

Investiga. TEC

Enero del 2019

Año 12. No. 34. ISSN 1659-3383

TEC | Tecnológico
de Costa Rica



Presentación
(página 2)

El reto: Integrar tecnología, accesibilidad,
interculturalidad e interdisciplinariedad
(página 3)

La importancia de la historia en la experiencia
vital de la discapacidad y la inclusión
(página 4)

Sistemas sociotécnicos: integración de la
comunidad costarricense sorda y ciega en el
desarrollo de productos de apoyo
(página 6)

Fomentando la accesibilidad mediante
tecnologías de asistencia
(página 9)

EULER: editor STEM para personas
con discapacidad visual
(página 10)

Principios de animación digital aplicadas a
un editor de lengua de señas
(página 12)

Aproximación a una estructura gramatical
estandarizada de la LESCO
(página 14)

Accesibilidad digital: Diseñando para el
usuario
(página 16)

Modelización computacional de los rasgos
no manuales de LESCO
(página 19)

Atracción de fondos externos: proceso y
experiencia
(página 22)

Investiga.TEC es una publicación cuatrimestral de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Editora:
Marcela Guzmán O.

Comité Editorial:
Dagoberto Arias A.
Alexander Berrocal J.
Marcela Guzmán O.
Silvia Hidalgo S.
Ileana Ma. Moreira G.
Andrés Robles R.

Teléfonos:
(506) 2550-2315 ó
(506) 2550-2151

Correo electrónico:
vie-tec@itcr.ac.cr

Apartado postal 159-7050,
Cartago, Costa Rica

Diseño gráfico:
María José Montero V.
Xinia Varela S.

Diagramación e impresión:
Grafos S.A.
Teléfono 2551-8020
info@grafoslitrografia.com

L a tecnología es para todos

**Marcela Guzmán O.,
Editora
maguzman@tec.ac.cr**

Por un asunto eminentemente ético, pero también por aspectos prácticos, las tecnologías deberían servirle a todos los grupos de la población. Sin embargo, eso no siempre es así. Por el contrario, algunas tecnologías en lugar de facilitar las tareas han provocado una brecha entre las personas y les da ventajas a algunas sobre otras. Esta situación se hace especialmente notoria en grupos de personas con alguna discapacidad.

Con la convicción firme de que esto no tiene por qué ser así y que por el contrario la tecnología hoy ofrece grandes oportunidades para mejorar la vida de las personas, IncluTEC, grupo de investigación de interés de la Escuela de Ingeniería en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), se ha dedicado desde hace algunos años a

investigar y aplicar de manera concreta tecnologías que ofrezcan facilidades para las personas con discapacidad, principalmente sordas y ciegas.

Bajo el liderazgo del Dr. Mario Chacón Rivas, la Escuela integró un grupo interdisciplinario e intercultural, con distintas experiencias de vida y algunos de ellos mismos con discapacidad, para hacer frente al reto de desarrollar proyectos que impacten de manera positiva en la calidad de vida de estas personas, por demás productivas y creadoras, que solo requieren de herramientas que les faciliten hacer sus tareas.

Es así como el grupo, de la mano de quienes tienen la necesidad, y en el marco de lo que se conoce como *living labs*, investiga para desarrollar distintos productos tecnológicos que satisfagan necesidades concretas y urgentes para que -de una manera más fácil- estas personas pongan al servicio del país todas sus potencialidades.

En este primer número del 2019 les contamos qué está haciendo IncluTEC, cómo y por qué. Y los invitamos a comunicarse con el grupo, brindar sugerencias y visitar el proyecto. ■

Fotografía de portada



La imagen de portada presenta la figura del *avatar* -mujer y hombre- del proyecto traductor de LESCO.

Los diseños de ambos personajes son producto de la realimentación de la comunidad sorda en consulta y uso de la plataforma de LESCO, quienes recomendaban que para lograr mayor empatía y comunicación se debía tener un diseño apropiado y acorde a nuestra realidad y cultura. ■

El reto: Integrar tecnología, accesibilidad, interculturalidad e interdisciplinariedad

Mario Chacón-Rivas*
machacon@tec.ac.cr

El proyecto IncluTEC surge a partir de la urgencia de dar respuesta a situaciones particulares de algunos estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) con necesidades especiales.

En el TEC compartimos el pensamiento de que “la accesibilidad es un tema que nos interesa a todas las personas, no solo aquellas que presentan una condición de discapacidad, pues todas las personas nos vemos beneficiadas cuando contamos con herramientas que presentan condiciones de seguridad, autonomía, comodidad y naturalidad”.

Además en el TEC hemos aprendido a ver la discapacidad mucho más allá de los números y estadísticas, el abordaje de la discapacidad lo vemos con nombres y apellidos, en contextos de familia y por ello hemos venido trabajando en un ambiente inclusivo, integrador y participativo. Partiendo de esta premisa, IncluTEC -como grupo de interés del TEC- se dedica a desarrollar proyectos tecnológicos que promuevan la inclusión social y la accesibilidad.

Nuestro objetivo general se centra en fomentar la inclusión mediante la investigación aplicada e implementación de las tecnologías. De manera más detallada, perseguimos:

- Analizar el contexto de las poblaciones más vulnerables, mediante la investigación, con el fin de tener bases para el desarrollo de innovaciones sociales y tecnológicas.
- Desarrollar proyectos tecnológicos y accesibles para apoyar equiparación e igualdad de oportunidades para todas las personas.
- Promover a nivel nacional e internacional la accesibilidad, con el fin de contribuir en el mejoramiento de la realidad de las poblaciones más vulnerables.

IncluTEC es un equipo multidisciplinario que ha integrado la computación, el diseño gráfico y el diseño industrial con énfasis en interfaces, animación digital y hasta lingüística, para responder a soluciones tecnológicas

de apoyo en los procesos de comunicación y de aprendizaje.

Además, dentro de nuestro equipo de trabajo contamos con personas con discapacidad quienes nos apoyan y nos han capacitado. En el equipo tenemos el apoyo de tres personas sordas, dos personas con ceguera total y una persona con baja visión. Ellos han logrado que todos como equipo nos sensibilicemos en las realidades y cultura que vive cada grupo.

Otro gran aporte ha sido la participación de estudiantes procedentes de cultura indígena, quienes nos han aportado su apoyo como asistentes y, además, nos han compartido sus experiencias.

Los proyectos que hemos trabajado en IncluTEC son los siguientes:

1. Traductor de Lengua de Señas Costarricense (LESCO). Este proyecto da inicio en 2015 y 2016 desde el TEC Digital. A partir del 2017 se crea IncluTEC para continuar con el traductor, una herramienta que permite realizar la representación de un texto en español a su equivalente en la LESCO, basado en la gramática definida oficialmente por el Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva (CENAREC) y la comunidad sorda. Hace uso de una figura humana producida por computadora (avatar) que incluye expresiones faciales y mejora la forma de entender y percibir las señas. El objetivo general del proyecto es apoyar la reducción de las brechas existentes en el proceso de comunicación, por medio de una herramienta de innovación social que permite la representación del texto en español a su equivalente en LESCO.

2. Desarrollo de una plataforma de Gestión de Información sobre Discapacidad (SICID) para el Consejo Nacional de Personas con Discapacidad (CONAPDIS). Esta plataforma requirió ser accesible e inclusiva, lo cual nos llevó a incluir LESCO y pautas de accesibilidad visual basadas en las propuestas de la pautas WCAG 2.0 de la W3C.

Esta plataforma incluyó lenguas indígenas (bribri, cabécar, mgäbe y maleku). El SICID es una plataforma web desarrollada por IncluTEC para fortalecer las capacidades de Costa Rica en la generación de información adecuada y de calidad sobre discapacidad, que permita tomar las mejores decisiones como país para que las personas con discapacidad puedan ejercer plenamente sus derechos.

Este sistema cuenta con la participación de los sectores público y privado y con organizaciones no gubernamentales que apoyan el trabajo de la Red Nacional de Información sobre Discapacidad.

3. EULER, editor de recursos matemático para personas con discapacidad visual. Consiste en una herramienta científico-matemática accesible para personas con discapacidad visual, de cualquier nivel educativo. Facilita la lectura, exploración, edición, importación y exportación a diferentes formatos de recursos educativos matemáticos. Además, apoya el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a las personas con discapacidad visual y su comunicación con otras personas.

El trabajo desarrollado hasta el momento ha permitido observar que los puntos más altos del proyecto son:

- Herramienta multiplataforma
- Versión web y escritorio
- Acceso gratuito
- Importación y exportación en formato estándar MathML
- Uso de perfiles (paleta PISA según la OCDE).

La herramienta brinda medios a esta población para incursionar e interactuar en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (STEM, por sus siglas en inglés), entre los diferentes niveles académicos y etapas de aprendizaje.

4. Observatorio de Tecnologías Accesibles e Inclusivas (OTAI), que persigue desarrollar estudios de cumplimiento de accesibilidad y usabilidad en plataformas digitales de información. Este proyecto, además, ofrece capacitaciones sobre evaluación y cumplimiento de las pautas de accesibilidad y diseño de materiales inclusivos para redes sociales, entre otras.

5. Talleres de capacitación y formación sobre discapacidad y su abordaje en el desarrollo de soluciones tecnológicas así como en ambientes laborales.

Entre los principales de logros en este corto tiempo, se destaca que IncluTEC se ha vuelto referencia a nivel nacional en temas de desarrollos de tecnologías inclusivas, además de que es un grupo de trabajo que practica la inclusión día a día. ■

*Mario Chacón-Rivas es doctor en informática por la Universidad de Alicante y máster en ciencias de la computación y bachiller en ingeniería en computación por el TEC.

L a importancia de la historia en la experiencia vital de la discapacidad y la inclusión

La discriminación existe porque la reproducimos, la replicamos, actualizamos y normalizamos por costumbre.

