve a cobrar vigencia desde la aparición de los modelos educativos en línea y con los estudiantes actuales que son nativos digitales. Se basa en la idea general de que las personas pueden aprender más unos de otros mediante el intercambio de experiencias y de conocimientos y la interacción social. Muchos autores que defienden esta teoría, argumentan que el intercambio de forma activa, el debate y la negociación de ideas entre pares, aumenta el interés en el aprendizaje [12].

Elementos de colaboración han sido evaluados como positivos para ser incorporados en estrategias de enseñanza, teniendo en cuenta qué prácticas y actividades colaborativas generan confianza en los miembros de los grupos y propenden por la motivación. Situación similar que causa la incorporación de elementos de juego y/o gamificación, qué se ha probado, en qué contribuye a la motivación, cuando se usan y aplican en ambientes de educación [13]

De manera global, se identifica una problemática relacionada con la participación de las mujeres en la industria de software, lo cual se constituye como una preocupación de orden mundial. Algunos países con cifras más bajas que otros, pero en general las cifras de participación de mujeres ingenieras en la industria de software es alarmante, de tal forma que se hace evidente en múltiples esfuerzos gubernamentales y de las grandes empresas de software en el mundo para propiciar la participación de mujeres en estas organizaciones.

En estudios llevados a cabo por organizaciones tales como Naciones Unidas (2015), denominado “La industria de Software y los servicios informáticos: un sector de oportunidad para la autonomía económica de las mujeres latinoamericanas [8]”, y McKinsey Global Institute (2015), denominado “The power of parity: How advancing women’s equality can add \$12 trillion to global growth [13]”, se hace evidente la necesidad de una participación más igualitaria de ambos géneros, para garantizar el crecimiento económico de los países, haciendo énfasis en las habilidades propias de las mujeres que son requeridas para mejorar las economías de los países.

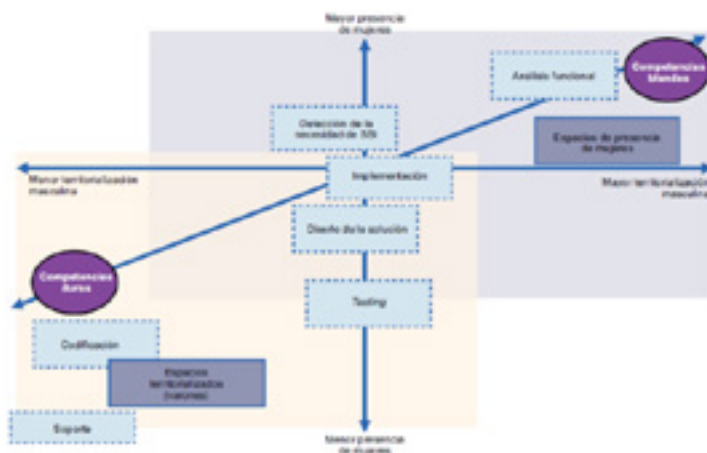
En el primer estudio, además, se identifican los roles de mayor y mejor desempeño de las mujeres, que por su baja participación en la industria de software, son asumidos con menor eficiencia, generando re-procesos que incrementan los costos en el desarrollo de software. En la *Figura 1* se puede evidenciar que la mayor presencia de las mujeres se hace en roles tales como análisis funcional, detección de necesidades del sector software, implementación y diseños de soluciones (competencias blandas); mientras que los hombres se concentran en mayor cantidad en los roles de codificación y, soporte, entre otras (competencias duras).

Como parte del análisis de la problemática detectada relacionada con la baja participación de las mujeres en la industria de software, se identifica que cuando los estudiantes se están formando como ingenieros, los cursos que mayor deserción causan, son los cursos de programación [14]. Se identifica que la mayor de las causas de la deserción de las mujeres, se da en los cursos de programación, por encima incluso de los cursos de matemáticas, enfocándose en el aprendizaje

de los primeros cursos de la programación [15]. En los grupos focales realizados con las mujeres de cinco universidades de Cali, ellas manifiestan que al lograr superar los primeros niveles de programación, es más probable que culminen su proceso de formación [16].

Figura 1.

Territorialización de género en la industria de software en Latinoamérica



Fuente: La industria de software y los servicios informáticos: Un sector de oportunidad para la autonomía económica de las mujeres latinoamericanas (2013) [8].

Emociones académicas y su relación con el género

Teóricamente, se puede asumir que los estudiantes experimentan una rica diversidad de emociones en entornos académicos. El aprendizaje y los logros académicos se encuentran entre los temas más importantes en la vida actual de nuestra sociedad, especialmente en lo que se refiere a las profesiones, las relaciones sociales y la asignación de muchos tipos de recursos, que en gran medida no dependen de los logros individuales [6]. Esto implica que el aprendizaje y el logro son fuentes singulares e importantes de emociones humanas hoy en día, instigando una variedad de emociones auto-referenciadas, relacionadas con las tareas y sociales (cf. también Scherer, Wallbott & Summerfield, 1986).

Además, a juzgar por las funciones generales de las emociones para las personas, puede asumirse que las emociones influyen en los procesos cognitivos [16] y el rendimiento de los estudiantes, así como en su psico-lógica, incluso las investigaciones sustentan que las emociones académicas se relacionan de manera significativa con las variables de aprendizaje y rendimiento de los estudiantes [17].

Para mantener un estudiante motivado, se debe hacer alusión a las emociones, centrándose en las investigaciones que estudian las emociones académicas. Una emoción académica es aquella relacionada directamente con las actividades de logro o los resultados del logro [17].

En el siglo XXI, las emociones se convierten nuevamente en un tema de interés, que es abordado desde diferentes disciplinas [18]. El área de conocimiento de la computación también reconoce las emociones como un tema de interés para contribuir desde esta disciplina a la evaluación de las emociones, a medirlas en tiempo real, a construir software que permita la toma de decisiones en relación a las emociones que se identifican en circunstancias puntuales. Al aplicar prácticas académicas con elementos de colaboración, se evalúa el compromiso de las estudiantes, para alcanzar su aprendizaje.

Las emociones académicas que se identifican en una cantidad significativa (14) de papers relacionados con las emociones en ámbitos de educación se proponen en la siguiente tabla (tabla 1), esta clasificación se hace sin distinción de género, es decir, cualquier estudiante, hombre o mujer, experimenta las mismas emociones académicas [18].

Tabla 1.
El dominio de las emociones académicas

	Positivas	Negativas
Procesos relacionados con tareas Social	Disfrute Alegría anticipada Esperanza Alegría por el éxito Satisfacción Alivio Flow Gratitud Empatía Admiración Simpatía y amor	Aburrimiento Desesperanza Ansiedad Tristeza Decepción Vergüenza y culpa Ira Celos y envidia Desprecio Antipatía y odio

Fuente de clasificación: [6]

Las estudiantes de género femenino experimentan las mismas emociones académicas; resulta un experimento de gran interés, identificar cuáles de ellas con mayor frecuencia, y si hay algunas combinaciones de emociones que experimenten más que otras. Lo importante es identificar qué hacer con las emociones negativas, de tal manera que puedan minimizarse para procurar la motivación, y posteriormente el aprendizaje de las estudiantes, específicamente en los cursos de programación.

Hallazgos de las emociones académicas en la enseñanza de la programación

De acuerdo a los textos analizados, se identifican emociones positivas y negativas en el ámbito educativo, que para efectos de la investigación, se adoptarán como en muchos artículos científicos, con el nombre de emociones académicas.

La ansiedad es una de las emociones académicas que de manera reiterada aparece en los momentos del aprendizaje de la programación, con intervalos de representación entre el 15 % y el 25 % de los análisis realizados [19]. Esta emoción, se clasifica como negativa, teniendo en cuenta que puede propiciar emociones que afectan de manera negativa el aprendizaje, tales como la frustración o el aburrimiento. Las emociones académicas son estudiadas en momentos posteriores a la instrucción del profesor, además del comportamiento ante pruebas académicas, que implican una calificación.

Las emociones que aparecen de manera repetitiva en todos los artículos evaluados son con mayor frecuencia: el disfrute del aprendizaje, la esperanza, el orgullo y el alivio, así como la ira, el aburrimiento y la vergüenza [19].

Se retoma el concepto de emoción, el propuesto por Scherer, (1984), donde se ven las emociones como conjuntos de procesos psicológicos interrelacionados [6]. Se identifican también, además de las categorías de las emociones positivas o negativas un adjetivo que abre la clasificación en cuatro grupos así: emociones positivas activadoras (disfrute del aprendizaje, la esperanza de éxito o el orgullo); emociones positivas que desactivan (alivio, relajación después del éxito, satisfacción); emociones activadoras negativas (tales como ira, ansiedad y vergüenza); y emociones desactivadoras negativas (aburrimiento, desesperanza) [20].

Al indagar en las mujeres la presencia de estas emociones, se identifican las mismas emociones nombradas, apareciendo en momentos diferentes de su proceso de aprendizaje.

Conclusiones preliminares

- Se han identificado un número importante de publicaciones relacionadas con las emociones académicas, pudiendo definirse inicialmente cinco emociones académicas que pueden ser tenidas en cuenta: flow, compromiso, ansiedad, aburrimiento, frustración. (las dos primeras identificadas como positivas en el proceso de aprendizaje y las últimas tres, identificadas como emociones negativas). Estas emociones tienen un relacionamiento entre

unas y otras, dependiendo del contexto, directamente evaluado en los cursos de programación.

- En la literatura analizada, se identifican elementos y mecanismos que permiten la medición de las emociones, que pueden ser tenidos en cuenta para la presente investigación, tales como herramientas tecnológicas o tests de percepción de estas emociones. Estos pueden proporcionar información en tiempo real a los profesores, con el fin de permitir la toma de decisiones, orientadas a promover la motivación en el aprendizaje de la programación. Pero existe otro grupo de herramientas para medición de las emociones, que se basa en la aplicación de instrumentos para identificar las emociones que surgen en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.
- No se encontraron artículos relacionados con las emociones particulares de las estudiantes, todos se refieren en términos generales, sin distinción de género. Se han identificado estudios de emociones identificadas en el momento de los ejercicios de programación, pero NO con distinción de género que permitan concluir respecto a las diferencias o semejanzas al respecto.

Referencias

- [1] E. Astrolabio, “EMOCIONES ACADÉMICAS : ¿ EL ESLABÓN PERDIDO DEL PLAN DE ESTUDIOS ?,” pp. 94–107.
- [2] A. Fisher, J. Margolis, and F. Miller, “Undergraduate Women in Computer Science : Experience , Motivation and Culture.”
- [3] L. J. Burton, “Higher education in a changing world,” 2005.
- [4] J. Won and M. Kang, “Computers & Education The role of academic emotions in the relationship between perceived academic control and self-regulated learning in online learning,” *Comput. Educ.*, vol. 77, pp. 125–133, 2014.
- [5] N. Bosch, S. D. Mello, and C. Mills, “What Emotions Do Novices Experience during Their First Computer Programming Learning Session ?,” *Proc. AIED 2013 Artif. Intell. Educ.*, vol. 7926, pp. 11–20, 2013.
- [6] R. Pekrun, T. Goetz, W. Titz, and R. P. Perry, “Academic Emotions in Students’ Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research,” *Educ. Psychol.*, vol. 37, no. 2, pp. 91–105, 2002.
- [7] P. El Tiempo, “Preocupante déficit de ingenieros en Colombia,” 2015. .
- [8] T. Pérez-Bustos and S. Marquez Gutiérrez, “La industria del software y los servicios informáticos (SSI): un sector de oportunidad para el empoderamiento económico

- de las mujeres latinoamericanas. Capítulo Colombia – Informe de sistematización,” p. 42, 2013.
- [9] B. E. G. Ramírez, C. A. Collazos, and C. S. González, “Gender differences in computing programs: Colombian case study,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 4–6, 2016.
- [10] L. Murphy, S. Westbrook, B. Richards, B. B. Morrison, and T. Fossum, “Women Catch Up : Gender Differences in Learning Programming Concepts,” pp. 17–21, 2006.
- [11] J. M. Cohoon, “Recruiting and Retaining Women in Undergraduate Computing Majors,” 2002.
- [12] and R. G. C. S. González, C. A. Collazos, “Desafío en el diseño de MOOCs: incorporación de aspectos para la colaboración y la gamificación,” *RED. Rev. Educ. a Distancia*. 2016.
- [13] J. Woetzel et al., “The Power of Parity: How Advancing Women’s Equality Can Add \$12 Trillion to Global Growth,” *McKinsey Glob. Inst. Insights Publ.*, no. September, 2015.
- [14] J. Chetty and D. Van der Westhuizen, “‘ I hate programming ’ and Other Oscillating Emotions Experienced by Novice Students Learning Computer Programming,” *EdMedia World Conf. Educ. Media Technol.*, no. JUNE, pp. 1889–1894, 2013.
- [15] A. Vitores and A. Gil-Juárez, “The trouble with ‘women in computing’: A critical examination of the deployment of research on the gender gap in computer science,” *J. Gend. Stud.*, pp. 1–15, 2015.
- [16] L. Linnenbrink-Garcia and R. Pekrun, “Students’ emotions and academic engagement: Introduction to the special issue,” *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 36, no. 1, pp. 1–3, 2011.
- [17] R. Pekrun, T. Goetz, A. C. Frenzel, P. Barchfeld, and R. P. Perry, “Measuring emotions in students’ learning and performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ),” *Contemp. Educ. Psychol.*, vol. 36, no. 1, pp. 36–48, 2011.
- [18] N. Robins, A., Rountree, J. and Rountree, “Learning and Teaching Prgramming : A Review and Discussion,” *Comput. Sci. Educ.*, vol. 13, no. 2, pp. 137–172, 2003.
- [19] E. A. Linnenbrink, “Emotion research in education: Theoretical and methodological perspectives on the integration of affect, motivation, and cognition,” *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 18, no. 4, pp. 307–314, 2006.
- [20] J. Good, J. Rimmer, E. Harris, and M. Balaam, “Self-Reporting Emotional Experiences in Computing Lab Sessions: An Emotional Regulation Perspective,” *Proc. 23rd {A}nnual {P}sychology {P}rogramming {I}nterest {G}roup {C}onference*, no. December 2014, 2011.

La estrategia de aprendizaje “trabajo colaborativo”: determinar el grado de apropiación de esta herramienta, una tarea permanente en la educación a distancia mediada por las TIC

Concepción Barreda Ramírez⁵⁶, Gustavo Eduardo Constaín Moreno⁵⁷,
Claudia Elena Gonzáles Cárdenas⁵⁸, Paula Andrea Mora Pedreros⁵⁹

Abstract

This article discusses the determination of the level of ownership (knowledge and application) of the learning strategy collaborative work among students from the National Open and Distance University -UNAD mediated by ICT object of this research, based on the pedagogical-didactic component of the Academic and Pedagogical Solidarity Project, (PAPS) (2011),[4], rector of the same document. This research according Hernandez Fernandez and Batispta (2010),

56. Ciencias Contables, Económicas y de Negocios, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Popayán, Cauca. Correo electrónico: concepcion.barreda@unad.edu.co.

57. Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Económicas y de Negocios, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Popayán, Cauca. Correo electrónico: concepcion.barreda@unad.edu.co.

58. Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Popayán, Cauca. Correo electrónico: concepcion.barreda@unad.edu.co.

59. Escuela de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Popayán, Cauca. Correo electrónico: concepcion.barreda@unad.edu.co.

[5], quantitative in nature, not experimental exploratory transversal conducted to 350 students from the West Zone, was conducted using a questionnaire of 32 questions developed variables: communication, organizing tasks and activities, exchange of ideas and consensus, after a descriptive analysis using statistical techniques, shows how students in general terms and according to their own perception, have a high level of ownership of the components of collaborative work, at the end of the time set for the activity, since they consider that the last three days scheduled on the diary activities are sufficient for them to develop their learning process, giving an application of the components of learning more to fulfill the task of learning, indicating an urgent need to establish mechanisms of control activities or detailed time what has been called micro-diary within the agenda set for collaborative work.

Palabras clave: learning strategy, collaborative work, appropriation

Introducción

Según lo definió [1], la Educación a Distancia es un sistema de comunicación tecnológico en dos vías, en el que se sustituye la interacción presencial del profesor y el alumno en el aula, por la acción sistemática y conjunta de diversos recursos didácticos organizados que favorecen el aprendizaje independiente y flexible de los estudiantes”. La característica más relevante de esta modalidad de aprendizaje es la separación física del estudiante y su profesor. Sin embargo, se puede considerar que esta separación es meramente simbólica, puesto que lo que permite la distancia es separar los espacios y los tiempos de interacción, pero no la interacción como tal, entre los actores.

El modelo académico y pedagógico que la educación a distancia principalmente ha desarrollado dentro de sus estrategias de aprendizaje a lo largo de su historia ha sido el trabajo colaborativo; inicialmente aplicado desde la metodología de educación tradicional a distancia apoyada en guías de trabajo y textos o módulos en los cuales se establecía la ruta a seguir tanto para los docentes como para los estudiantes; sin embargo, con el paso del tiempo a medida que las tecnologías de la información y la comunicación se han incorporado como herramientas de apoyo en el aprendizaje, el desarrollo de esta estrategia también ha tenido que ir modificándose y adaptándose a las nuevas formas de interactuar mediadas por las TIC, pero siempre con un soporte pedagógico y didáctico que permite la apropiación y generación de nuevos conocimientos. Según enuncia Jacobs 1995, citado en [2], trabajar colaborativamente no es fácil, y no es simplemente disponer a un grupo de personas frente a una actividad y esperar que el aprendizaje llegue, sino que es necesario estructurar actividades para alcanzar

ese objetivo; esto se convierte en un desafío permanente para los modelos de educación a distancia apoyados en el e-learning, puesto que como afirma [3], es necesario adaptar la tecnología para mejorar los procesos interactivos en la formación en línea como elemento clave en la calidad del aprendizaje, porque los métodos pedagógicos basados únicamente en la transmisión de la información resultan insuficientes y muy limitados. La utilización de herramientas que faciliten la comunicación, la colaboración y producción de conocimiento son fundamentales para mejorar los procesos formativos.

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD objeto de la investigación que origina este artículo, describe en su Proyecto Académico Pedagógico Solidario (PAPS) [4], el detalle de los componentes del quehacer universitario en los aspectos Organizacional Administrativo; Académico Cultural; Tecnológico contextual; Comunitario Regional; Empresarial productivo y Pedagógico Didáctico; siendo éste último componente en el que se soporta el desarrollo pedagógico y de aprendizaje, constituido por un conjunto de actividades académicas coherentes con los propósitos formativos inherentes a las responsabilidades sustantivas de esta universidad a distancia, "donde el centro del aprendizaje es el estudiante, y es quien debe responder por la gestión de su formación, a partir de la apropiación crítica de la realidad, del desarrollo de su potencial de aprendizaje fundamentado en el aprendizaje autónomo y la autogestión formativa" [4].

Indagar sobre cómo se desarrollan estas dinámicas en los grupos colaborativos y poder sugerir recomendaciones para mejorar el desempeño, fue el propósito de esta investigación, puesto que como expresa Dillenbourg (1996), citado en [2], en el aprendizaje colaborativo los estudiantes trabajan juntos para aprender y son ellos los responsables de su propio aprendizaje; sin embargo, para que este trabajo sea efectivo es necesario que al interior del grupo se desarrollen mecanismos de interacción y comunicación efectiva, que logren el aprendizaje buscado, aunque no hay garantía total de que dichas interacciones se den y se alcancen los objetivos trazados.

La Investigación realizada, según [5], es de naturaleza cuantitativa, no experimental de tipo transversal exploratorio. Las variables a analizar están dadas por el concepto de los pilares del trabajo colaborativo descritos por Puente (2002), citado en [6], como son: la comunicación, organización, intercambio o exposición de ideas y consenso.

Los datos se recolectaron a través de un cuestionario de 32 preguntas distribuidas así: siete (7) preguntas de información general del encuestado; cuatro (4) del componente de comunicación; once (11) del componente de organiza-

ción de actividades y tareas; tres (3) del componente de intercambio de ideas, aportes y respuestas en el trabajo colaborativo; ocho (8) preguntas en cuanto al componente del consenso y consolidación del trabajo colaborativo, todas éstas permitieron determinar la frecuencia con que los estudiantes conocen y aplican los componentes del trabajo colaborativo, cuando realizan una actividad académica. El cuestionario se aplicó a una muestra de 315 estudiantes de la zona Occidente de la Universidad objeto de la investigación. El instrumento fue revisado por expertos investigadores que finalmente avalaron las preguntas y determinaron saber al final de la investigación las recomendaciones necesarias para mejorar el proceso de aprendizaje en la educación virtual de la Universidad a distancia objeto de la investigación.

A continuación, se muestra primero, una descripción del contexto teórico del trabajo colaborativo y sus componentes en la Universidad a Distancia, segundo, se detallan los resultados encontrados y en la tercera parte las respectivas recomendaciones que surgieron a partir de los resultados de la investigación.

A contexto teórico y componentes del trabajo colaborativo en la universidad a distancia

Se revisó evidencia de investigaciones realizadas en los últimos cinco años relacionados con la temática en la Universidad en mención; son trabajos de tipo cualitativo donde se ha indagado sobre varios asuntos relacionados con la utilización de esta estrategia de aprendizaje: En [6], se identifican las causas en la baja participación en los foros de trabajo colaborativo, por parte de los estudiantes, concluyendo que existen falencias tanto de parte de los estudiantes como de los docentes. De los estudiantes en cuanto a que no se han preparado para el manejo de los ambientes virtuales y las herramientas teleinformáticas con que cuentan en el foro de trabajo colaborativo para el desarrollo de las tareas, y en cuanto a los docentes, en su relativo bajo acompañamiento y seguimiento a las actividades colaborativas.

En [6], la investigación hace referencia a las competencias sociales que requieren los estudiantes para desarrollar el trabajo colaborativo, identificando que los estudiantes no han interiorizado lo que es trabajar colaborativamente. Así mismo en [7] en diferentes palabras se llega a los mismos resultados y es que, aunque las tecnologías de las comunicaciones han surgido como recursos importantes para el fortalecimiento de los procesos de aprendizaje y generación de nuevos conocimientos, si ellos no se integran conscientemente en dichos procesos los resultados de aprendizaje no corresponderán a aprendizajes significativos sino

simplemente al manejo de información sin sentido. Igualmente, [10] indagan sobre las potencialidades del trabajo colaborativo y las expectativas de las TIC para mejorar este tipo de aprendizaje, encontrando como respuesta una percepción altamente positiva que deja al trabajo colaborativo bien posicionado entre docentes y estudiantes; también muestra las dificultades presentadas por ambos actores en la apropiación de esta estrategia de aprendizaje mediada por las TIC como: la reticencia de los alumnos a trabajar en grupo, porque la colaboración no es entendida como sinónimo de aunar esfuerzos, sino como la de dividir el trabajo y presentar resultados sin ningún análisis, por lo tanto prefieren trabajar solos, sobre todo los alumnos brillantes; por otro lado, entre los docentes se encontraron puntos en contra como que se requiere mayor tiempo de preparación y seguimiento de actividades por parte del docente y la inseguridad ante la metodología por la dificultad para evaluar.

Así mismo, [7], experimenta cómo desde una visión educativa los Entornos y Redes Personales de Aprendizaje (PLE y PLN), pueden vincularse a los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EAV) institucionales, para promover el trabajo colaborativo en aprendientes autónomos que trabajan para alcanzar metas comunes mediante la ejecución de actividades grupales, obteniendo como resultados la integración de los entornos y Redes Personales de aprendizaje con el desarrollo de un curso en un entorno virtual de aprendizaje potenciando la participación del estudiante a través del trabajo colaborativo, y haciendo que pase de ser un simple receptor de conceptos a construir y diseñar contenidos.

De igual forma, se revisó el trabajo realizado por [8] se encontró que, tenía como objetivo conocer las realidades sobre los procesos de aprendizaje mediados por las TIC en los estudiantes de varias universidades europeas y sus preferencias para trabajar dentro y fuera del aula en grupos colaborativos y saber, cuáles son las herramientas de software social que emplean y si hay diferencias de una universidad a otra, de lo cual se concluyó que los alumnos tenían actitudes positivas hacia el empleo del trabajo colaborativo como metodología de aula, pero a su vez también se evidenció que los estudiantes no eran tan competentes en el manejo de las herramientas tecnológicas de la Web 2.0, lo que lleva a señalar que si el interés del docente es incursionar en la aplicación de este tipo de herramientas como apoyo al aprendizaje debe primero indagar sobre la capacidad de los estudiantes en el manejo de ellas.