Wilmer Rodríguez Vega*

A mediados del año anterior surgió la idea de impartir un taller sobre inclusión y discapacidad en IncluTEC, motivada por el hecho de que en dicho lugar se trabaja en proyectos, tecnologías y demás actividades dirigidas a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad (PCD), sus derechos y el acceso a la información.

Dicho taller quedó bajo responsabilidad del autor, quien lo orientó no desde la pregunta de ¿cómo hacer más y mejores espacios de inclusión para las PCD?, sino desde la pregunta ¿por qué se excluye a las PCD?

Claramente, dicha pregunta se responde al revisar la historia y ver cómo con el transcurso de los años el trato a las PCD ha variado y, por tanto, se ha sedimentado en costumbres que hoy damos por sentadas, reproducimos y actualizamos bajo nuevas prácticas, pero arrastrando muchas veces lo que era el pasado, aquello que Pierre Bourdieu entiende como *habitus*.

El taller

Recogemos aquí los principales hallazgos que la experiencia que este evento generó, esperando quede patente la importancia de hacer este ejercicio en otros espacios.

En IncluTEC se desarrollan proyectos de muy variados alcances, desde un editor matemático para personas ciegas, hasta un traductor de LESCO, pasando por validaciones de accesibilidad en procesos de desarrollo digital.

El taller sobre inclusión y discapacidad nace a partir de la importancia de alertar sobre condiciones laborales accesibles, lo cual suscitó la duda sobre la necesidad de que antes de hablar de inclusión laboral y espacios labo-



Wilmer Rodríguez en la IV Jornada de Accesibilidad Digital.

rales accesibles (lo que parecía relevante), se estableciera un piso más general de concientización y crítica; por ello, se propuso hablar de inclusión y discapacidad desde una visión más general, es decir, desde la experiencia de lo cotidiano, desde nuestras interacciones más mundanas con los demás, pues es allí donde nace la verdadera inclusión, si es que se quiere buscar una.

Para algunos, el abordaje que se dio al taller podría parecer un tanto aburrido; pero como filósofo y amante de la historia, el conductor hizo un abordaje histórico, iniciando con un recorrido sobre el desarrollo y evolución de la discapacidad en las distintas etapas de la humanidad. Pero para ello parecía que lo mejor no era solo hacer un recuento, una mera sucesión de datos históricos, sino mostrar con base en cada época, cuáles eran las costumbres o prácticas que se daban en torno a las PCD y a qué tipo de razón respondía dicho trato.

La primera sesión consistió en el recorrido histórico, en el que se elaboró una taxonomía de prácticas empleadas en la etapa antigua como lo son la cultura griega y Egipto como casos paradigmáticos; luego se presentó cómo en el desarrollo del Imperio Romano y sus estamentos dichas prácticas respondían a una sistematización de la Antigüedad, en especial la cultura de la guerra griega y la asimilación por Roma; sus actos de barbarie y poca tolerancia hacia las PCD verían una transformación con el surgimiento del pensamiento de institución y gobierno medieval, cuyas prác-

ticas de discriminación y castigo respondían a una razón divina.

Con el surgimiento de la Modernidad y debido a las variadas consecuencias de la Revolución Francesa del siglo XVIII, la discapacidad se empieza a ver como una responsabilidad del Estado y aparecen la salud mental y otras prácticas como la eugenesia positiva y negativa, que se extenderían hasta entrado el siglo XX. Este siglo se ve marcado por luchas de movimientos sociales en favor de la discapacidad y la reivindicación de lo que la historia le había quitado a esta población; su voz y su autonomía, así como sus derechos, marcan lo que puede leerse como el culmen de prácticas históricas que se ven contrastadas con una voz que no se ve reflejada en dichos tratos.

Todo este recorrido sirvió como punto clave de las acaloradas discusiones que se dieron en el taller y sus posteriores sesiones. La premisa que siempre se buscó establecer como punto de partida era que todo aquello que damos por sentado tiene detrás un aparato ideológico que se ve expresado en la praxis; y que la repetición y el trato a las personas con discapacidad, fuese positivo o negativo, tenía su razón de ser en todas estas prácticas y momentos de la historia y se ven sedimentados y disfrazados en nuestras sociedades actuales atravesando así el todo de nuestra cotidianidad.

En la segunda sesión se rompió el protocolo y de forma más práctica se hicieron actividades de sensibilización, tales como incomodar a las personas participantes con un simulador de distintas condiciones de ceguera o baja visión,

además de otras en relación con la población sorda, donde se enfrentaban a tareas básicas bajo la perspectiva de una PCD. Todo ello para que tomaran conciencia de que, aunque se tratara de una actividad lúdica, esta permite demostrar la realidad a la cual se enfrentan a diario las PCD.

Así, se llegó a la tercera y cuarta sesión reflexionando sobre cómo lo que hoy nos parece normal viene de cómo fuimos educados y convertidos en individuos aparentemente independientes. Todo este recorrido sirvió a los participantes del taller para sensibilizarse desde una perspectiva con matices filosóficos, siendo críticos desde sus propias experiencias vitales, pues la discriminación existe porque la reproducimos, la replicamos, actualizamos y normalizamos por costumbre.

Desde una perspectiva social, las PCD vienen a representar un llamado por una visión distinta del mundo, una que nos recuerde que todos, de una u otra manera somos interdependientes, tal cual lo sostiene la filósofa Judith Butler en sus escritos críticos. Cerramos el taller reconociendo que la inclusión, así como nuestro abordaje crítico, no está sujeto a premisas que se pretendan universales y que la importancia estriba en que lo mejor que podemos hacer como personas es que, ante la duda sobre el trato a las PCD, lo mejor es preguntar a quien tenemos en frente antes de asumir que sabemos cómo actuar.

Conclusiones

El objetivo del taller fue que, por un lado, se reconociera la importancia del abordaje histórico a la hora de hacer crítica, incluso de los supuestos que tenemos por accesibilidad. La medicina tiene un objetivo curativo que ve la discapacidad como una enfermedad; si se comprende su origen y su por qué es fácil abordar críticamente estos supuestos. Incluso la visión de trabajo digno supone que el individuo tiene también que ser digno de poder habitar esos espacios laborales; por tanto, un cuerpo con una condición de discapacidad ante esta lógica no es digno de poseer un trabajo y queda a merced de la asistencia social y la caridad.

El taller también buscaba que los participantes se preguntaran si en realidad somos autónomos o individuales e invitaba a preguntarse si más bien todos éramos interdependientes, sujetos los unos a los otros, porque lo único que parece verdadero es que, en realidad, todos somos vulnerables y que el trato digno a las PCD refleja cómo nos reconocemos como personas.

No se dieron en todo el taller pautas a seguir, ni siquiera se dio un manual para crear espacios de inclusión. Nos decantamos por una aproximación filosófica, por lo que nos dedicamos por cuatro sesiones a centrarnos más en preguntar, cuestionar y criticar todo cuanto creemos saber sobre inclusión y discapacidad;

y en que es más perjudicial dar cosas por sentadas como verdades absolutas que plantearse la duda. Para fines prácticos, una autocrítica nos permite no solo centrar la atención en nosotros mismos como agentes, sino también ser más sensibles ante la contingencia del mundo. El enfoque que le demos a un taller será bueno en tanto nos invite a reflexionar en torno a algo, nos modifique, nos haga más críticos; y este fue el objetivo final de nuestro taller. Para crear espacios de inclusión primero debemos replantearnos críticamente lo que estamos entendiendo por estos, analizando lo más defendido por todos cuando eso nos es confrontado, nuestra propia subjetividad.

Quisiéramos decir que el objetivo de dicho taller se logró; pero por su metodología y tipo de aproximación, la praxis de quienes participaron será la que responda esta duda. Nos gusta pensar que el solo hecho de que hayan participado es razón suficiente para decir que algo importante se logró al tener interés por el tema abordado. El taller fue impulsado por la Dirección de IncluTEC, pero su invitación se hizo de participación voluntaria. ■

*Estudiante avanzado de la carrera de filosofía en la Universidad de Costa Rica. Forma parte del equipo de validación en accesibilidad de páginas web e interfaces en IncluTEC.



En el marco de la IV Jornada de Accesibilidad Digital se llevó a cabo el conversatorio *Derechos humanos y acceso a la tecnología*.

Sistemas sociotécnicos: integración de la comunidad costarricense sorda y ciega en el desarrollo de productos de apoyo

Melissa Vallejos-Villanueva*
 mvallejos@tec.ac.cr
 Luis Naranjo-Zeledón**
 lnaranjo@tec.ac.cr
 Mario Chacón-Rivas***
 machacon@tec.ac.cr

Las personas con algún tipo de discapacidad constantemente deben enfrentarse a una sociedad que construye, o bien, refuerza barreras que les impiden desarrollarse. Es por esto que surgen unas iniciativas en IncluTEC -grupo de interés conformado en el Centro de Investigaciones en Computación (CIC) de la Escuela de Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)- y se desarrollan dos herramientas digitales de apoyo: un editor de señas para la comunidad sorda (PIELS) y un editor matemático accesible para la comunidad ciega (EULER). Ambas herramientas buscan ser puente desde y hacia las formas de comunicación y accesibilidad que utilizan dichas comunidades.

Los dos proyectos fueron desarrollados bajo el modelo conocido como *living labs* y los sistemas sociotécnicos. Los *living labs* son ambientes en los cuales los productos o servicios que se brindan se crean en conjunto y bajo la supervisión del público meta. Básicamente es una metodología en la cual las innovaciones son creadas y validadas colaborativamente en multi-contexto y entornos empíricos del mundo real [1].

En relación con lo anterior, los sistemas sociotécnicos se basan en dos premisas: la primera, que dice que “los sistemas de trabajo efectivos deben perfeccionar conjuntamente las relaciones entre sus partes sociales y técnicas”; y la segunda, que indica que “dichos sistemas deben administrar de una misma manera efec-

tiva la frontera que los separa y las relaciones con el ambiente” [2]. La puesta en práctica de estos sistemas es totalmente participativa, involucra a todos los interesados en el proceso del desarrollo de los proyectos.

Enid Mumford conocía el gran impacto que tendrían las tecnologías y sistemas de software en el ser humano y su investigación a lo largo de los años se centró, precisamente, en el impacto tanto en organizaciones como en el individuo. A raíz de su investigación creó un modelo llamado ETHICS por sus siglas en inglés, que significa *Effective Technical and Human Implementation of Computer Systems*, o bien, *Implementación efectiva, técnica y humana de sistemas computacionales*, una manera de reconocer la interacción entre la tecnología y las personas que produce sistemas de trabajo eficientes, tanto en lo técnico como en lo social para generar alta satisfacción laboral.

Este modelo es base para analizar el proceso de IncluTEC en la cocreación de servicios y productos junto a la población meta y explica en buena medida el resultado exitoso en los proyectos PIELS (Plataforma Internacional de Edición de Lengua de Señas) y EULER (en honor al matemático suizo del mismo nombre).

La metodología propuesta por Mumford se ha usado en el *living lab* de IncluTEC y consiste en 15 pasos bien identificados, enunciados en la Tabla 1.

ETHICS

Conviene en este momento hacer una retrospectiva de las bases del proyecto PIELS, para ejemplificar los modos en que se ha enfocado el apego a ETHICS.

En el 2015 se presentó por primera vez a la comunidad sorda el avatar del proyecto LESCO. Esta primera versión era un dibujo estilo manga, el cual solo traducía a español signado. Los representantes de la comunidad sorda señalaron varios aspectos por mejorar, por ejemplo las mangas distractoras y la falta de expresiones faciales que era evidente en la traducción. Esta etapa coincide con el primer nivel de participación definido por Mumford dentro del método ETHICS, denominado *consultivo*, en el cual un comité o equipo consulta a los usuarios sobre el efecto que esta herramienta tendría en ellos.

En 2016 se desarrolla una herramienta para editar señas y para crearlas se contrata a una facilitadora de LESCO, hija de persona sorda y parte de la comunidad sorda. Gracias a esta contratación se logra un acercamiento más acertado a la comunidad y cultura sorda y se realizó una convocatoria para presentar la segunda versión del avatar y llevar cabo el evento *Señatón 2016*, competencia que permitiría validar de forma más efectiva 1150 señas. Después de esta primera convocatoria iniciaron los trabajos de mejora y continuaron los talleres para capacitar a los mentores

Tabla 1. Etapas de la metodología ETHICS.

ETAPA	DESCRIPCIÓN
1	Determinar por qué cambiar. ¿Es necesario?
2	Identificar fronteras del sistema
3	Describir sistemas existentes (secuencia de eventos)
4	Análisis del sistema: tareas clave
5	Análisis del sistema: objetivos
6	Análisis del sistema: información relacionada
7	Diagnosticar posibles cuellos de botella
8	Diagnosticar necesidades de satisfacción laboral
9	Análisis a futuro: previsión de cambios
10	Asignar pesos a satisfacción laboral (basado en 7, 8 y 9)
11 y 12	Diseño organizacional del nuevo sistema y decisiones de hardware, software e interacción del humano con el computador (HCI, por sus siglas en inglés).
13	Detallar plan de trabajo del proyecto
14	Implementación
15	Evaluación del cumplimiento de objetivos



Los integrantes del grupo IncluTEC presentaron sus proyectos a los invitados especiales del Señatón 2018.

de la competencia en el uso de la herramienta y su dinámica. Todo ello debido a la afirmación de Mumford dentro del segundo nivel de participación llamado *representante*, que es cuando una selección cruzada de usuarios afectados por el cambio se une en un grupo de diseño. Esto garantiza que los representantes afectados por el cambio tengan los mismos poderes en el comité que aquellos que producen el cambio.

En noviembre del 2016 se llevó a cabo la primera competencia de validación digital de señas entre sordos de Costa Rica. Ante el éxito del evento, se contrató a dos personas sordas para trabajar en IncluTEC. Es en el tercer nivel de participación, llamado *consenso*, donde los representantes del personal son elegidos para formar el comité de diseño; actualmente se cuenta con tres personas sordas como cocreadoras de una herramienta con gestos básicos y movimientos corporales incluidos y de un editor de discursos que tiene un puente entre el español y la gramática de la LESCO.

Durante los años ochentas, ETHICS se amplió a 15 niveles [3], con una primera etapa que invita a la organización a cuestionarse si existe alguna necesidad de cambio. Esto llevó a consultar en *primera instancia* a la comunidad sorda y, gracias a su retroalimentación, se logró identificar los límites del sistema (se-

gunda etapa de la metodología); describir los sistemas ya existentes (tercera etapa); y analizarlos, es decir, identificar las tareas clave (cuarta etapa); plantear los objetivos (quinta etapa); y encontrar información relacionada (sexta). Luego se diagnosticaron los posibles cuellos de botella que pudieran representar riesgos para el proyecto global (séptima etapa).

En la octava etapa la recomendación es *realizar un diagnóstico de las necesidades* de satisfacción en el trabajo. Este diagnóstico ha resultado fundamental en el desarrollo de la herramienta, ya que si bien es cierto lo social ha influenciado mucho la parte técnica del desarrollo del traductor y sus complementos, la influencia también aplica al contrario. Un claro ejemplo de ello es cuando al realizar traducciones de textos a la LESCO, la herramienta no permitía expresar al 100% el mensaje por la imposibilidad de editar la cara y el cuerpo para contextualizar cada seña. Estos han sido factores técnicos que afectan socialmente al equipo de trabajo pues la productividad no resultaba tan eficaz como se esperaba y el producto final no satisfacía del todo a los editores: la herramienta técnica era limitante para realizar un buen trabajo.

La novena etapa invita a *analizar los requisitos futuros de la herramienta*, que en el caso de IncluTEC consiste en la posibilidad de lle-

var a cabo una traducción automática en dos vías: lengua oral a lengua de señas y viceversa. Para estos efectos se ha contratado a una especialista en lingüística y un colaborador se encuentra realizando su tesis doctoral a fin de sentar las bases conceptuales para una traducción de alta calidad.

En cuanto a la décima etapa, *asignar pesos a la satisfacción laboral*, se trabaja para disminuir las brechas de comunicación y aprendizaje que enfrenta el *living lab* de sordos, con cada uno de los productos o servicios desarrollados, pues se ha detectado que esto genera un sentimiento positivo al generar puentes y unir mediante tecnologías accesibles. En cuanto a las etapas 11 y 12 se ha diseñado el nuevo sistema organizacional, con los miembros de *living lab* recibiendo e impartiendo capacitaciones y talleres de diversas temáticas al resto de los compañeros. Esto no ha supuesto, en términos generales, mayores cambios a nivel de plataforma (etapa 12).

Las etapas 13 y 14 de esta metodología abarcan los procesos de *planeación e implementación*, respectivamente. En el caso de IncluTEC, la planeación e implementación del sistema sociotécnico ha requerido replantear varias veces el enfoque adecuado, pues ambas requieren de una especial sensibilidad hacia una comunidad con modos distintos de organizar su tiempo y su trabajo, pero dentro

Evolución del Avatar

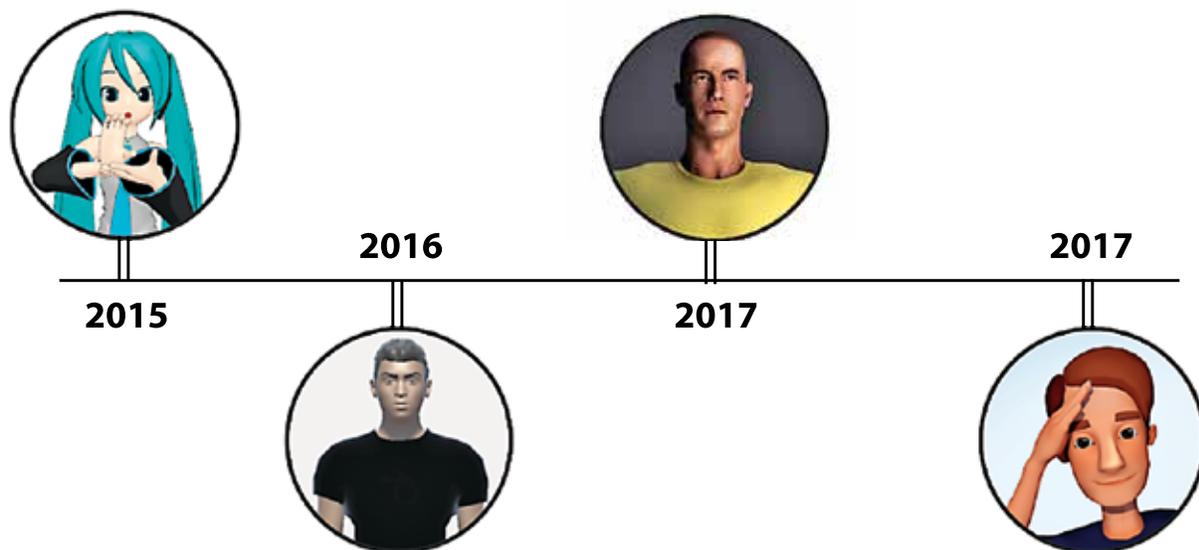


Figura 1. Evolución del avatar tomando en cuenta la retroalimentación dada por la comunidad sorda interna y externa de IncluTEC. El resultado final es esta figura humana aceptada por el público meta.

de un esquema laboral orientado a proyectos, que exige cumplimiento de objetivos con fechas de entrega y apego a estándares de calidad.

Por último, como se muestra en la Figura 1, se ha logrado obtener una herramienta informática que permite editar el rostro y el cuerpo; por lo tanto, el producto final será de más calidad y los editores estarán más satisfechos con su trabajo (etapa 15: Evaluación del *cumplimiento de objetivos*).