En este mismo estudio se encuentra que los estudiantes han ido incorporando al proceso educativo la interacción a través de las redes sociales como Facebook y Twitter, aunque realmente el uso de ellas va más encaminado hacia el manejo de información muy general y no como un trabajo profesional de aprendizaje,

por lo que los docentes deberán realizar un trabajo profundo para aprovechar más efectivamente estas redes en el proceso de aprendizaje. Finalmente se presenta el trabajo de Gros, [8] que incursionó en el tema de las herramientas de las comunicaciones y la información como apoyo al aprendizaje colaborativo, y cuya investigación parte de la hipótesis de la necesidad de crear sistemas que favorezcan el proceso de aprendizaje a través de herramientas de soporte y mejorar los sistemas de evaluación del trabajo de los estudiantes. Es un estudio realizado en la Universidad Oberta de Catalunya.

Cada vez es más preponderante la evolución de los entornos virtuales de aprendizaje, donde las plataformas e-learning facilitan el acceso a la información, la comunicación y el trabajo colaborativo entre los estudiantes y los profesores, pero esta evolución a pesar de ser importante no es suficiente, toda vez que estos entornos virtuales de aprendizaje deben desarrollar sistemas que permitan una mayor gestión de la información, ya que no se trata de seleccionar información, etiquetarla o compilar contenidos, sino mejorar los procesos de gestión del aprendizaje de tal forma que se favorezcan el desarrollo de procesos de construcción colaborativa del conocimiento.

El trabajo colaborativo y las herramientas tecnológicas son un tema de interés de los últimos años, porque como lo afirma, [9] el trabajo en grupo no es una novedad en la educación, pero el uso de las herramientas tecnológicas de la información y la comunicación sí lo son, en la medida en que con ellas se incentiva la colaboración e interacción entre grupos, la conformación de comunidades de aprendizaje formales e informales en estudiantes a distancia.

Componentes del trabajo colaborativo

La Universidad a distancia objeto de esta investigación determina en su documento rector: Proyecto Académico pedagógico Solidario (PAPS) [9], los componentes del trabajo colaborativo ya mencionados. Teniendo en cuenta lo presentado por Puente (2002), citado en [10], en esta investigación los componentes de la estrategia de aprendizaje colaborativo se agrupan en cuatro (4) componentes que se describen a continuación y serán la base para la construcción del instrumento y las conclusiones de este proyecto:

La comunicación. Es el componente que agrupa los diferentes medios y formas de comunicación que establece el grupo o los grupos para el desarrollo de las tareas y que puede realizarse de una manera sincrónica o asincrónica, para lo cual se apoyan en los diferentes medios que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación brinda en el momento como son entre otras

los correos electrónicos, las redes sociales, los mensajes de texto y las mismas formas de comunicación que brinda los ambientes virtuales de la universidad como son los foros y los chats dentro de las aulas virtuales.

La organización de tareas y actividades. Este componente está relacionado con la asignación o distribución de roles dentro del grupo y el desarrollo de las actividades dentro de un cronograma de actividades. Los estudiantes podrán asumir diferentes roles que los llevarán a responsabilizarse de un papel protagónico dentro del trabajo grupal a desarrollar. Así mismo en el trabajo colaborativo, como lo menciona, [11] el docente tiene que asumir un cambio de rol importante, éste pasa de ser un informante principal y centro de conocimiento a un facilitador del aprendizaje, mientras que el estudiante deja su papel pasivo para convertirse el protagonista y constructor de su propio conocimiento en la interacción con los contenidos y con sus pares.

El intercambio de ideas entre los miembros del grupo, en donde se desarrolla la interacción y la negociación. Para que haya interactividad cada integrante deberá realizar su aporte individual a la situación de aprendizaje. El aprendizaje colaborativo es un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado que se va desarrollando gradualmente y en el cual los integrantes son mutuamente responsables del aprendizaje de los demás, [11]; en un aprendizaje colaborativo se espera que ocurran diferentes formas de interacción que lleven en lo posible al logro de un objetivo común de aprendizaje.

El grado de interactividad no necesariamente está definido por la frecuencia de las interacciones entre los pares o integrantes del grupo sino por la forma en que éstas pueden influenciar en el proceso cognitivo. [11]

El consenso de ideas trabajadas por el grupo, después de un proceso de creación, discusión, maduración y concreción y que corresponde al trabajo grupal final que concreta en sí el aprendizaje y construcción social de nuevos conocimientos. La esencia de un grupo colaborativo es mantener la interdependencia positiva entre los integrantes del grupo, la cual se evidencia en que nadie puede lograr el éxito si los demás no lo logran. Cada uno depende de las contribuciones de los otros. Por lo tanto, los objetivos y las tareas deben ser diseñados y comunicados a los integrantes de tal forma que crean que siempre deben trabajar juntos para alcanzar las metas de aprendizaje Jhonson et al 1993, citado en [12].

La investigación realizada abordó la aplicación que de cada uno de estos componentes realizan los estudiantes de la zona Occidente de la Universidad a Distancia objeto de esta investigación y de acuerdo a la forma y la frecuencia con la que desempeñaron sus acciones colaborativas, se registró, consolidó y

analizó la información. Las variables utilizadas son los mismos componentes del trabajo colaborativo ya explicados cuya aplicación de detalló en las preguntas planteadas el cuestionario aplicado.

Metodología

a. Tipo de investigación

La investigación a realizarse según [12], es de naturaleza cuantitativa, pues utiliza la recolección de datos para realizar la investigación, con base en el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento. Es una investigación no experimental de tipo transversal exploratorio. Así mismo tiene un alcance descriptivo, porque, con este tipo de estudios se pretende recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refiere, sin buscar cómo ellas se relacionan. Además, en esto estudios, el investigador debe estar en la capacidad de poder definir lo que se va a medir (conceptos variables, componentes).

b. Variables

Las variables a analizar están dadas por el concepto de los pilares del trabajo colaborativo descritos por Puente (2002), citado en [13], que son: la comunicación que favorece la interacción de los integrantes del grupo colaborativo y que se medirá de acuerdo al nivel de utilización de las herramientas digitales sincrónicas y asincrónicas, redes sociales y correos, todos propios del estudiante o colocados a disposición por parte de la universidad a distancia; la organización, que permite la asignación o distribución de roles dentro del grupo, la cual se medirá en función de la selección y desempeño del rol, el cumplimiento de las tareas y el cumplimiento del cronograma de actividades; el intercambio o exposición de ideas entre los miembros del grupo, el cual se medirá en función de la respuesta del estudiante a las observaciones del tutor y los demás integrantes del grupo, el cual se ve reflejado en el documento final construido, y por último, el consenso de ideas trabajadas por el grupo después de un proceso de creación, discusión, maduración y concreción, medido desde los productos concretos que cada integrante presenta para la construcción final de la tarea.

c. Población y muestra

La población que se estableció para esta investigación, son los estudiantes de la universidad a distancia matriculados en la zona occidente durante el periodo 08-03. La población de esta zona a la fecha es de 1718 estudiantes. La

zona Occidente está compuesta por cinco centros regionales de educación a distancia ubicados en las ciudades de Medellín, Dosquebradas, Quibdó, Turbo y La Dorada.

Tabla 1.
Estructura de las variables para el estudio

Variables	Definición de la Variable	
	Conceptual	Operacional
Comunicación	Relaciones entre computadores Comunicación sincrónica y asincrónica	Preguntas en un cuestionario que determine como es la comunicación sincrónica y asincrónica mediante diferentes medios de telecomunicación: Skype, ~~WhatsApp~~ , redes sociales, foro de trabajo colaborativo
Organización de tareas y actividades	Asignación de roles y Asignación de tareas Cumplimiento del cronograma de actividades	Preguntas que midan la planeación, el cumplimiento del rol y el cumplimiento de las tareas
Intercambio de ideas	Intercambio de ideas Discusión productiva Avance y progreso en las actividades	Preguntar si hay respuesta y discusión del grupo Preguntar si hay avance en las actividades
Consenso	Si se llega a Acuerdos Si se da la Consolidación	Preguntar cómo se llega a los acuerdos y consolidación del trabajo final grupal

Fuente: construcción propia de las investigadoras. (2016)

Como se explica en [13], la muestra se calculó aplicando la fórmula estadística y obteniendo un tamaño muestral de 315, con un error muestral del 5 % y un nivel de confianza del 95 %. Los 315 estudiantes fueron seleccionados aplicando un muestreo estratificado proporcional en donde la fracción de la muestra se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Fracción muestral} = n/N = 315/1718 = 0,1834$$

d. Recolección de información

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue un cuestionario con preguntas cerradas orientadas a indagar sobre las variables determinantes.

Según lo refiere [13], cuando relaciona las etapas de la investigación descriptiva, se realizó la validación del instrumento, colocando a consideración de un grupo de expertos quienes evaluaron el instrumento y después de ajustes emitieron su concepto favorable para aplicarlo.

El cuestionario se aplicó por medio de Google drive, que es una aplicación de Google, que permite crear formularios y encuestas en línea para obtener datos estadísticos basados en la opinión de un grupo específico, como el determinado para este estudio.

El cuestionario consta de 32 preguntas distribuidas así: siete (7) preguntas de información general del encuestado; cuatro (4) del componente de comunicación; once (11) del componente de organización de actividades y tareas; tres (3) del componente de intercambio de ideas, aportes y respuestas en el trabajo colaborativo; ocho (8) preguntas en cuanto al componente del consenso y consolidación del trabajo colaborativo.

e. Procesamiento y análisis de datos

Para la recolección de datos se contó con el apoyo de la administración de la Universidad a Distancia quienes autorizaron la aplicación del instrumento a la muestra seleccionada, aclarando que el manejo de datos se haría a nivel interno y para fines exclusivamente académicos. A continuación, se describen los pasos seguidos para obtener:

Primero, se obtuvo la base de datos y se seleccionó de forma aleatoria los estudiantes a los cuales se les aplicaría el instrumento.

Segundo, se socializó la investigación entre los estudiantes seleccionados enviando correo electrónico solicitando su colaboración.

Tercero, Se les remitió un link para acceder al instrumento y diligenciarlo según las indicaciones dadas en la socialización de la investigación.

Cuarto, la tabulación de los datos se realizó gradualmente en el programa de google drive al igual que la distribución estadística de las variables en una tabla de distribución de frecuencias con el fin de tenerla lista para el análisis de la información.

Quinto, se realizó la tabulación de los datos en google drive y la distribución estadística de variables en una tabla de distribución de frecuencias con el fin de que quede lista para el análisis de la información.

Sexto, Se realizó un análisis descriptivo de datos que permitió mediante técnicas estadísticas identificar la frecuencia de los datos, las tendencias significativas

e identificar las variables de mayor impacto sobre la estrategia de trabajo colaborativo.

Los pasos para el análisis de datos fueron:

- Matriz de datos.
- Tabulación de datos.
- Distribución de frecuencias.
- Gráficas.

La información obtenida a partir del análisis de datos se presentó en gráficos y tablas para la presentación de informes.