Conclusiones

Los *living labs* son parte de un sistema sociotécnico de alta complejidad pero que también propician grandes niveles de productividad. IncluTEC dispone de un *living lab* que por medio de la cocreación propicia la mejora de sus productos y servicios junto a los potenciales y futuros usuarios. Los miembros del *living lab* aportan en todo el proceso de los proyectos. Además, es un claro ejemplo del éxito que pueden tener los equipos de trabajo y los proyectos si se conforman grupos interdisciplinarios, que involucran activamente a todas las partes interesadas, se identifican realmente con las necesidades del público meta y se apasionan por crear solu-

ciones innovadoras, siempre abiertos a escuchar, mejorar y trabajar en equipo.

Pero no solo se obtienen conclusiones positivas para la organización sino también para la sociedad; por ejemplo, los usuarios al ser involucrados en todo el proceso no presentarán una resistencia frente a los productos de apoyo derivados de este, ayudarán a difundir la información correctamente y realimentarán objetivamente cada etapa. El conocimiento que adquieren es invaluable y además se asumen los proyectos como propios, lo cual es conducente a un éxito medible de manera inmediata para los productos tecnológicos y los objetivos que los proyectos persiguen.

Referencias

1. K. Feuerstein, K., A. Hesmer, K. Hribernik, K. Thoben, and J. Schumacher, 2008. "Living Labs: A New Development Strategy". European Living Labs (Schumacher, J. and Niitamo, V. P., Eds.), Wissenschaftlicher Verlag Berlin, Berlin, pp. 1-14.
2. K. Manrique, 2013. Desarrollo de Sistemas Socio Técnicos en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo de una empresa de servicios. Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú. [En línea].

Disponibile: <https://core.ac.uk/download/pdf/54226350.pdf>

3. Mumford, E. (1986). Using computers for Business, Manchester Business School, Manchester, UK. ||

*Melissa Vallejos-Villanueva es estudiante avanzada de psicología y de administración de empresas. Es miembro activo de la comunidad sorda costarricense. Actualmente, se dedica a coordinar el *living lab* de sordos de IncluTEC, además de realizar las labores de control de calidad en las traducciones a lengua de señas.

**Luis Naranjo-Zeledón es candidato a doctor en informática por la Universidad de Alicante, España. Es máster en administración de empresas por la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología y cachiller en computación y ciencias de la informática por la Universidad de Costa Rica. Cuenta con una amplia trayectoria en la vida académica así como de trabajo en la industria. Actualmente se dedica a la investigación de métodos computacionales para el tratamiento de lengua de señas en IncluTEC.

**Mario Chacón-Rivas es doctor en informática por la Universidad de Alicante, y máster en ciencias de la computación y bachiller en ingeniería en computación por el TEC. Ampliamente conocido en la industria informática costarricense, cuenta también con gran experiencia académica. Actualmente, es el director de IncluTEC.

Fomentando la accesibilidad mediante tecnologías de asistencia

• **Se realizaron ejercicios de empatía para que la población participante tuviese una mejor comprensión de la discapacidad visual**

Denis Solís Solano*

La accesibilidad es un factor importante a la hora de interactuar con algún sitio web o interfaz. El autor tomó en cuenta esta circunstancia para la realización del taller denominado “Promoviendo la accesibilidad, mediante el uso de NVDA”, ya que como usuario con discapacidad visual (ceguera), ha topado con programas o sitios web inaccesibles o poco *usables*.

Ante esta necesidad, el equipo de IncluTEC impartió el taller basado en una tecnología de asistencia o lector de pantallas de software libre como lo es *Non Visual Desktop Access* (NVDA), debido a que al ser gratuito está a un mayor alcance de la población con discapacidad visual.

Contenidos

Este taller se llevó a cabo en tres sesiones e incluyó aspectos como historia, la diferencia entre un lector de pantalla y un sintetizador, la configuración del software, modos de navegar por el sistema, navegación web y comandos básicos.

También se realizaron ejercicios de empatía para que la población participante tuviese una mejor comprensión de las necesidades de poder interactuar de las personas con discapacidad visual utilizando software o páginas web de forma accesible. Lo fundamental es desarrollar tecnologías que sean *usables*, entendiendo por usable lo que dice Martínez de Teja (s.f.): que el sitio sea fácil de aprender a usar; que no requiera de muchos pasos para ejecutar una acción en una interfaz o página web; que provea una experiencia satisfactoria y que cualquier persona con discapacidad pueda interactuar; que el lector sea capaz de informarse mediante mensajes de alerta y notificaciones; donde no se pierda tiempo en leer toda una interfaz en

la búsqueda de mensajes emergentes que no se sabe dónde pueden estar localizados o, del todo, pueden no estar etiquetados.

Sesiones

En la primera sesión se analizaron temas de historia del NVDA, revisión de sus menús más importantes, la guía de usuario y los comandos de sistema y propios del lector; también se hizo una revisión de los modos de navegación de NVDA y las referencias de órdenes rápidas. Esto es de suma importancia, ya que el uso de los lectores de pantalla de escritorio se realiza con el teclado.

Para la segunda sesión se abordó el tema de los sintetizadores, haciendo énfasis en que no es lo mismo un sintetizador que un lector de pantalla sino que, según la Universidad de Alicante (s.f.), el TTS (por sus siglas en inglés) es una aplicación que requiere todo lector de pantalla para que verbalice el contenido de la computadora que sale en pantalla.

También se abordaron los temas de los navegadores compatibles y más utilizados por la comunidad ciega y de baja visión, la navegación web y sus comandos con el fin de conocer la posibilidad de que los comandos rápidos se puedan usar en una página web, tal como los encabezados, botones y otros.

El autor hizo énfasis en los problemas de accesibilidad que ocurren cuando un título o subtítulo no está etiquetado como encabezado, ya que las teclas rápidas no funcionan para navegar por ellos; si los botones no están etiquetados surge el mismo problema y así con los demás elementos de una página web.

El autor manifestó todo esto como un llamado a la reflexión de los participantes, a fin de que se desarrollen interfaces que brinden una mayor usabilidad y accesibilidad al ser utilizadas por la población con discapacidad.

En la tercera sesión y al finalizar el taller, se realizó un conversatorio para interiorizar la importancia de la realización de interfaces accesibles; así mismo se tocaron temas de pautas de accesibilidad las cuales son importantes ya que, según Luján (2015), las páginas deben ser utilizadas por el mayor número de usuarios, independientemente de su conocimiento o habilidades.

También se realizó una charla corta sobre los lectores existentes que funcionan en Windows y otros sistemas operativos y se enunciaron las ventajas o limitaciones de un software libre

con énfasis en NVDA. Además, se evaluó un sitio con los ojos cerrados para evidenciar los problemas de accesibilidad e interacción con solo el teclado para la población objetivo y algunos complementos que se le pueden instalar al NVDA como apoyo.

Conclusiones

El taller permitió ver que el conocimiento sobre tecnologías de apoyo es vital para la población por parte de expertos en desarrollo/programación, ya que es un tema que demanda mucha información, misma que el autor, por su experiencia podía brindar desde un enfoque más vivencial.

La actividad fue muy enriquecedora para ambas partes, tanto para el autor como para el resto de participantes; los ejercicios de empatía brindan un acercamiento más vivencial a la realidad que puede enfrentar una persona ciega, o de baja visión, al interactuar con sitios web o interfaces poco accesibles y poco usables. Se cumplió con lo planeado, que era incentivar el desarrollo de páginas web e interfaces que cumplan con los requerimientos de accesibilidad y que puedan ser *usables* de manera óptima por personas con discapacidad visual, además de proveer de herramientas a los desarrolladores para que en futuros trabajos contemplen de forma óptima los estándares de accesibilidad en sus sitios web e interfaces.

Otros puntos a destacar son la empatía que debe primar en el grupo y tener en cuenta las necesidades de personas con discapacidad visual a la hora de usar tecnologías de la información.

Este tipo de talleres permite también que los usuarios sin discapacidad visual puedan hacer uso de las herramientas que utilizan las personas ciegas o con baja visión y, por ende, tener más cuidado a la hora de programar sitios accesibles si forman parte de un equipo de desarrollo web.

Esto no limita el alcance del taller a equipos de desarrollo sino que puede ser llevado a todas aquellas personas que tarde o temprano generarán material digital para disposición del público, del cual gran parte son personas con discapacidad que por derecho deben acceder a dicho contenido. ■

*Denis Solís Solano es evaluador de accesibilidad de aplicaciones tecnológicas (de web y de escritorio) y de interfaces de IncluTEC.

EULER: editor STEM para personas con discapacidad visual

Verónica Isabel Mora Lezcano*
vimora@tec.ac.cr
Josué Porras Fernández**
jporras@tec.ac.cr

La matemática es uno de los pilares del conocimiento humano. Ha sido utilizada desde la era paleolítica (época de las cavernas), con el fin de contar posesiones, comparar el patrimonio con otros y aumentar o disminuir las pertenencias [1].

Con el pasar de los años fue necesario aumentar el conocimiento matemático para llevar a cabo actividades de construcción y navegación; así, con el transcurso del tiempo, la matemática fue adquiriendo avances teóricos, hasta llegar a las abstracciones que utilizamos actualmente en actividades científicas, matemáticas y tecnológicas [2], y que han cambiado nuestra cultura, pensamiento y desarrollo intelectual.

Un ejemplo donde se evidencia la necesidad del uso de la matemática es en carreras afines a la ingeniería, pues requieren que los profesionales tomen decisiones técnicas constantemente, por lo cual deben estar acostumbrados a razonar en forma ordenada y dar como resultado decisiones claras y objetivas [3]. El estudio exploratorio sobre la importancia de la matemática afirma que esta es la herramienta que hace posible que un ingeniero pueda construir modelos, tomar decisiones, realizar diseños y controlar procesos de forma eficaz y confiable [4].

Acceso al contenido matemático para las personas con discapacidad visual

A pesar de su importancia y utilidad, el aprendizaje de la matemática se ha visto limitado para algunas personas con discapacidad visual, debido a la carencia de herramientas de software gratuitas y flexibles que propicien un entorno de aprendizaje.