Séptimo, se elaboraron las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Resultados y análisis de la investigación

a. Perfil del encuestado

De acuerdo con las respuestas obtenidas en este ítem, se encontró que la mayoría de los encuestados que respondieron pertenecen al género femenino (60 %), con edades entre 26 y 35 años (51 %), de ocupación empleados (67 %) y con estado civil entre solteros (53 %) y casados (34 %) en su mayor parte. Igualmente, los encuestados tienen nivel de formación profesional (72 %); la mayoría estudiantes antiguos (74 %), que están familiarizados con la estrategia de trabajo colaborativo, pertenecientes a las sedes de Medellín (54 %) y Dosquebradas (30 %) de la Universidad a Distancia.

b. Análisis de los componentes de la estrategia de aprendizaje trabajo colaborativo

Componente comunicación. Teniendo en cuenta que el grado de este componente está medido de acuerdo con la frecuencia (cantidad de veces) con la que el estudiante encuestado utiliza los medios y herramientas digitales de comunicación sincrónica como son: Skype, b-learning, cipas, Facebook, twitter, Instagram para interactuar y comunicarse entorno a las actividades colaborativas, se resalta que el 56 % promedio de los encuestados tienen frecuencia nula (cero veces) de utilización y un 30 % promedio de encuestados tiene frecuencia baja (1 a 2 veces) de utilización; así mismo el chat del curso según el 26.5 % de los encuestados, se encuentra en nivel medio (3 a 4 veces) de utilización; sin embargo el WhatsApp según el 61.8 % de los encuestados sobresale por presentar una alta frecuencia

(5 o más veces) en su utilización para las actividades colaborativas, aun cuando no es una herramienta sincrónica ofrecida por la Universidad a distancia en su aula virtual. Este resultado se apoya en otros similares encontrados como por ejemplo en [12], en el cuál también se observó que los estudiantes cada vez más involucran el uso de las redes sociales para comunicarse, pero más hacia el manejo de la información en general, pero no tanto para la construcción de procesos de aprendizaje significativos, siendo en este punto donde el docente debe asumir un papel de mayor importancia involucrando a dichas herramientas, elementos pedagógicos para aprovechar efectivamente las redes sociales en los procesos de aprendizaje.

Igualmente, las herramientas digitales asincrónicas colocadas a disposición del encuestado como el correo interno del curso, el correo personal y el institucional, se utilizan en medida media (3 a 4 veces) y baja (1 a 2 veces) según el 30 % promedio de los encuestados, contrastando este resultado con el del foro, el cual según el 81.4 % de los encuestados tiene un alta (5 o más veces) frecuencia de utilización. Se confirma con esto, el resultado del trabajo de Cebrián-de la Serna (2011), citado en [14], en el cual el foro en los trabajos colaborativos, fue utilizado con alta (5 veces o más) frecuencia, lo que podría llevar a concluir el uso de esta herramienta como elemento de comunicación de mayor uso entre los estudiantes del grupo colaborativo. En [14], afirman que una de las causas de la falta de integración y participación de los estudiantes en el trabajo colaborativo es la falta de dominio de las nuevas tecnologías y de la plataforma virtual. Así mismo [15], afirma que uno de los elementos clave para generar procesos de calidad en la mediación virtual, es que previamente tanto docentes como estudiantes se apropien del manejo mismo de las herramientas de la información y la comunicación, ya que el uso de ellas en el aprendizaje son un medio y no un fin, por eso es posible que en esta investigación los encuestados utilicen con mayor frecuencia lo que les es familiar y saben usar, pero al no saber el potencial de las demás herramientas, ni ser orientados en su uso, no las utilicen y se limiten solo a lo frecuente y conocido.

Componente organización de tareas y actividades. Continuando con el análisis de los resultados, en este componente se resalta que los roles más utilizados por los estudiantes según el 36.3 % de encuestados son el de compilador con medida de utilización alta (5 veces o más) y el de entregas según el 34.3 % de los encuestados con una medida media (3 a 4 veces); en cambio los roles de revisor, alertas y evaluador presentan una frecuencia de utilización Baja (1 a 2 veces) o Nula (cero veces) según el 35 % promedio de los encuestados. Estos resultados contrastan con la importancia que los mismos encuestados le dan

a los roles, pues los roles que precisamente no desempeñan son calificados como muy importantes por el 68 % promedio de los encuestados (a excepción del compilador que lo consideran muy importante y si lo desempeñan). Aquí sobresale que los encuestados están de acuerdo con los roles establecidos en la el trabajo colaborativo, pues califican a todos los roles como muy importantes para el desarrollo del trabajo colaborativo, pero no los desempeñan.

También se muestra la aceptación a los roles cuando el 41.2 % confirman que siempre y el 38.2 % que casi siempre que seleccionan su rol, saben lo que significa y las responsabilidades que implican y que siempre y casi siempre desempeñan su rol desde el inicio de la actividad colaborativa hasta el final, cambiándolo solo a veces cuando participan pocos integrantes del grupo colaborativo y deben asumir más de un rol. La alta frecuencia (5 veces o más) con la que 78 % promedio de los encuestados utilizan el rol de compilador y entregas y la frecuencia nula (cero veces) con la que desempeñan los demás roles, lleva a reflexionar que están trabajando sólo para cumplir con el contenido de una actividad y sacar una nota cuando ya está por terminar la actividad y no hay tiempo para revisiones, evaluaciones o alertas, sino sólo para compilar y entregar.

Este mismo resultado se observa en la investigación de [16], en el cual la mayoría de los estudiantes consideran que su desempeño en el trabajo colaborativo es eficiente, pero hay frecuentes cambios de roles, concluyendo que no todos los integrantes asumen su rol escogido, generando insatisfacción entre los integrantes del grupo y que no se alcancen las metas de aprendizaje en forma adecuada.

Los encuestados manifiestan que realizan las actividades dentro de los tiempos y bajo las condiciones establecidas en la guía de actividades siempre el 56.9 % y casi siempre el 37.3 %, lo que denota apropiación de la organización del tiempo y cumplimiento de las tareas, pero cuando se les pregunta si al inicio de las actividades realizan una planeación de las tareas individuales y grupales, responden poco el 33.3 % y medianamente frecuente el 36.3 %; se reflexiona que aunque cumplen con la entrega de la tarea, no programan tiempos de revisión de discusión y de consolidación grupal del conocimiento, es decir realizan todo cuando la fecha les indica que terminará la actividad, adicionando a esto que al preguntarles si consideran pertinente entregar los aportes individuales faltando tres días para el cierre de la actividad y que éste tiempo es pertinente para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, responden en medida alta un 28.4 % y medianamente pertinente un 29.4 %. Así las cosas, es claro que cumplen la agenda, cumplen un rol, cumplen los tiempos de entrega, pero en la última semana de actividades, faltando sólo 3 días para el cierre de la actividad

colaborativa y lo que es peor de manera mayoritaria consideran que este tiempo es suficiente para cumplir los objetivos del aprendizaje.

Este resultado lleva a reflexionar sobre la verdadera apropiación de los estudiantes de esta estrategia, puesto que como afirma Panit (2001), citado en [19], “en el aprendizaje colaborativo los estudiantes son quienes diseñan sus estructuras de interacciones y mantienen el control sobre las decisiones (...) en éste comparten la autoridad y entre todos aceptan la responsabilidad de las acciones del grupo”. Con esta afirmación se deduce que son ellos los que lo deben organizar los tiempos y actividades, pero en los últimos tres días no es posible desarrollar en forma pertinente una tarea de aprendizaje significativo.

Componente intercambio de ideas. Respecto a este componente el 65.7 % de los encuestados casi siempre están pendientes de las observaciones de su tutor o compañeros de grupo a su aporte individual, realizando los ajustes solicitados un 47,5 % casi siempre y un 30 %.7 % siempre, también hacen observaciones a sus compañeros y preguntas aclaratorias al tutor; al terminar el trabajo, casi siempre en un 51 % se ve reflejado el intercambio de ideas y análisis realizado y la concreción del trabajo final. Teniendo en cuenta el componente organización, esta dinámica se da en la última semana de trabajo colaborativo lo que desdibuja y acelera en pro de cumplir una nota y en una fecha y no para el verdadero proceso de aprendizaje.

Componente consenso. Respecto a este último componente, los resultados muestran cómo los encuestados aportan de manera concreta a la consolidación del trabajo final, siempre en un 61.8 % y casi siempre en un 32.4 %, en tanto que la entrega del trabajo colaborativo es el producto del análisis, consenso y negociación por parte de los integrantes del grupo en un 61.8 %, cuya manera más significativa de aporte al grupo es revisando la propuesta consolidada por el compilador y haciendo sugerencias y mejoras antes de la entrega.

El trabajo colaborativo se realiza de tal manera que el encuestado considera que los aportes de sus compañeros contribuyen positivamente a su aprendizaje y enriquece la construcción de nuevos conocimientos en su proceso de formación con el apoyo de un tutor motivador, orientador y participativo un 42.2 % casi siempre y un 41.2 % siempre. Estos resultados podrían ratificar lo dicho por Jhonson et al (1993), citado en [17], “la esencia de un grupo colaborativo es mantener la interdependencia positiva entre los integrantes del grupo, la cual se evidencia en que nadie puede lograr el éxito si los demás no lo logran”. Sin embargo, es pertinente tener presente que al analizar las respuestas a la pregunta sobre los aspectos que favorece el trabajo colaborativo, se encuentran dos

puntos importantes a tener en cuenta con porcentajes muy semejantes como fueron que no se favorece la comunicación efectiva, así como tampoco que el trabajo colaborativo tenga un aporte diferenciador. Estos dos puntos llevan a ratificar lo dicho por [17], "la conformación de grupos colaborativos por sí solos, no es garantía de interacción y construcción colaborativa del conocimiento. Igualmente, en [18], concluyen que "en el aprendizaje colaborativo se espera que ocurran formas particulares de interacción que conduzcan al logro de un aprendizaje, pero no hay una garantía total de que estas condiciones se presenten efectivamente". (p.4).

En resumen, teniendo en cuenta los resultados de esta investigación, en los estudiantes encuestados podría decirse que hay un alto nivel de apropiación de la herramienta sincrónica WhatsApp y la asincrónica, foro colaborativo; sin embargo, esto no garantiza que la comunicación sea totalmente efectiva para el logro de los objetivos de aprendizaje. Así mismo, también se identifica en el componente de organización de actividades, que, aunque los encuestados aseguran la apropiación de los roles, la planificación de las tareas, estos resultados se contradicen frente a que la mayoría considera que es posible realizar el trabajo en los últimos 3 días antes de la fecha de cierre de la actividad colaborativa.

Así mismo, en el componente de la interacción e intercambio de ideas, se observó que existe una participación activa por parte de quienes participan del proceso, pero al analizar este punto frente al de los roles y la participación en la comunicaciones sincrónica y asincrónica se podría concluir que posiblemente esta interacción no es tan completa como parece. Por último, en el componente del consenso y que tiene que ver con la construcción final de la tarea, se reconoce que el trabajo colaborativo aporta al enriquecimiento de la construcción de nuevos saberes; se encuentra también como punto para reforzar la comunicación efectiva y con ello también mejorar la percepción de que esta estrategia genera aportes diferenciadores y significativos para el aprendizaje.

Recomendaciones

A continuación, se presentan unas recomendaciones para aplicar y motivar en los estudiantes al desarrollo de un trabajo colaborativo significativo.

Tal como lo afirman [18], "trabajar colaborativamente no es fácil, es necesario aprender a hacerlo, puesto que no basta simplemente en colocar a un grupo de personas frente a frente e indicarles que deben trabajar para realizar una tarea" (p.6). Se requiere entonces de entrenamiento, no solo para los estudiantes sino también para los docentes. Teniendo en cuenta los resultados de esta investigación es importante desarrollar entre los estudiantes la interdependencia positiva,

porque tal como lo presenta [19], la interdependencia positiva busca que los integrantes de los grupos colaborativos comprendan que tienen una meta y unos objetivos comunes, y que todos como equipo deberán alcanzarlos, creando un compromiso de cada integrante con la meta a alcanzar.

Las investigadoras consideran que una forma de alcanzar esta interdependencia positiva es motivar a los estudiantes para que desde el inicio de su actividad colaborativa establezcan su propio plan de trabajo, una especie de micro-agendas, con fechas acordadas por el grupo, con compromisos que ellos mismos establezcan de acuerdo a la guía de actividades presentada por el director del curso. Esto refleja además que hay un cambio en el rol tradicional del docente, el cual se encargaba de dirigir todas las actividades del estudiante desde la planeación hasta la ejecución del trabajo, pero en las nuevas tendencias pedagógicas, tal como lo expresa [20], el docente posee una vocación comunicativa e interactiva con los estudiantes, se convierte en un facilitador y recrea situaciones reales que fomentan la interacción y la cooperación entre sus estudiantes.

El hecho de que el mismo grupo establezca sus compromisos favorecerá el desarrollo de habilidades de autonomía y autorregulación.