Esta población requiere de tecnologías de asistencia para poder acceder a este conocimiento [5], lo cual ha ocasionado que algunos de-

sistan de estudiar carreras relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) [6].

Tal es el caso de Denis Solís, persona ciega, cuyo deseo era estudiar una carrera relacionada con la tecnología; sin embargo no lo hizo, al considerar que no tenía suficientes herramientas de apoyo para estudiar. Además, personas cercanas a él le describieron un panorama complicado (“al llegar al tercer año de la carrera se le va a complicar, porque ya no va a tener ningún tipo de tecnología de apoyo que le pueda ayudar”). Por estas razones Denis eligió una carrera de ciencias sociales, la cual decidió abandonar ya que no le satisfacía de forma profesional y personal.

El caso de Denis no es único y debido al constante crecimiento de las profesiones técnicas y de ingeniería, los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se han convertido en un asunto realmente importante. Sin embargo, este proceso no ofrece las mismas condiciones y facilidades para que todas las personas logren con éxito la adquisición de competencias matemáticas y se genera una gran brecha para las personas con discapacidad visual.

El proceso de aprendizaje de una persona con discapacidad visual es distinto; según datos de la Organización de Ciegos Españoles (ONCE), “el 80% de la información que se necesita para nuestra vida cotidiana, implica el órgano de visión”. Es por eso que la mayoría de las habilidades y el conocimiento que adquieren las personas, así como las tareas que realizan, se basan en información visual.



Figura 1. Población con discapacidad visual en Costa Rica (5,85 personas por cada 100 habitantes).

A nivel mundial, y según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [7], en el mundo hay 253 millones de personas con discapacidad visual, de los cuales 36 millones son diagnosticados con ceguera y 217 millones con discapacidad visual moderada o grave. También se estima que el número de niños menores de 15 años con discapacidad visual asciende a 19 millones.

En la actualidad, la población con discapacidad en Costa Rica está compuesta por 452 849 personas, que representan el 10,53% de la población. Además de esto, un 5,85% presenta alguna dificultad para ver [8], como se muestra en la imagen.

EULER

Esto evidencia la necesidad de desarrollar una herramienta que permita a las personas con discapacidad visual poder realizar procesos matemáticos de forma autónoma y natural, con el fin de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en todos los niveles educativos para que esta población tenga mayor participación en el ámbito científico y tecnológico.

Es por esto que IncluTEC, como grupo de interés del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), desarrolla un *Editor para Recursos Universales STEM EULER* (en honor al matemático suizo del mismo nombre). Este editor busca ser un puente de comunicación matemático entre las personas con discapacidad visual y otras personas, debido a que las herramientas existentes actualmente permiten representar de forma visual las expresiones matemáticas.

siones matemáticas o conservar la semántica de la expresión, pero no así conservar la semántica y representación que es interpretada por herramientas de apoyo, como lectores de pantalla.

Por ejemplo, la expresión 1, es representada como se muestra a continuación:

$$\frac{a^2 - b^2}{a + b} + c \quad \text{Exp.1}$$

Y un lector de pantalla como NVDA leerá el enunciado de alguna de las siguientes formas, dependiendo de la herramienta con la que se cree o se visualice:

- “Línea nueva 2 menos línea nueva 2 línea nueva más línea nueva más línea nueva”.
- “A 2 menos b 2 barra a más b más c”.
- “Barra invertida fracc abre llave a circunflejo 2 menos b circunflejo 2 cierra llave abre llave a más b cierra llave más c”.

Los diferentes modos de lectura se deben a si la expresión fue construida para o con Microsoft Word, o LaTeX.

En el caso de conservar la semántica de la expresión, el lector de pantalla verbalizaría *fracción a cuadrado menos b cuadrado dividido por a más b fin de fracción más c*; sin embargo, visualmente la Exp. 1 sería representada como:

$$a^2 b^2 a b c \quad \text{Exp.2}$$

La expresión 1 es accesible para personas que pueden ver la representación, pero no es accesible para personas con discapacidad visual; al contrario, la expresión 2 es accesible para esta población, pero resulta casi imposible para una persona que utiliza la representación visual poder determinar que la expresión es una fracción.

Ante esta situación las expresiones creadas utilizando EULER conservan la representación usual y mantienen la semántica de la expresión; es decir, la ecuación 1 es representada visualmente como $\frac{a^2 - b^2}{a + b} + c$

y verbalizada de forma lineal por el editor como “Fracción de a cuadrado menos b cuadrado dividido por a más b Fin fracción más c”. Además, EULER posee distintas características de edición, dentro de las cuales destacan:

- Representación lineal de expresiones matemáticas para personas con discapacidad visual.
- Representación en modo árbol de expresión, lo cual permite al usuario saltar entre los diferentes términos.
- Creación de paletas de símbolos personalizadas; el usuario decide los símbolos mate-

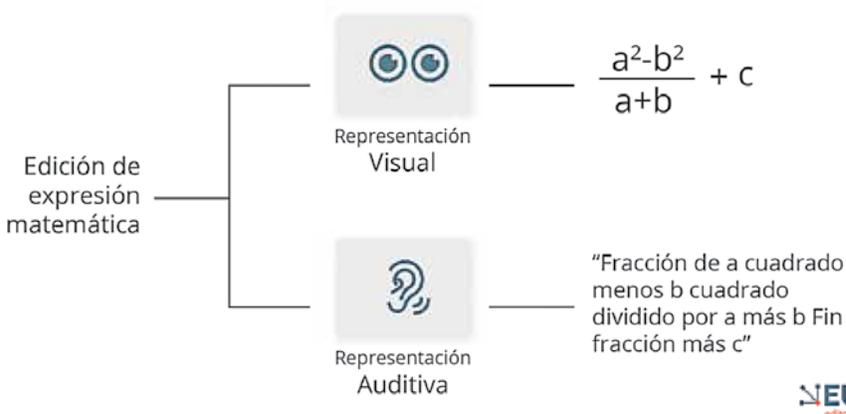


Figura 2. Representación visual y auditiva de una expresión matemática al utilizar el editor.

- máticos a incluir en su perfil, por ejemplo, paleta PISA para realizar el examen de bachillerato.
- Importación y exportación de documentos, lo cual permite compartir recursos matemáticos.
- Versión escritorio y versión web.

Las siguientes figuras muestran el área de edición de texto y expresión matemática del editor; en ambas pantallas el usuario tiene la región de edición y diferentes opciones donde puede buscar símbolos organizados por categorías o establecer diferentes formatos de texto.

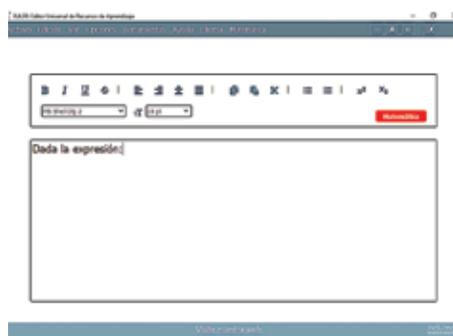


Figura 3. Área de edición de EULER.

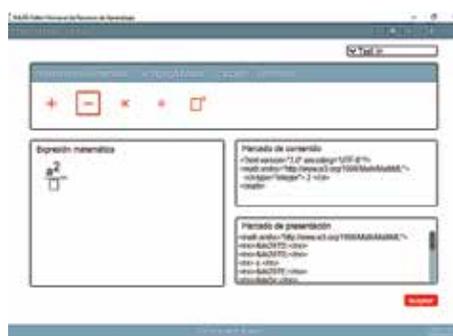


Figura 4. Área de edición de la expresión matemática.

Como proyecto de investigación en proceso, EULER busca reunir las características deseables de un editor matemático para personas con discapacidad visual y con vista, ofreciendo un entorno multi-plataforma, accesible, autónomo, gratuito y que no requiera de asistentes para su uso, para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y otras disciplinas.

La primera versión está diseñada para facilitar la edición de fórmulas matemáticas hasta el nivel de secundaria; sin embargo, se prevé que en el futuro también será posible editar fórmulas con una mayor orientación a la física y la química hasta el nivel universitario, con una interfaz en diferentes idiomas como inglés, español, francés, alemán y portugués, “para convertir a EULER en un editor de STEM cada vez más accesible” [6]. ■

*Verónica Mora Lezcano es ingeniera en computación y estudiante de la carrera Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos, ambas del TEC; investigadora de métodos computacionales para la representación semántica y visual de contenido STEM. Actualmente se desempeña como Lead Software Engineer en el proyecto de investigación Euler.

**Josué Porras Fernández es ingeniero en diseño industrial y estudiante de la Licenciatura de Ingeniería en Diseño Industrial con énfasis en Comunicación Visual; investigador en diseño visual accesible, ha brindado talleres en diseño visual accesible como forma de innovación social. Actualmente se desempeña como diseñador para IncluTEC, aplicando procesos de diseño y pruebas de usabilidad a personas con discapacidad.

Ambos trabajan en el grupo IncluTEC del Tecnológico de Costa Rica.

Principios de animación digital aplicadas a un editor de lengua de señas

Carlos Ramírez Trejos*
carlos.ramirez@itcr.ac.cr

Introducción

En el proyecto de la plataforma de lengua de señas (PIELS) se cuenta con la representación de un personaje animado o avatar para lograr articular la lengua de señas costarricense (LESCO). Es una necesidad en este tipo de proyectos crear un avatar con la técnica de animación digital y la aplicación de los principios de animación de Disney, que sea capaz de articular una lengua de señas. Este avatar debe seguir las reglas gramaticales de la LESCO [7] [8] [9], que formalizaron y dirigieron la comunidad sorda costarricense junto con el Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva (CENAREC).

A continuación explicamos cómo se usaron los principios de la animación para que nuestro avatar fuese más natural al moverse y tuviese personalidad.