Con respecto a las inconsistencias encontradas en cuanto a la importancia de los roles y los que realmente asumen, se sugiere a la Universidad revisar la pertinencia y relevancia de los roles, de entregas, evaluador y alertas. González, [21], ha desarrollado una propuesta de roles a partir de la experiencia como directora de curso de Atención Farmacéutica en la Universidad a distancia objeto de investigación, que describe a continuación:

Moderador o coordinador: es quien se encarga de organizar el trabajo de todos. Está pendiente de que cada participante realice sus aportes individuales y asuma los roles para la participación en la construcción grupal de la tarea final. En caso de que alguno de los integrantes no participe entonces reasignará el rol pendiente o en su defecto asumirá el rol que falte.

Relator: es quien da forma al trabajo final, compila los aportes grupales a los que después de la discusión académica llega en consenso el grupo colaborativo. Comparte el borrador con el resto de los integrantes para que lo evalúen y luego lo sube al foro en la fecha establecida.

Revisores del trabajo: son los encargados de elaborar la introducción, los objetivos y las conclusiones. Además de revisar la coherencia del trabajo final, la ortografía y la aplicación de las normas técnicas para citar las referencias consultadas. (Pueden ser 3 los revisores).

Por último, se recomienda que como el desarrollo del trabajo colaborativo requiere de la intervención de dos actores, el estudiante y el docente, se hace necesario complementar este estudio sobre la apropiación que desde el papel del docente tiene del trabajo colaborativo para de esta forma presentar conclusiones y alternativas de solución integrales.

Referencias

- [1] García, A (1994). Educación a distancia hoy. Madrid: UNE.
- [2] Collazos, C y Mendoza, J. (2006). Como aprovechar el aprendizaje colaborativo en el aula. Educación y Educadores, vol. 9, núm. 2, 2006, pp. 61-76. Consultado 20 de junio. En: file:///C:/Users/Claudia/Downloads/C%C3%B3mo%20aprovechar%20el%20aprendizaje%20colaborativo%20en%20el%20aula.pdf
- [3] Gros, B., García, I. & Lara, P. (2009). El desarrollo de Herramientas de Apoyo para el Trabajo Colaborativo en Entornos Virtuales de Aprendizaje. Universitat Oberta de Catalunya (España) RIED v. 12: 2, 2009, pp 115-138. En: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:revistaRied-2009-12-2-2060&dsID=Documento.pdf>
- [4] Proyecto Académico Pedagógico Solidario. PAPS 3.0 (2011). UNAD. Recuperado de: <https://academia.unad.edu.co/images/pap-solidario/PAP%20solidario%20v3.pdf>
- [5] Baptista, P, Fernández, C., & Hernández, R. (2010). Metodología de la investigación. México DF: McGraw-Hill.
- [6] Fandos, M. & González, A. (2005). Estrategias de Aprendizaje Ante las Nuevas Posibilidades Educativas de las TIC. Universidad de Rovira i Virgili. Recuperado de: http://dspace.uces.edu.ar:8180/jspui/bitstream/123456789/592/1/Estrategias_de_aprendizaje_Fandos.pdf
- [7] Ovalle, D y Betancur, C. (2015). Integración y Participación del Estudiante Virtual en Foros de Trabajo Colaborativo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Consultado en <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/3721/1/40797128.pdf>
- [8] Abadía, y Gómez, L (2013). Las competencias sociales dinamizadoras de la interacción y aprendizaje Colaborativo
- [9] Cardona, J. J. C. (2010). Los aprendizajes colaborativos como estrategia para los procesos de construcción de conocimiento. Educación y Desarrollo Social, 4(2), 87-103. En file:///C:/Users/Claudia/Downloads/Dialnet-LosAprendizajesColaborativosLosAprendizajesColaborativosComoEstrategiaParaLosP-5386312.pdf
- [10] García, A. Hernández, A & Recamán, A. (2012). La metodología del aprendizaje colaborativo a través de las TIC: una aproximación a las opiniones de profesores y alumnos. Universidad de Salamanca Revista Complutense de Educación Vol. 23

- Núm. 1 (2012). 161-188. Recuperado de: <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/39108/37721>.
- [11] Marín, V. Negre, F y Pérez, A. Entornos y redes personales de aprendizaje (PLE-PLN) para el aprendizaje colaborativo. (2014). Palma de Mayorca. Revista Científica de Educomunicación. nº 42, v. XXI, 2014. Pp 35-43. Recuperado de file:///C:/Users/Claudia/Downloads/Comunicar-42-Marin-Negre-Perez-35-43.pdf
- [12] Cabero, J. & Marín, V. (2014). Posibilidades educativas de las redes sociales y el trabajo en grupo. Percepciones de los alumnos universitarios / Córdoba (España). file:///C:/Users/Claudia/Downloads/Comunicar-42-Cabero-Marin-165-172.pdf
- [13] Scagnoli, N. I. (2005). Estrategias para motivar el aprendizaje colaborativo en cursos a distancia., <https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/10681/aprendizaje-colaborativoscagnoli.pdf?sequence=4>
- [14] González, P. (2011). Curso de Cátedra Unadista. UNAD. Lección 56. Recuperado
- [15] Gallego, C. F. (2004). Cálculo del tamaño de la muestra. Matronas profesión, 5(18), 5-13. Consultado en https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43065458/CALCULO_DEL_TAMANO_DE_LA_MUESTRA.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1518392773&Signature=x8KO6ANglvyv3vePaSIuu81C1Ds%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCALCULO_DEL_TAMANO_DE_LA_MUESTRA.pdf
- [16] Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa. Consultado en <https://books.google.com.co/books?id=BhymmEqkJwC&lpg=PA11&ots=Tr6JaoZ0kN&dq=MARIO%20TAMAYO%20Y%20TAMAYO&lr&hl=es&pg=PA46#v=onepage&q=MARIO%20TAMAYO%20Y%20TAMAYO&f=false>
- [17] Reynés, M. R. M., Bertos, J. E., Vila, M. C., & Ramón, M. I. (2014). Seguimiento, tutorización y evaluación de prácticas externas mediante plataforma virtual de trabajo colaborativo: la experiencia en el Grado de Geografía. Revista de investigación en educación, 2(12), 254-267. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4890007>
- [18] Meneses, T. (2011) La colaboración en las pedagogías de la Cibercultura. (2011). <http://www.umng.edu.co/documents/63968/80124/2.pdf>
- [19] Abadía, C., Vela, P., Montero, R., y Jiménez, R. (2013). Lineamientos Generales del Currículo en la UNAD. Aspectos del Trabajo Colaborativo y Acompañamiento Docente.
- [20] Pérez, L.B. (2013). El rol del docente en el aprendizaje autónomo: la perspectiva del estudiante y la relación con su rendimiento académico. ISSN 1996-1642, Editorial Universidad Don Bosco, año 7, No.11, Enero-Junio de 2013, pp.45-62.
- [21] González, C. (2015). Guía Integrada de Actividades Curso Atención Farmacéutica UNAD. 13 p.

A user-defined body gestures language for navigating interactive virtual reality environments

David Céspedes-Hernández,
Juan Manuel González-Calleros,
Josefina Guerrero-García⁶⁰
Liliana Rodríguez-Vizzuett⁶¹

Abstract

Natural user interaction has been recently identified as a field of interest of computer sciences, mainly due to the development of hardware devices that enable fast identification and recognition of gestures within a diversity of contexts. In this paper, the investigation of body gestures that users naturally perform to navigate virtual reality environments is reported. For this purpose, users were asked to show the commands they would perform when realizing a series of tasks within a virtual world, and they were observed using the Wizard of Oz method. The performance of traditional desktop and gesture based interaction is evaluated in terms of usability, contrasted, and analyzed. Finally, as result of

60. Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. Correos electrónicos: dcespedesh@cs.buap.mx; juan.gonzalez@cs.buap.mx; jguerrero@cs.buap.mx.

61. Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. Correo electrónico: liliana.rodriguezviz@alumno.buap.mx.

this work, a body gesture set of actions (language) to navigate virtual reality environments is defined, along with, user preferences in regards to interaction modality, and comments on the future direction of natural user interfaces using body movement as input.

Palabras clave: virtual reality environments; virtual worlds; natural interaction; body gestures; usability evaluation

Introduction

Multimodality is a powerful paradigm aimed to elevate the level of realism and ease of interaction in Virtual Reality (VR) environments. Finding techniques that are supported for 3D interaction, and for satisfying functional requirements, such as the navigation in a virtual world, is an important step towards the development of a system that allows multimodal input, in order to increase efficiency, accessibility, and usability [1].

When following a Model-Driven Approach (MDA), for better understanding the requirements of the User Interface (UI), it is important to start by identifying the frequent and significant tasks to be carried out in the application. These tasks are defined as coordinated or logical sequences of actions, and can share different applications; then, the identified tasks can be broken down into elementary actions. For example, Wüthrich [2] identifies three atomic actions in computer interaction: selecting, positioning, and deforming.

Since VR based applications often require visualization from more than a single angle, users should be able to navigate efficiently within the environment in order to obtain different views of the stage or object of study. In fact, the usefulness of a 3D application is proportional to the ability of the user to interact with the information within it.

This work is focused on the navigation task within VR environments, which is the most commonly used task in such type of applications [3], secondary tasks such as selection and manipulation are out of the scope of this work.

Through the effective design of navigation for VR environments, users are given with the feeling of an easy and intuitive motion within a virtual world. A good 3D navigation design, typically results into two products: research to understand the cognitive principles within the navigation, and tailored design to create navigation for tasks and application-specific techniques. While experimenting with the use of Natural User Interfaces (NUI) such as, gesture-based interfaces and vocal interfaces among others, we have observed that they are not as

natural as their name promotes, as the mental model of the interaction in each individual is different. Furthermore, if users define their own natural language, then the problem is on the workload, and on the complexity of remembering the amount of commands that they had just created.

So, in this work we address the following research question: Is natural interaction, achieved through the definition of a body-gesture user-defined language, more effective than traditional GUI based interaction? We approached the solution to this question by designing an experiment, in which users are asked to perform a specific task on a VR environment using gesture-based interaction, and on a traditional GUI based application following the Wizard of Oz method. The performance of users interacting with both alternatives, are contrasted in order to get conclusions regarding ease of use and preference of users with respect to one type of interaction or the other.

The rest of the article is structured as follows, next section introduces concepts on model-based development of gesture-based interactive systems as a general, defining how it may be applied on the design of a VR environment navigation application. Section three is aimed on presenting the gesture vocabulary that was obtained through the conduction of the experiment, and on describing the setup of such exercise. Then chapter four discusses the results that were obtained, and finally, conclusions of this work and the future work to be done, are addressed in section five.

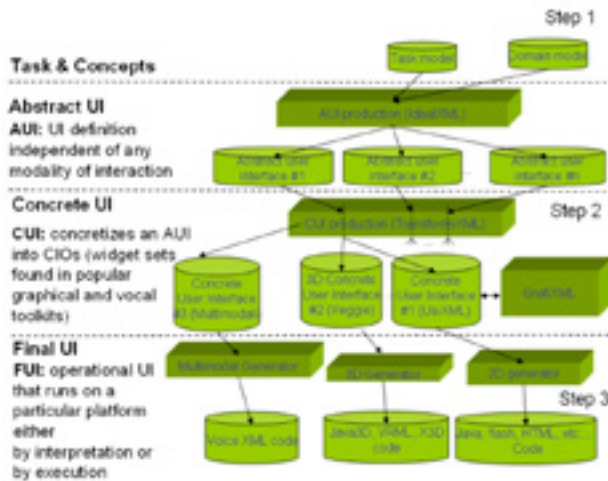
Design of a navigation application following a model-based development approach

UsiXML [22] is a methodology to generate UI following a model-based approach. It describes the UI for multiple contexts of use, such as Graphical User Interfaces (GUI), Auditory User Interfaces, and Multimodal User Interfaces. The conceptual framework of UsiXML relies on the Cameleon Reference Framework [5].

UsiXML proposes four steps to define the user interface (Fig. 1). The *Tasks & Concepts* level describes the interactive system specifications in terms of the user tasks to be carried out, and the domain objects of these tasks. An *Abstract User Interface* (AUI), abstracts a *Concrete User Interface* (CUI) into a definition that is independent of any interaction modality (such as graphical, vocal or tactile). A CUI abstracts a *Final User Interface* (FUI), into a description independent of any programming or markup language in terms of concrete interaction objects, layout, navigation, and behavior. Finally, a FUI refers to an actual UI rendered either by interpretation (e.g., HTML) or by code compilation (e.g., Java). By

reusing this mechanism, the UI of a workflow model, that includes task models, can be generated.