Principios de la animación

A principios del siglo pasado varios animadores se enfrentaron con el problema de crear “ilusión de vida” [1] a dibujos hechos en una hoja de papel. En la década de 1930 este problema fue 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 tener cualquier secuencia de imágenes yuxtapuestas para que los personajes y objetos se movieran con naturalidad y personalidad, a los cuales llamaron “Los doce principios de la animación” [1]. El mismo problema vuelve a surgir cuando se empiezan a crear animaciones generadas por computadora (CGI) en las décadas de 1970 y 1980, para lo cual John Lasseter, fundador de Pixar, aplica el paradigma de Disney y escribe “Los doce principios de la animación tradicional aplicados a los gráficos generados por computadora” [5]. Estos requisitos, una vez más logran convencer al público de que los píxeles tienen “vida”.

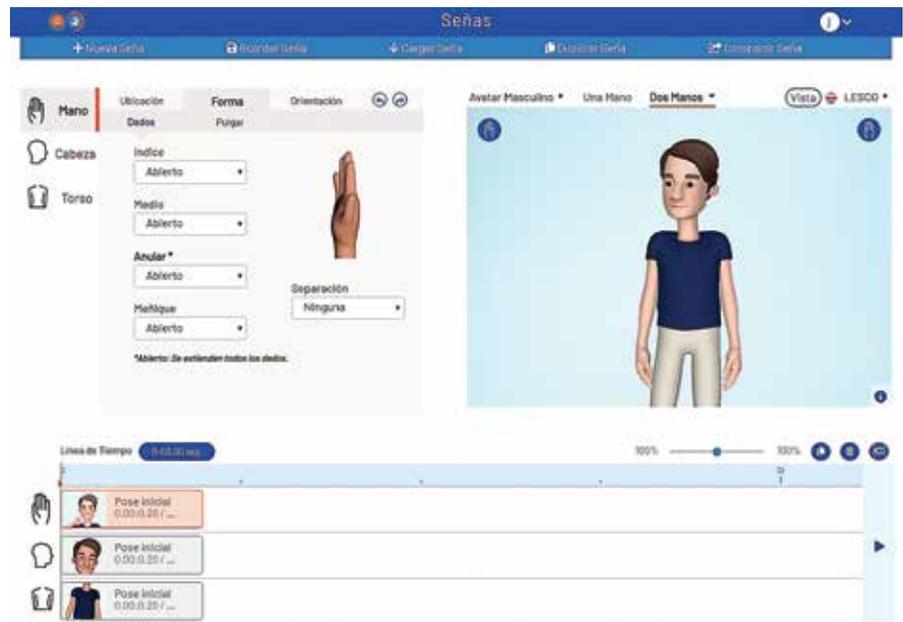


Figura 4. Interfaz de editor de señas PIELS.

Siguiendo estos hitos, podemos decir que es válido aplicar este paradigma a nuestro avatar digital. Sin embargo, para efectos de la aplicación a un avatar de lengua de señas no se recomienda la aplicación de todos los principios, lo cual será explicado posteriormente. Esta es la lista de los principios de la animación propuestos por Walt Disney y su equipo: animación directa/pose a pose, sentido del tiempo, estiramiento, colocación/diseño de escena, aceleración/desaceleración, dibujo sólido, arcos, acciones secundarias, acción traslapada y superpuesta, exageración, atractivo/empatía.

1. Animación pose a pose y directa

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 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. Para el PIELS se utilizó la metodología de pose a pose y se crearon controles para las posibles configuraciones manuales, 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 reproducirlas.

2. Sentido del tiempo

Es la velocidad, ritmo o pausas que se dan en una acción. Define peso y tamaño de un objeto o personaje 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. En el desarrollo del PIELS se utilizó un motor de juegos multiplataforma o entorno de desarrollo de videojuegos (IDE), el cual utiliza 30 cuadros por segundo. Para el editor se diseñó una línea de tiempo donde el usuario puede introducir valores de segundos o milisegundos para las transiciones de poses, la línea de tiempo y control de tiempo de transiciones.

3. Estiramiento, compresión y exageración

Este principio elimina la aparente rigidez de un objeto al ser animado. 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 compresión y extensión. [6] El presente principio, junto con el de exageración -que implica una hiperbolización o acentuación comedita- se usaron en las expresiones faciales creadas para el avatar, considerando el alto grado de expresividad que implica el rostro humano. Para el avatar se aplicó este principio principalmente en las animaciones faciales, que son muy importantes en la lengua de señas.

4. Colocación o diseño de escena

Se define como el principio donde la idea o concepto que se presenta sea completamente claro. Se nutre de diversos campos tales como: las artes dramáticas, la psicología, la naturaleza e impacto de la iluminación, y la cinematografía, entre otros. Sin embargo, en el caso del PIEELS la prioridad es la efectiva comunicación del mensaje por medio de señas. A continuación se presenta la interfaz generada para el editor de señas PIEELS.

5. 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 con respecto a la acentuación de los movimientos. Para cumplir con este principio se implementó un algoritmo de suavizado de curvas directamente en el IDE, para que le diese mayor naturalidad a los movimientos del personaje según las acentuaciones de movimientos de la seña en particular.

6. Dibujo sólido/attractivo/empatía

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 humana, además de la correcta deformación anatómica particularmente en cuanto a las características corporales y faciales del avatar. El principio de empatía es, según Lasseter [5], de los conceptos más ambiguos y difíciles de

aplicar y se define como “un diseño placentero, con elementos de simplicidad, magnetismo y conexión con el usuario”. Para el atractivo del avatar se optó por una estilización de la figura humana. En la figura 5 se presenta primero el avatar que se usaba antes y de segundo el estilizado.

7. Arcos

Casi la totalidad de los fenómenos cinemáticos en la naturaleza se da en arcos [5]. En el editor se implementaron algoritmos que siguieran las trayectorias de arcos para el avatar.

8. Acción secundaria/acción traslapada y superpuesta/anticipación

La acción secundaria plantea que al darse 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: cabello, ropa, aretes, etc. Y la anticipación es necesaria para saber qué va a hacer el personaje antes que realice una acción principal. Al igual que en el principio de colocación, no se recomienda usar estos principios pues son elementos distractores para la efectiva transmisión del mensaje en el avatar.

Conclusión

A diferencia de versiones anteriores del editor de señas, donde no se contemplaban estos principios, los comentarios de los usuarios eran negativos con respecto a la apariencia

y movimientos del avatar. Sin embargo, al aplicar estos conceptos y mediante validaciones como entrevistas y pruebas heurísticas realizadas a usuarios de la comunidad sorda costarricense, se comprobó que esta versión del avatar tiene mucha más aceptación por parte de los usuarios. El uso de un avatar estilizado 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 de eso, 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.

Referencias

- [1] Thomas, F. and Johnson, O. (1981). The Illusion of Life—Disney Animation, Walt Disney Production.
- [2] Blair, Preston. Animation. Walter T. Foster, Santa Ana CA, 1949.
- [3] Whitaker, Harold and Halas, John. Timing for Animation. Focal Press, London, 1981. 31. White.
- [4] Graham, Don. Transcripts of Action Analysis Class with Bill Tytla. June 28, 1937.
- [5] Lasseter, J. Principles of traditional animation applied to 3D computer animation. SIGGRAPH 87.
- [6] Thomas, Frank. Can Classic Disney Animation Be Duplicated On The Computer? Computer Pictures, Vol. 2, Issue 4, pp. 20-26, July/August 1984.
- [7] CENAREC. Gramática de la LESCO. Oct. 2002. [En línea]. Disponible en: <http://cenarec-lesco.org/index.php/grammar/personal-68>. [Accesado: 9-Nov-2018].
- [8] Oviedo, A., Ramírez, C. (2013). Proyecto LESCO. (2011-2013). Das Zeichen, 27 (95), 358-381.
- [9] Oviedo, A. (2012). Descripción General Básica de la LESCO.
- [10] Ekman, P. (1975). Unmasking the face. New Jersey, Lawrence. ■

*Carlos Ramírez Trejos es licenciado en animación digital; trabaja en la elaboración de avatares digitales y en sistemas de animación que permitan una mayor naturalidad en la articulación de la lengua de señas.



Figura 5. Comparación de avatares.

Aproximación a una estructura gramatical estandarizada de la LESCO

Carlos Céspedes Castillo*
ccspedes@itcr.ac.cr
Fabián Montero**
fabianmontero1998@gmail.com

Resumen

La gramática de la Lengua de Señas Costarricense (LESCO) actualmente no está definida de forma absoluta. Esto hace que su validación no se realice de manera estandarizada. Tomando en cuenta que la LESCO es la lengua materna de al menos 20 000 personas sordas en Costa Rica, es necesario que exista un consenso acerca de cómo corregir, estandarizar, validar y estructurar esa gramática. El objetivo principal de esta investigación es sentar las bases para una gramática de LESCO completa y desarrollar una metodología para validar discursos de LESCO utilizando la gramática desarrollada. Al integrar esta nueva gramática y la metodología de validación con un sistema de traducción con avatares, se producirá una herramienta completa e integrada de traducción de la LESCO.

I. Introducción

La lengua de señas es la lengua natural y materna de las personas sordas, entendiendo que lengua posee el mismo significado que idioma. La lengua de señas es hablada por entre 15 000 y 20 000 personas sordas aproximadamente y también por personas sordo-ciegas. Posee estructura gramatical y cumple con las reglas lingüísticas, incluyendo las formas manuales, la expresión gestual y la expresión corporal. La LESCO surgió en Costa Rica entre 1970 y 1980. Es una lengua utilizada únicamente en Costa Rica pues la lengua de señas no tiene un carácter universal y cada país tiene su propia lengua. Es por esto que no se debe confundir con lenguaje, que es el conjunto de señales o signos que sirven para comunicar algo, es decir, las formas a través de las cuales se puede expresar una idea, por ejemplo: oral, escrito, manual, gestual, lenguaje corporal, sonido, pintura, etc.

De acuerdo con los resultados del censo del 2011, en Costa Rica hay 70 709 personas sordas. Dentro de este grupo se encuentran personas con hipoacusia, pérdida total auditiva (niños, adultos y adultos mayores por diferentes motivos de enfermedad), sordos de nacimiento de carácter hereditario y personas con pérdida auditiva por otras enfermedades.

La comunidad sorda está constituida por un grupo de personas sordas que usan la lengua de señas y son portadores de la cultura sorda. Esto significa que tienen sus propias tradiciones, costumbres y códigos culturales, que permean sus perspectivas de comunidad, derechos e identidades. Algunos espacios son sedes importantes de las personas sordas usuarias de la LESCO, como por ejemplo la Asociación Nacional de Sordos (ANASCOR), las reuniones informales en la Plaza de la Cultura y otros espacios privados y actividades públicas como el Festival Internacional de Sordos (FIS).

Las personas sordas aprenden y utilizan la lengua de señas en las escuelas, colegios y actividades sociales. En la actualidad pueden aprovechar la tecnología como medio de comunicación que permite utilizar videos en LESCO, posts o *vlogs* en LESCO, video-llamadas, mensajes de video e intérpretes en las noticias.

Sin embargo, las personas sordas desconocen la gramática completa de LESCO, ya que no hay libros ni manuales de ejercicios para Costa Rica. Esto a pesar de ser usuarios activos, capaces de hablar en LESCO de forma fluida, sin necesariamente tener conocimientos de la gramática. El acceso a los recursos gramaticales está limitado a la página web del Diccionario de LESCO del Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva (CENAREC). Esta es una de las causas por las cuales las personas sordas no saben sobre la existencia de la gramática o no tienen acceso a los recursos web por falta de información y canales de divulgación.

II. Gramática de una lengua de señas

El CENAREC, junto con lingüistas y personas sordas, ha liderado las dos iniciativas más importantes relacionadas con la gramática de la LESCO: diccionario y gramática. Ambos proyectos finalizaron en el 2013.

Según Chacón y Serrato (2015) citando a Retana (2011), la LESCO se ha conformado como la conocemos hoy en día gracias a una

serie de influencias y acontecimientos históricos. La Lengua de Señas Americana (ASL, por sus siglas en inglés), por ejemplo, ha sido una gran influencia en la LESCO pero con variantes regionales que han ido transformándose desde la década de 1980.

Esta transformación se da cuando algunos términos o señas caen en desuso frente a otras nuevas. ¿Cómo se registran estos cambios? Mediante iniciativas para la creación de diccionarios que documenten las variaciones que suceden a lo largo del tiempo.

El Proyecto de Descripción Básica de la LESCO, formulado por CENAREC, tenía justamente ese objetivo. Es en este documento donde se detallan los siguientes niveles de análisis gramatical:

a) Nivel fonético-fonológico: Corresponde a las partes sin significado en que pueden analizarse las señas. Se revisan cuáles formas de la mano, cuáles orientaciones, movimientos, ubicaciones espaciales y rasgos no manuales usa la LESCO para acuñar y modificar sus señas y de qué manera se combinan entre sí estos elementos.

b) Nivel morfológico: Aborda la estructura de las señas considerando aspectos técnico-semánticos: de qué manera cambian de forma las señas para introducir en las oraciones ciertas informaciones gramaticales como clase, aspecto, modalidad, persona y número, entre otros.

c) Nivel sintáctico: Se consideran las reglas seguidas por las señas para combinarse unas con otras en secuencias complejas tales como frases y oraciones.

d) Nivel discursivo: Principios relativos a la organización del texto, es decir, a los niveles superiores al sintáctico, que deben tomarse en cuenta para participar correctamente en conversaciones en LESCO (Proyecto de Descripción Básica de la LESCO, 2008).

III. Trabajo relacionado

a. Editor de señas y editor de meta

El editor de señas es un programa de traducción para crear señas que incluyen gestos, movimientos corporales y formas manuales. Esto significa que de forma simultánea se crea una seña con gesto, movimiento corporal y forma manual.

Por su parte, el editor de meta es un programa de traducción para combinar las señas, de

manera que se pueda construir el discurso mediante frases y oraciones complejas. Este editor sirve para crear los textos en LESCO de forma manual.

Ambos son parte del proyecto Traductor de LESCO de IncluTEC, grupo de investigación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).

Un aspecto vital es que los editores sean personas sordas que ejecuten el papel de traductores. De esta manera se asegura una traducción de alta calidad, pues son ellos quienes poseen un dominio alto de la lengua de señas y pueden traducir del español a la LESCO.

En la etapa en la que se encuentra el proyecto actualmente no existe la traducción automática del español a la LESCO, por lo que todo el trabajo de traducción debe realizarse de manera manual.

b. Papel del traductor sordo

El traductor sordo juega un papel crucial dentro del proceso de edición de señas y edición meta. Es este quien crea las señas de acuerdo con los textos con los que se está trabajando, de manera veraz, certera y profesional.

Actualmente, al concluir este proceso los traductores sordos presentan en reunión de validación las señas traducidas. Sin embargo, este proceso de validación no contempla -en esta etapa- las reglas y estructura gramatical. El trabajo de traducción por parte de las personas sordas involucra distintos niveles de complejidad en los textos: básico, intermedio y avanzado.

Un texto básico involucra oraciones simples, con construcciones gramaticales sencillas; por ejemplo, cuentos, anécdotas, narraciones sencillas o noticias. Por su parte, un texto intermedio involucra términos complejos para los cuales no existen señas y depende de la forma manual y el contexto para que sean comprendidos. Estos textos implican creatividad por parte del editor para asignarles el significado correcto.

Finalmente, los textos avanzados implican terminología especializada referente a documentos de carácter técnico o de instituciones específicas, por ejemplo la Convención de Derechos de las Personas con Discapacidad.

IV. Propuestas de desarrollo

1. Trabajo interdisciplinario

En primer lugar, es importante comprender este trabajo como un esfuerzo que involucra

a diversos actores: personas sordas usuarias de LESCO, traductores sordos, programadores y lingüistas. Para lograr esto es necesario formar un equipo de trabajo interdisciplinario que permita fortalecer todas las áreas anteriores y conseguir un mejor resultado.

Por eso, es importante iniciar investigaciones de las fuentes oficiales relacionadas con la lengua de señas de otros países y su respectiva gramática. Esto es un trabajo que corresponde al área de la lingüística y por eso es que esta investigación recomienda la incorporación de un profesional de esta área dentro del proyecto.

Además, las reuniones de validación deberían incorporar siempre profesores sordos y lingüistas sordas para discutir, analizar, investigar, opinar y proponer. En este proceso se pueden recopilar las señas ya existentes para estudiar las formas manuales e identificar su uso, su gramática propia y su contexto de uso, así como analizar las señas no existentes en LESCO pero sí utilizadas en español, de manera que se pueda hacer un ejercicio de interpretación y brindar la información correcta a las personas sordas.

Todo lo anterior permitirá iniciar el proceso de creación de una gramática completa de LESCO, contribuyendo así al enriquecimiento de la lengua de señas costarricense.

2. Validación de la estructura gramatical: involucramiento de la comunidad

Fuera del círculo de profesionales que participan en la creación, edición y validación de señas, es muy importante que la propia comunidad sorda forme parte de este proceso, de manera que el discurso del editor sea validado por personas usuarias de la lengua. Esta validación permitirá confirmar la gramática de un discurso previamente creado por traductores sordos, además de la validación de las señas utilizadas. Tal y como se explicó anteriormente, existen diferentes grados de complejidad en los textos que se traducen por lo que es el traductor quien interpreta los textos y los traduce en discursos. Considerando que actualmente solo se validan las señas, es muy importante validar también la gramática construyendo así un corpus de conocimiento que puede ser validado y utilizado por la comunidad. Esto incluye también la validación de expresiones gestuales, visuales y corporales incorporadas en el discurso.

Tomando en cuenta que la gramática del español y la gramática de la LESCO son diferentes, es vital respetar la estructura de cada idioma y no mezclar ambos en las traducciones para evitar confusiones y lograr una comunicación clara y fluida.

Finalmente, todos estos esfuerzos serán en vano si la comunidad sorda no tiene acceso a los resultados de estos análisis y validaciones. Por eso, es vital que el corpus de conocimiento creado esté a disposición pública, disponible para ser utilizado por personas sordas, investigadores de la lengua y oyentes usuarios de la LESCO. La publicación de documentos, manuales, videos y otros tipos de materiales visuales son vitales para democratizar el conocimiento.

V. Conclusiones

Gracias a esta investigación es posible concluir que para llegar a una aproximación de una estructura gramatical estandarizada de la LESCO, es vital involucrar a los propios miembros de la comunidad sorda.

Es por eso que herramientas tecnológicas como los editores de señas y meta de IncluTEC, deben apostar por un trabajo interdisciplinario que involucre profesionales de distintas áreas del conocimiento.

Así mismo, debe tomar en cuenta la validación no solamente de las señas sino de la estructura gramatical completa, incluyendo los gestos, la forma manual y la expresión corporal como parte de esta.

Para llegar a esta validación es crucial que la información esté al alcance de todos los involucrados y de la comunidad en general, de manera que el corpus de conocimiento respecto a la estructura gramatical estandarizada de la LESCO sea un conocimiento que se construye en conjunto. ■

*Carlos Céspedes Castillo. Persona sorda, editor de señas del proyecto Traductor LESCO. Formó parte del equipo organizador de la segunda versión de la competencia *Señatón 2018*, en la que también se desempeñó como juez. Profesor de Lengua de Señas Costarricense (LESCO).

**Fabián Montero Villalobos. Estudiante de ingeniería en computadores en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. En IncluTEC se desempeñó como asistente en automatización de procesos de investigación. Además, es aliado activo de la comunidad sorda.

Accesibilidad digital: Diseñando para el usuario

Karla Araya Orozco*

karaya@itcr.ac.cr

Gabriela Delgado Quesada**

gadelgado@itcr.ac.cr

Josué Porras Fernández***

jporras@itcr.ac.cr

¿Sabías que más de mil millones de personas en todo el mundo tienen alguna discapacidad [1], y que esta condición es producida por las barreras de acceso que nosotros mismos hemos generado...?