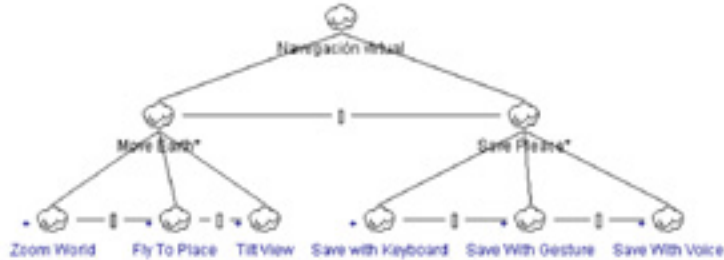
Figure 1.
UI generation framework based on UsiXML [22]



Model-based approach is intended to assist in designing UI with a more formal computer supported methodology rather than the more traditional paper-based design methods, such as storyboarding. It describes the application model as an executable specification, yet at an abstraction level that is higher than that of the code. It attempts to explicitly represent knowledge that is often hidden in the application code.

The first step of the approach is to create a task model. Task models do not impose any particular implementation so that user tasks can be better analyzed without implementation constraints. This kind of analysis is made possible because user tasks are considered from the point of view of the users need for the application, and not on how to represent the user activity with a particular system. This layer, called task model, is thus user-centered. For the expression of this model, we get the following tree representation, Fig. 2, using the CTTE editor [5]. Task models are complemented with domain models [6], this is typically forgotten when adopting a model-based UI design strategy, but to fully understand the context of use, it is recommended in the W3C initiative [7]. Domain models can be represented in different ways, and they are intended to display the data that is related to the model, along with its relationship to the task to be executed.

Figure 2.
Task model of the navigation system using CTTE [24]



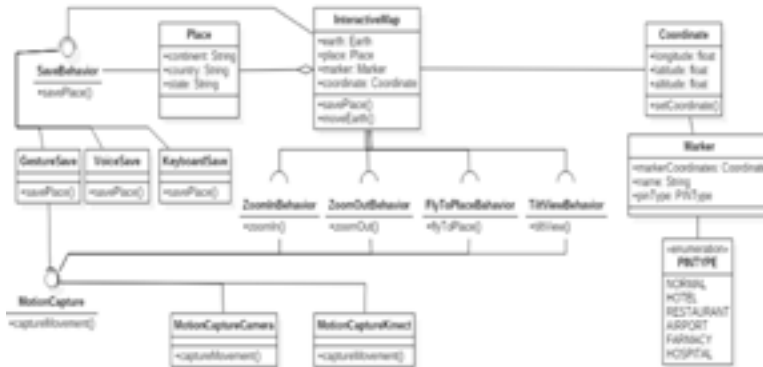
For our specific domain, the minimum necessary tasks for interacting with an interactive virtual world application, are: Zoom (in and out), fly to place, tilt view, and save location. We use the interface notation to depict the functionality and the strategy pattern to show the overriding of the interactive abstract methods: Zoom behavior, fly to place behavior, tilt view behavior, and save location behavior. The domain model includes the definition of places, coordinates, markers, and everything is encapsulated in the navigation concept. The complementary domain and dialog model for this task model is presented in Fig. 3.

The abstract model, retrieved from the W3C recommendation [7], of the UI model is independent of any device, technology or interactive art. This AUI model consists of abstract units of interaction which are composed of abstract interactive objects (*AUIObjects*), abstract interactive behaviors (*AbstractBehavior*), and other abstract interaction units. An *AUIObject* is the basis of a hierarchy of abstract interactive objects. The *AUIObjects* are described like a set of attributes: first, a “*label*” which is a way to access content in an understandable way and using natural language; second, the “*longlabel*” which is a more complete version of the description of the object; third, the “*shortlabel*” which is a concise description of the object; in fourth place, the “*help*” attribute is a text string the can be used to help users understanding the meaning and purpose of the interaction object; next, “*contextCondition*”, which is an attribute for describing the context conditions (user variables, work environment characteristics, devices); and finally, the “*role*”, this attribute allows to assign the behavior or relevance of the object within the interactive system.

There are two types of *AUIObjects*: abstract interactors (*AUIInteractor*) and abstract containers (*AUIContainer*). An *AUIContainer* allows to organize and to bring elements together. It denotes the grouping of tasks that have to be presented in the same space-time, for example, in a window within a GUI, or

within a vocal container for vocal interfaces. *AUIContainers* can be composed of *AUIInteractors*, or of other *AUIContainers*.

Figure 3.
Domain and dialog model for interactive maps
with different interaction techniques



Furthermore, the *AUIInteractors* are individual elements that populate *AUIContainers*. These interactors are specialized in two different types: *DataInteractors*, and *TriggerInteractors*.

The *AUIInteractors* are described with the attributes: reference (*ref*) indicating that a data model or domain is associated with the interactor; the maximum cardinality (*maxCardinality*) representing the maximum number of data elements (*DataItem*) to use, or to present in the interactor; minimum cardinality (*minCardinality*) represents the minimum number of *DataItems* to use, or to present in the interactor.

On one hand, a *DataInteractor* may be composed of one or more interactive elements representing the three abstract types of data manipulation, i.e. data output (*output*), data input (*input*), and selection of an option (*selection*). It is considered also that *DataInteractors* may be composed of a number of *DataItems*. *DataItems* can either be provided by the system (*systemProvided*), or by users (*userProvided*). This means, that these two entities are responsible for providing data to the *DataInteractors*.

An *input*, represents data that is fed to a *DataInteractor*. An *output*, represents information that was generated and presented to the user. Finally, a *selection* is a representation of a *DataInteractor* which has the purpose of presenting options to

the user, and getting information in return. This type of interactor is described by the following attributes:

- *orderCriteria*: defines the sort order in case the *DataItems* within it need to be ordered.
- *isContinuous*: defines whether *DataItems* are continuous or not.
- *start*: indicates the initial value for a set of *DataItems*.
- *end*: indicates the final value of a set of *DataItems*.
- *step*: indicates the distance or difference between two adjacent values in the set of *DataItems*.
- *isExpandable*: indicates whether it is possible to expand the current set of *DataItems* with new values or not.

On the other hand, *TriggerInteractors* allow users to execute commands or navigate in a system based on the features that are available at any given time. Therefore, they have two facets, the execution of commands (*Command*), and execution of transitions between windows or navigation (*Navigation*). *Commands* have the purpose of performing a determined operation with existing information, while a *Navigator* is responsible for loading items into the current display unit, providing the user with the ability to work on different sets of tasks that may be presented on different display units, or *AUIContainers*.

In the abstract level of the UI model, relationships (*AUIRelationship*) between *AUIContainers* and *AUIInteractors* are defined. *AUIRelationships* are classes for explicitly explaining how *AUIContainers* and *AUIInteractors* are associated. In this sense, *AUIContainers* indicate if they contain *AUIInteractors* as a *hierarchy AUIRelationship*. Likewise, *grouping AUIRelationships* may be defined between two or more *AUIInteractors* within *AUIContainers*.

Finally, for describing the behavior (*AbstractBehavior*) of the abstract interaction units, an aggregate of listeners is used. A *listener* is associated with at least one *AUIObject* which was waiting to execute an operation. Listeners are modeled through the definition of *rules* (i.e. when an event occurs, if-condition-then-action). At this level of abstraction, we must refer a canonical set of events (*AbstractEvents*) and actions (*AbstractActions*). Such events, belong to one of the following types (*AbstractEventTypes*): *onDataInput*, *onDataOutput*, *onErroneousDataInput*, *onDataSelection*, *onDataUnSelection*, *onCommandTrigger*, *onNavigationTrigger*, *onObjectFocusIn*, *onObjectFocusOut*, *onObjectRelevant*, *onObjectIrrelevant*, and *onModelUpdate*. While the referred *AbstractActions* may

be of the following types: *modelSearch*, *modelCreate*, *modelRead*, *modelUpdate*, *modelDelete*, *modelInvoke*, *modelReset*, *modelCopy*, *objectActivate*, *objectDeactivate*, *objectSetFocus*, *objectCreate*, *objectDelete*, *objectUpdate*, *listenerCreate*, *listenerDelete*, and *eventDispatch*. It is important to point out that these lists are not restrictive, and that other values may be added to suit any need. Also, notice that the condition to be evaluated in the *rule* is just an expression in natural language.

Based on the before mentioned tasks for interactive virtual world navigation applications, and in compliance to UsiXML, it is possible to generate an AUI model for describing them. Within this AUI model, a main *AUIContainer* called “Navigation GE” is included, inside of it two other *AUIContainers* were added: “Save place”, shown in Fig. 4, and “Move in map”; and inside of these *AUIContainers*, the necessary components are placed.

As can be seen, the “Save Place” *AUIContainer* holds the components: “Indicate Save”, “Identify Command”, “Execute Command”, and “System Feedback”. Up to this point, no program language nor interaction modality has been defined, so it is possible that some of the modeled features, when implemented, belong to different modalities, or are executed using different devices or platforms. The notation that was used on the AUI model in Fig. 4., is described in Fig. 5., and is consistent with the interactive elements within *DataInteractors* that were introduced earlier in this section.

For our domain of application, an *input* element is added to the “Indicate save” *AUIContainer*, as it represents the user’s intention to save a location within the virtual world. Into this *AUIContainer*, a *Navigation*, and a *Command* interactive elements are included, in order to represent the action of execution and process of the given input. Finally, as feedback to the user is required, an *output* element is also incorporated.

Figure 4.
AUI Diagram for the “Save position” Task



Figure 5.
Graphical notation to represent an AUI

Concept	Description	Icon
AUI Container	It is an abstract interactive object like can group one or more abstract interactive components	
AUI Interactive	An abstract interactive component, an object is independent interaction of the interface used and may have one or more facets	
Input	Facet interactive component responsible for the inputs regardless of the technology used in our interface	
Navigation	Facet Navigation of the component provides the required code to acknowledge the order, it will depend on our interface and language	
Command	Facet Command work with the indicated orders depending on our entry and recognized order	
Output	The last facet, this is responsible for displaying information output, again independent of our technologies of data output, either visual, mechanical or another	

A user-defined body gesture language for navigating interactive virtual reality environments

According to the UsiXML approach introduced in the previous section, the third transformation step towards the implementation of a system, consists of applying a set of transformation rules in order to achieve the transition from the AUI model to the CUI model. A CUI is defined as the abstraction of any FUI with respect to computing platforms, but with the interaction modality given. This type of UI is made up of Concrete Interaction Objects (CIO), which are abstractions of widgets that may be found in a platform. A CIO may be associated with multiple behaviors.

Nevertheless, as explained in the introduction, the scope of this paper is to define a body gesture language to interact with a VR environment. In this sense, we decided to analyze the problem using a Wizard of Oz technique [8].

This method has been used throughout the history of the development of interactive systems, and in particular, in the field of natural interfaces development as it is a way to collect data for mixed reality environments [9] or movement commands for interaction with kids [10] among other application domains.

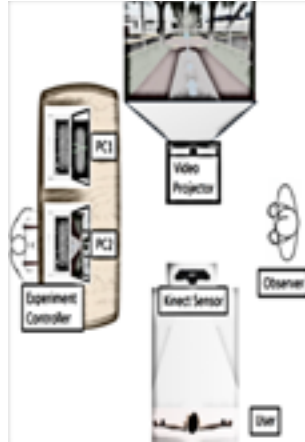
The selection of this strategy was based on the desire to prevent the development of an expensive system, in terms of time and effort. As a consequence, we decided to execute experiments using a real GUI based interactive virtual world system, asking users to define their own body gestures to navigate through the virtual world and giving them the feeling that those commands actually worked on the application, but actually providing the input via keyboard commands.

The setup of the experiment, as shown in Fig. 6, included two computers (Laptop1 and Laptop2), the first one for controlling a Microsoft Kinect® sensor and a webcam in order to retrieve users' movement information, and allowing to document the experiment; while the second one was connected to a projector for providing the user with feedback and simulating users' interaction with the system.

The test subjects who took part on the experiment, were responsible in a first stage, for participating on an interview, in order to understand their appreciation towards Natural User Interfaces (NUI), in a second stage, of providing gestures for a simulated platform configuration, and for interacting with the application following a set of instructions, and in a third stage, of evaluating the usability of both interactions by answering a survey. An observer of the experiment was also designated and located next to the used in order to provide support in case

any doubt arises. The experiment controller, managed the devices to document the experiment and to explain how each user performed the activity.

Figure 6.
Wizard of OZ experiment setup



In the experiment, eight undergraduate students participated. Each of them was asked to indicate what body gesture would he/she do to perform a series of tasks, repeating this process until users were satisfied with the gestures they gave. Thus, a set of 64 body gestures was obtained. Those 64 gestures were compared and grouped, resulting on the body-gesture language for interacting with VR environment navigation applications presented in Fig. 7.

Figure 7.
Proposed body-gesture language for interacting with map applications



During the experiment, it was observed that tasks, such as, save place, move to marker, and add marker, were discarded as there was a lot of confusion on how to move the body to communicate that functionality to the system.

Therefore, vocal communication was the solution when users required to use those functionalities. The results of the performed experiment are discussed with more detail in next section.

Evaluation and discussion

During the experiment, performance measures were collected, and complemented with qualitative responses that were gathered at the end of the experiment. Although the number of participants for the experiment (eight) is not statistically significant, 68 % of related research works, reported to have fewer users involved [11].

On the evaluation process, students from the Computer Science Faculty of Autonomous University of Puebla were involved. They were instructed on the use of the tool, and received a brief description and examples on how to use the platform, as well as on how Wizard of Oz technique is applied. Later, they were asked to go through faculties within the university asking for volunteers. For both experiments, one using keyboard and mouse interaction, and one using the body gesture simulation as described in the previous section, seven males and one female showed up.

Interesting information was gathered during interviews prior to the experiment, as the eight users agreed that they would prefer the use of the body-gesture based application, over the GUI application, most of them mentioned that it was just simply because it seemed funnier to them. Moreover, one respondent mentioned that he would prefer it, as he would like to exercise with it.

While the experiment was taking place, users' performance and preference was compared while interacting with the navigation application. In the GUI experiment, all users were able to complete the activities, and the response times did not exceed a minute long. On the contrary, the use of body gestures lasted an average of more than four minutes. Clearly, user performance was worse in the second scenario. A summary of the problems that users faced is presented in the following list; the number corresponds to the user:

1. Problems to find the target place. User was constantly lost in the virtual world.
2. No problem detected.
3. No problem detected.

4. Failed to accomplish the task. Very confused, most common problem was related to wayfinding, a lot of errors while trying to remember defined vocabulary. User does not know where to go. Frustration pushed user to abandon the experiment.
5. A lot of doubts, frustration, and desperation while trying to navigate the virtual environment. Constantly getting lost, at some point, user tried to talk to the system for receiving assistance.
6. Pleased with the technique. User wanted to use the application longer.
7. Minor frustration. User only used one-hand gestures to manipulate the application.
8. Some problems with wayfinding, memory, doubts about the user-defined language.

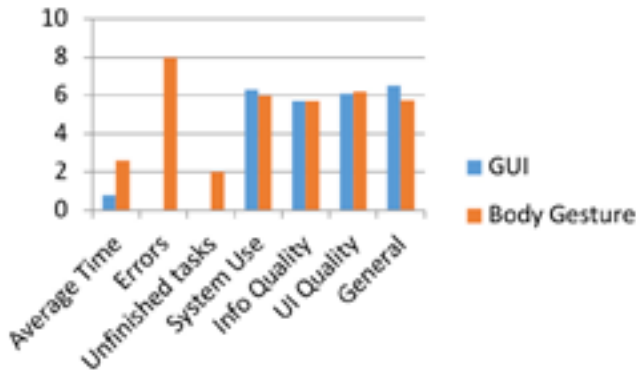
After each test, participants were asked to answer the IBM CSUQ [14] in order to get data regarding their appreciation towards the system in terms of usability. The IBM CSUQ instrument is composed of 19 questions, with a 7-point Likert scales concerning system use (Q1-Q8), information quality (Q9-Q15), UI quality (Q16-Q18), and general feedback to the system (Q19).

These results along with the evaluation of average time, errors, and unfinished tasks, are reported in Fig. 8. It is possible to notice from those results, that even when users took longer to perform the tasks, committed more mistakes during the interaction, and were not able to complete some tasks, the appreciation of them towards the system was not significantly affected. Specifically, when asking users if they would use the gesture-based system afterwards, on a Likert-scale of 7, a 6.6 value was gotten, which suggest a high interest to use the interactive map with body gestures. The feedback was really encouraging despite the terrible performance of users.

Comparing the here proposed work to other related projects in the literature, the requirement of interacting with applications using body gestures has been addressed by a number of authors, moreover, there are a number of works dedicated to the development of techniques for navigation through maps, although they are highly dependent of interfaces of hardware. These techniques are efficient for isolated navigation tasks, but if the global actions in VR environments (including tasks of navigation, selection and manipulation) are considered, where the interoperability of several devices or modalities may be necessary, in addition to the need to switch between them according to the characteristics of the task, they may not work properly.

Figure 8.

Overall evaluation of the system in terms of average time for each task, errors, unfinished tasks, and the usability dimensions covered in the IBM CSUQ [13]



Furthermore, there are other alternatives with which the results that were obtained and reported in this paper must be contrasted, for instance, there is a proposal for a model of 3D interaction which facilitates and takes into account previous observations is the Fly Over technique [14], which is aimed on maintaining the same logic of use through devices, making interaction intuitive for users. Another interaction technique in the literature is the Visual Interaction Platform [15] with its respective hardware including a projector to provide the idea of having a computer with a larger work space on a flat surface which contains a digitizing tablet. Most of the work in the field, includes the analysis of NUI [16], 3D UI [17], guidelines for the creation of VR environments [18], among other related topics, but there are no other proposals regarding the definition of a body gesture language to interact with maps.

Be worthwhile to highlight the work in [19], in which taxonomy is created for categorizing already existing navigation techniques along with using complaints to create structures related to navigation tasks, enabling and inspiring the creation of new techniques.

Finally, even though many works have studied user-defined languages for mobile phone interaction [20], tablets [21], augmented reality [22], active tokens [23], in a similar way as it was done in this paper, there is a need to formalize user-defined languages by adopting a more formal strategy such as the one proposed in [24].

Conclusions and future work

In this paper, the process that was followed to define a body-gesture language for navigating VR environments, by using the Wizard of Oz technique, is reported. For the elaboration of such vocabulary, it was necessary to conduct a three-stages experiment in which eight users participated. The first stage of the experiment was an interview for user stereotyping, and for understanding users' prior appreciation of NUI.

The second stage of the experiment, was dedicated to first defining a body-gesture language for the navigation tasks (zoom in, zoom out, go forward, go back, go left, go right, turn left, and turn right), for later using it in order to complete a set of instructions. Users were then asked to perform a similar set of instructions using keyboard, mouse, and a traditional GUI.

Finally, the third stage, was aimed on evaluating usability on both NUI, and GUI. For this purpose, users were asked to answer an evaluation instrument covering dimensions of usability such as ease of use, information quality, UI quality, and general appreciation. It was interesting that even though through observation, it was possible to notice that the interaction with body gestures was more complicated and frustrating than with the GUI, the usability dimensions that were evaluated did not show significant differences when comparing NUI and GUI.

Our conclusion is about emphasizing that even though a solution is built expecting to have specific results, it is necessary to look at users' actual needs, proposed guidelines, learned lessons, and recommendations from an impartial perspective. This is a double-edged blade, as it may lead to complex projects or to multimodal/multi-device design, but at the same time is meant to be of help to any NUI designer or HCI researcher towards a more effective user-centered design.

Regarding universal access, which is one of the goals pursued with the implementation of NUI, some interaction modalities have a more evident contribution to assistive technologies. This last remark is especially true if we consider that in our experiment, users found it easier to interact with the application using voice commands rather than body-gestures, for a number of tasks. Providing different modes of operation with distinct information carriers, implies offering not only multiple forms of communication, but also different types of feedback that can each be suitable to a kind of disability and use contexts.

As future work, it will be necessary to express in a more formal way the vocabulary for navigating on VR environments, as well as actually implementing body-

gesture interaction to the developed VR environment navigation application, in order to allow testing in a more precise manner and incorporating more metrics.

Acknowledgment

This work has been funded by PRODEP, CONACYT and BUAP-VIEP projects. We truly appreciate the work of students of the computer science and architecture schools of the Autonomous University of Puebla (BUAP) for their tremendous contribution on the creation of the VR environment. Particularly to the students: Cortés García Raymundo, Rodríguez Hernández Fredy, Tlapaya Tepech Ismael, Roberto Pérez Hernández, Daniel Romero Dominguez, and Manuel Juarez.

References

- [1] Aliakseyeu, D., Subramanian, S., Martens, J. B., & Rauterberg, M. (2002). Interaction techniques for navigation through and manipulation of 2 D and 3 D data. In ACM International Conference Proceeding Series (Vol. 23, pp. 179-188).
- [2] Arthur, P., & Passini, R. (1992). Wayfinding: people, signs, and architecture.
- [3] Boudoin, P., Otmane, S., & Mallem, M. (2008). Design of a 3d navigation technique supporting vr interaction. In H. Arioui, R. Merzouki, & H. A. Abbassi (Eds.), AIP Conference Proceedings (Vol. 1019, No. 1, 149-153).
- [4] Bowman, D. A., Koller, D., & Hodges, L. F. (1997). Travel in immersive virtual environments: An evaluation of viewpoint motion control techniques. In Virtual Reality Annual International Symposium, 1997, IEEE 1997, 45-52.
- [5] Calvary, G., Coutaz, J., Thevenin, D., Limbourg, Q., Bouillon, L. and Vanderdonckt, J., 2003. A unifying reference framework for multi-target user interfaces. *Interacting with computers*, 15(3), pp.289-308.
- [6] Dow, S., Lee, J., Oezbek, C., MacIntyre, B., Bolter, J. D., Gandy, M. (2005), Wizard of Oz Interfaces for Mixed Reality Applications, CHI 2005, ACM April 2005.
- [7] Fonseca, J.M.C., Calleros, J.M.G., Meixner, G., Paterno, F., Pullmann, J., Raggett, D., Schwabe, D. and Vanderdonckt, J., 2010. Model-based ui xg final report. W3C Incubator Group Report, May, p.32.
- [8] González-Calleros, J. M., Vanderdonckt, J., & Muñoz-Arteaga, J. (2010). A Structured Methodology for Developing 3D Web Applications. *Integrating Usability Engineering for Designing the Web Experience: Methodologies and Principles*, 15-43.

- [9] Höysniemi, J., Hämäläinen, P., & Turkki, L. (2004). Wizard of Oz prototyping of computer vision based action games for children. In *Proceedings of the 2004 conference on Interaction design and children: building a community* (pp. 27-34). ACM.
- [10] Kaur, K. (1997). Designing virtual environments for usability. In *Human-Computer Interaction INTERACT'97* (pp. 636-639). Springer US.
- [11] Kelley, J. F. (1984). An iterative design methodology for user-friendly natural language office information applications. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 2(1), 26-41.
- [12] Kray, C., Nesbitt, D., Dawson, J. and Rohs, M., 2010, September. User-defined gestures for connecting mobile phones, public displays, and tabletops. In *Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services* (pp. 239-248). ACM.
- [13] Kurdykova, E., Redlin, M. and André, E., 2012, February. Studying user-defined iPad gestures for interaction in multi-display environment. In *Proceedings of the 2012 ACM international conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 93-96). ACM.
- [14] Lewis, J.R. (1995). IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use, *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 7, No. 1, 1995, pp. 57-78.
- [15] Maïke, V. R. M. L., Neto, L. D. S. B., Baranauskas, M. C. C., & Goldenstein, S. K. (2014). Seeing through the Kinect: a survey on heuristics for building natural user interfaces environments. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 407-418). Springer International Publishing.
- [16] Minocha, S., & Hardy, C. L. (2011). Designing navigation and wayfinding in 3D virtual learning spaces. In *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference* (pp. 211-220). ACM.
- [17] Piumsomboon, T., Clark, A., Billinghamurst, M. and Cockburn, A., 2013, April. User-defined gestures for augmented reality. In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 955-960). ACM.
- [18] Ruiz, J., Li, Y. and Lank, E., 2011, May. User-defined motion gestures for mobile interaction. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 197-206). ACM.
- [19] Tan, D. S., Robertson, G. G., & Czerwinski, M. (2001). Exploring 3D navigation: combining speed-coupled flying with orbiting. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 418-425). ACM.
- [20] Valdes, C., Eastman, D., Grote, C., Thatte, S., Shaer, O., Mazalek, A., Ullmer, B. and Konkel, M.K., 2014, April. Exploring the design space of gestural interaction with active tokens through user-defined gestures. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 4107-4116). ACM.

- [21] Vatavu, R. D., & Wobbrock, J. O., 2016. Between-Subjects Elicitation Studies: Formalization and Tool Support. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 3390-3402). ACM.
- [22] Vanderdonckt, J., 2005, June. A MDA-compliant environment for developing user interfaces of information systems. In International Conference on Advanced Information Systems Engineering (pp. 16-31). Springer Berlin Heidelberg.
- [23] Wobbrock, J.O., Morris, M.R. and Wilson, A.D., 2009, April. User-defined gestures for surface computing. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1083-1092). ACM.
- [24] Paternò, F., Mancini, C., & Meniconi, S. (1997). ConcurTaskTrees: A diagrammatic notation for specifying task models. In Human-Computer Interaction INTERACT'97 (pp. 362-369). Springer US.
- [25] Wüthrich, C. A. (1999). An analysis and a model of 3d interaction methods and devices for virtual reality. In Design, Specification and Verification of Interactive Systems' 99 (pp. 18-29). Springer, Vienna.

Validación de la captura y procesamiento de señales EMG en una persona con discapacidad motriz

Holman Cabezas, Alexander Bedoya,
Wilson J. Sarmiento⁶²

Abstract

This paper show preliminary results of a work in progress which aims to analyze EMG signals of the right superior limb of a person with partial paralysis, to detect gestures that allow interaction with video games. This work includes a validation of a commercial device to capture EMG signals. The evaluation involves four predesigned gesture executed by a control subject and a disabled subject. A set of basic features was calculated and classified using an SVM. The 10-fold cross-validation show results promising when the device is placed in the forearm.

Index Terms: EMG signals, disability, gesture recognition.

Introducción

Las extremidades superiores son esenciales para realizar diariamente actividades que involucran conexiones sociales [2], por lo tanto, la pérdida parcial

62. Grupo de Investigación en Multimedia, Universidad Militar Nueva Granada. Correos electrónicos: u1201569@unimilitar.edu.co; 1201598@unimilitar.edu.co; wilson.sarmiento@unimilitar.edu.co.

o completa del movimiento a veces implica más que la dificultad de realizar actividades, en muchos casos también conlleva un aislamiento social [2]. Incluso, dicho aislamiento puede aumentar debido a la dificultad de interacción con dispositivos tecnológicos, los cuales se han vuelto parte de nuestra sociedad y de nuestras interacciones sociales.

Trabajos anteriores han mostrado que las señales de electro- miografía de superficie (EMG) del brazo/antebrazo contienen información relevante sobre la actividad eléctrica producida por el proceso neuromuscular, durante la contracción o relajación, y por lo tanto es posible extraer algunas características útiles para identificar los movimientos producidos, en función de la actividad eléctrica medida [4]. Lo anterior ha permitido el diseño de sistemas de reconocimiento de gestos usando EMG, para fines de interacción con dispositivos tecnológicos. Es el caso de la propuesta de Oskoei y Huosheng, que mostraron que es posible la identificación de cinco movimientos de la mano con un rango de exactitud entre el 94 % a 99 % [6]. Trabajos similares proponen, por ejemplo, la detección de la muñeca y movimientos del dedo anular, con una precisión del 87,3 % [3]; o el reconocimiento de ocho gestos de la mano, con una exactitud entre 96,9 % y 99,65 % [6]. Incluso hay trabajos que presentan la manipulación de prótesis para personas con algunos videojuegos, disminuyendo el aislamiento social por la imposibilidad de uso de esta tecnología.

Metodología

Este trabajo muestra resultados preliminares que validan el uso del dispositivo Myo Armban, como una herramienta de captura de señales de EMG, para el reconocimiento de gestos realizados por una persona con parálisis parcial de miembros superiores. Se eligieron cuatro gestos predefinidos para el dispositivo Myo, los cuales se ilustran en la *Figura 1*.

Los gestos fueron realizados, haciendo 4 repeticiones, por una persona con parálisis parcial de miembros superiores y por una persona sana, ubicando el dispositivo en la extremidad derecha. El procedimiento se realizó de forma independiente ubicando el dispositivo tanto en el brazo y como en el antebrazo. Para cada una de las 8 señales capturadas con el dispositivo se hizo un procesamiento de datos con un ventaneo de segundos de duración – segundos de solapamiento para cada ventana de observación se tomaron como características la media, la varianza, la kurtosis, la entropía y las frecuencias principales del espectro de potencia de la señal.

Teniendo en cuenta el estado del arte, se hizo un proceso de clasificación usando una máquina de soporte vectorial (SV M) con un kernel polinomial, [7]. Se realizó una evaluación del clasificador usando un esquema 10-fold cross-validation. Los resultados se presentan en la *Figura 1*. Cada matriz de 4 4 muestran los resultados obtenidos para las señales de cada sensor, con los gestos ilustrados en la *Figura 2*.

Conclusiones preliminares

El primer resultado que se observa es la diferencia de los resultados con respecto a la ubicación de los dispositivos. En el brazo no fue posible diferenciar computacionalmente los cuatro movimientos, particularmente los gestos 2 y 3, para ninguno de los dos sujetos. En cuanto a los datos del antebrazo, se puede observar que los 8 sensores mostraron un rendimiento similar. Para el gesto de mano abierta del sujeto de discapacidad motriz se obtienen los resultados menos confiables. Al contrario, los gestos de abducción y cierre de la mano, mostraron buen rendimiento en ambos sujetos. El dispositivo probado mostró un rendimiento adecuado para el sistema que se quiere desarrollar, considerando que se usaron gestos no diseñados para la persona con discapacidad. Es necesario evaluar técnicas más completas de análisis de señales, como las propuestas en [1], y protocolos más robustos de captura y evaluación.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido posible por el apoyo de la Vice-rectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, código de proyecto INV-ING-2375.

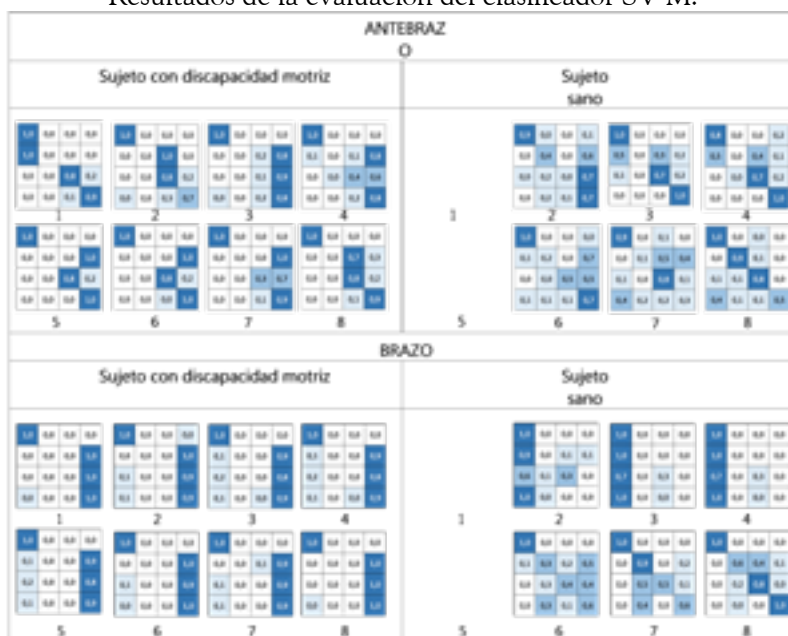
Referencias

- [1] MNEKLGN. J. A. Rubiano, J. L. Ramirez and O. Polit. El- bow flexion and extension identification using surface electromyography signals. European Signal Processing Conference, pages 644–648, 2015.
- [2] FC. et al. Literature Review on Needs of Upper Limb Prosthesis Users. Front. Neurosci, 10(0):209, 2016.
- [3] DKG. R. Naik and Jayadeva. Twin SVM for gesture classification using the surface electromyogram . IEEE Transactions on Information Technology, 14(2):301–308, 2010.
- [4] MSHMB. I. Reaz and F. Mohd-Yasin. Techniques of EMG signal analysis: detection, processing. Procedures Online, 8(1):11–35, 2016.

- [5] YC. N. Wang and X. Zhang. he recognition of multi-finger prehensile postures using LDA. 8(6):706–712, 2013.
- [6] M. Oskoei and H. Huosheng. Support vector machine-based classification scheme for myoelectric control applied to upper limb . IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 55(8):1956–1965, 2008.
- [7] S. R. Taylor, Craig L. The anatomy and mechanics of the human hand. Artificial limbs 2, (2):22–35, 1955

Figura 2.

Resultados de la evaluación del clasificador SV M.



Conclusiones

Este documento ha sido el resultado de la recopilación de un esfuerzo en conjunto de diversas instituciones e investigadores, donde se han propuestos diversas iniciativas y proyectos en curso que se vienen generando con la colaboración de la red HCI-COLAB. Los resultados parciales y finales de cada uno de los trabajos presentados, permitirán desarrollar futuras investigaciones y avances en los temas centrales de ingeniería de la colaboración, gamificación, educación inclusiva, entre otros.

Entre las conclusiones finales mas relevantes se pueden desatacar las siguientes:

- La implementación de sistemas interactivos en apoyo a procesos de educación para estudiantes en condiciones especiales pueden generar beneficios para los docentes en instituciones de educación brindando un recurso adicional que podrían utilizar como complemento de la clase. Adicionalmente, se considera el uso de las Tecnologías de la Información (TIC), como generadoras de estrategias para disminuir la brecha existente entre la tecnología y los niños ciegos, implementando este tipo de sistemas se pretende lograr una mayor inclusión en las aulas de clase regulares.
- La aplicación de técnicas como la gamificación, por tratarse de un conjunto de principios y elementos tecnológicos que permiten aprender mediante actividades dinámicas, facilita el desarrollo de habilidades para la inteligencia emocional mientras su uso esté acompañado de una adecuada estrategia de formación. Así mismo, se encuentra que existe una relación directa entre el uso de Gamificación y el desarrollo de habilidades para el manejo emocional, lo cual permite innovar en procesos de formación y enfocar las intencionalidades de aprendizaje hacia casos particulares (entornos personales de aprendizaje), por ejemplo: casos de formación con algún tipo de discapacidad cognitiva o en entornos totalmente virtuales. Con lo anterior se resuelve las preguntas de investigación formuladas durante la revisión sistemática inicial, pero a la vez se generan nuevos interrogantes que vale la pena explorar en futuros estudios.

El desarrollo de la ingeniería de software y computación tiene diversos campos de aplicación, no solo en la industria y sus derivados, sino en líneas de interés como la educación, la sociología, la cultura, la economía entre muchos otros, descubrir el potencial que tiene la investigación en este campo es el reto de la sociedad y el llamado a las instituciones universitarias.

En este sentido se viene desarrollando iniciativas y proyectos entre distintas disciplinas e instituciones para apropiar los conocimientos de la ingeniería de software y la computación en la aplicación de diferentes escenarios y desafíos a nivel social, tecnológico y cultural como el diseño de sistemas interactivo que sirvan como herramienta de apoyo para diversas aplicaciones como la salud, la apropiación de competencias como la lectura y la escritura; la mejora en la capacitación o entrenamiento de los empleados en las tareas diarias y operativas de las organizaciones. Asimismo, el estudio y profundización del desarrollo de tecnologías que contribuyan al manejo de las emociones en la formación en aspectos como el aprendizaje colaborativo, la adaptación social, la toma de decisiones, la capacidad de afrontar conflictos, es decir, lo que es conocido como inteligencia emocional.



editorialbonaventuriana



@EditBonaventuri



EditorialBonaventuriana



editorial-bonaventuriana