Todo empieza con el diseño, es decir, las decisiones que tomemos en esta etapa impactarán positiva o negativamente en la accesibilidad y usabilidad.

Por ejemplo, con el fácil acceso a la tecnología para llevar a cabo actividades de la vida cotidiana, si pensamos en realizar una transacción bancaria se supone que una persona desde la comodidad de su casa lo puede hacer de forma rápida y segura. Pero ¿qué pasa con una persona ciega que navega por el sitio haciendo uso de productos de apoyo, como el lector de pantalla por medio del teclado? ¿Cuenta este proceso con las mismas facilidades?

Muchos sistemas digitales no toman en cuenta la accesibilidad al diseñar y desarrollar sus sitios, por lo que estas personas se ven excluidas del proceso tecnológico, deben visitar presencialmente las entidades en las que desean realizar trámites sencillos y son afectadas por factores como tiempo y entorno.

El contemplar desde el inicio del proceso de diseño todas las necesidades del usuario, especialmente de aquellos con alguna deficiencia, permite generar una solución que simplifique el uso del producto digital.

La accesibilidad se debe incluir en cada paso del proceso de diseño para obtener un producto accesible; además, este proceso no se limita solamente a un tipo específico de metodología sino que cualquier metodología

puede ser aplicada con accesibilidad, si se le realizan las adaptaciones pertinentes.

Con el objetivo de fomentar la inclusión social mediante la investigación aplicada e implementación de las tecnologías, IncluTEC ha centrado su atención en la diversidad de la población, en especial el segmento con discapacidad física y sensorial, para la que ha destinado esfuerzos creando un entorno de *living lab* o laboratorio vivencial. Este consiste en un ecosistema centrado en el usuario en donde este se integra como parte del equipo en procesos de investigación e innovación. Esto con el fin de lograr un enfoque de co-creación mediante la exploración, experimentación y evaluación [2], permitiendo detectar y corregir errores graves de usabilidad y accesibilidad previo a los procesos de validación de usuario y propiciar que estos se den con mayor naturalidad. Partiendo de nuestra experiencia en el desarrollo de este tipo de proyectos, a continuación brindamos una serie de recomendaciones que pueden ser consideradas durante el proceso de diseño.

Comenzar con el pie derecho, accesibilidad desde el inicio

Pensar en cómo solucionar las cosas desde el inicio. Para esto existen guías de cómo abordar una investigación de diseño, por ejemplo la metodología *Design Thinking*. En primera instancia se debe *empatizar* con el usuario, conocer sus necesidades y entender su día a día como persona con discapacidad, de forma que

podamos entender qué problemas experimenta en medios digitales; muchas veces se trata de perder el miedo y preguntar al usuario. El segundo paso consiste en *definir*, es decir, analizar e interpretar la información que se encontró en la etapa anterior. Entendiendo esto pasamos a la etapa de *idear*, en la cual podemos hacer uso de técnicas de creatividad para imaginar e investigar soluciones, siempre de la mano con el usuario y realizando adaptaciones al proceso según sus características. Por ejemplo uso de braille, lengua de señas y alto contraste, entre otros. Una vez que hemos buscado soluciones debemos de *prototipar* tomando en cuenta pautas y guías de accesibilidad, de forma que podamos *probar* con los usuarios las soluciones generadas para revisar y evaluar aspectos de accesibilidad y usabilidad.

Utilizar esta metodología en un espacio de *living lab* donde se incluyen personas con discapacidad, nos permite como equipo poder realizar iteraciones al proceso de forma que se obtienen productos que han sido probados, evaluados y validados por los usuarios.

No inventar el agua tibia, seguir las guías y estándares

Cuando se conocen las necesidades de los usuarios y se pasa a diseñar específicamente, se deben hacer las adaptaciones para el desarrollo.

The World Wide Web Consortium (W3C) establece una serie de pautas conocidas como Guías para el Contenido Web Accesible (WCAG por sus siglas en inglés), las cuales

+ 1000 millones
De personas con discapacidad a nivel mundial



Figura 1. Según el Informe Mundial sobre Discapacidad (2011), en el mundo viven más de mil millones de personas con discapacidad.

AAA 71 pautas

AA 50 pautas

A 30 pautas

Figura 2. Niveles de accesibilidad y cantidad de pautas de la WCAG.

ofrecen a los profesionales en áreas digitales tener una serie de recomendaciones según sean las necesidades de los usuarios de sus plataformas. Estas sirven para todo el proceso de diseño y contemplan aspectos como

contrastes de color, tipografía, orden de lectura, justificados y textos alternativos, siempre respondiendo a los tres niveles de accesibilidad existentes (A, AA o AAA). Estas guías se encuentran disponibles para todo público.

Existen otras normas que permiten asegurar accesibilidad y usabilidad de los sistemas digitales; una de ellas es la norma ISO 9241, la cual presenta una amplia selección de casos de uso que se adaptan a las características de las plataformas digitales.

Sea creativo: busque soluciones para todos

En el momento de buscar soluciones podemos aplicar técnicas de creatividad que nos permitirán conocer lo que piensa el usuario y, de esta forma, transformarlo según requerimientos establecidos al inicio del proyecto. Así generamos soluciones que podrán ser utilizadas por el mayor número de personas posibles.

Prototipar, probar y corregir

Como se mencionó, la realización de prototipos es de suma importancia dentro de los procesos de diseño ya que estos nos permiten realizar pruebas con los usuarios antes de generar el producto final, asegurándonos de que estos cumplan con las necesidades y especificaciones que se establecieron desde el inicio del proyecto. Para esto se recomienda



Aplicación de *card sorting* a usuarios sordos.



Durante la competencia Innova EFX, la ingeniera en diseño industrial Karla Araya impartió la charla *Productos digitales accesibles como forma de innovación social*.

realizar una serie de pruebas con los usuarios, de forma que esto permita a los diseñadores probar y corregir cuantas veces sea necesario según los objetivos del proyecto.

El mercadeo es parte del juego, venda los productos de forma accesible

La forma en la que se presentan al público los productos también debe hacerse de manera accesible, con el fin de llegar a la mayor cantidad de personas, incluyendo el público meta para el cual se está diseñando. Para esto debemos tomar en cuenta la forma en que se presenta el contenido en las publicaciones de redes sociales y material promocional que se genera del producto, aspectos que van acorde a las necesidades del usuario; por ejemplo alto contraste, uso de lengua de señas, subtítulos legibles, lenguaje simple y concreto y uso de ilustraciones que sean comprendidas por los usuarios.

Más allá del mero desarrollo de tecnologías, el impacto del diseño en IncluTEC reside en apoyar a las personas en condición de vulnerabilidad social, conociendo sus necesidades reales y poniendo a su disposición herramientas que brinden acceso en igualdad de condiciones con los demás y en respeto de sus derechos fundamentales, como el acceso a la comunicación y la información y el derecho a la educación, acorde con la normativa vigente nacional o internacional, ratificada en nuestro país.

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud (OMS): Resumen Informe Mundial sobre la Discapacidad. Organización Mundial de la Salud https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/ (2011). Consultado el 5 de octubre de 2018.
2. Bergvall-Kåreborn, B.; Holst, M.; Ståhlbröst, A.: Concept Design with a Living Lab Approach. Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences (2009).
3. Organización Mundial de la Salud (OMS): Informe Mundial sobre la Discapacidad. Organización Mundial de la Salud http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/en/p.205,206 (2011). Consultado el 5 de octubre de 2018.
4. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, INTECO, Subcomité Técnico Nacional INTE CTN 03/SC 02. Accesibilidad y diseño universal de las tecnologías de información y comunicación, (2017): Norma Técnica INTE ISO/IEC 40500:2017 tecnología de la información. Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0. ■

*Karla Araya Orozco

Licenciada en ingeniería en diseño industrial con énfasis en diseño de producto, del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Laboró en el Consejo Nacional de Personas con Discapa-

cidad (Conapdis), ente rector en discapacidad en el país, en donde se desempeñó en asesoría, capacitación, inspección, fiscalización, investigación y desarrollo de proyectos vinculados a discapacidad, accesibilidad, innovación y diseño universal. Actualmente labora en el TEC, como coordinadora del equipo de diseño de IncluTEC, donde lidera los procesos de diseño de plataformas digitales accesibles y colabora con la gestión y desarrollo de los diferentes proyectos. Es miembro de Comité Técnico Nacional 03 de Accesibilidad del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, INTECO.

**Gabriela Delgado Quesada

Ingeniera en diseño industrial, egresada del TEC; actualmente cursa su grado de licenciatura en ingeniería en diseño industrial con énfasis en comunicación visual. En IncluTEC se desempeña como investigadora en diseño accesible, donde ha impartido talleres sobre el tema dentro y fuera de la institución; además, es diseñadora de diversos proyectos de innovación social, desarrollando procesos y productos digitales que contemplen accesibilidad y usabilidad para las personas con discapacidad.

***Josué Porras Fernández

Ingeniero en diseño industrial y estudiante de la licenciatura de ingeniería en diseño industrial con énfasis en comunicación visual. Es investigador en diseño visual accesible y ha brindado talleres en diseño visual accesible como forma de innovación social. Actualmente se desempeña como diseñador para IncluTEC, aplicando procesos de diseño y pruebas de usabilidad a personas con discapacidad.

Modelización computacional de los rasgos no manuales de LESCO

Sofía Flores Solórzano*
smflores@itcr.ac.cr
Carlos Ramírez Trejos**
carlos.ramirez@itcr.ac.cr

Introducción

El grupo IncluTEC se encuentra actualmente desarrollando varias tecnologías del lenguaje que sirvan de apoyo a personas sordas. Una de esas tecnologías es el diseño de un señante virtual, o avatar, que actúe como una especie de intérprete virtual en distintas plataformas multimedia.

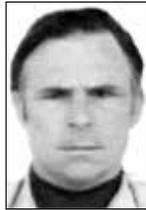
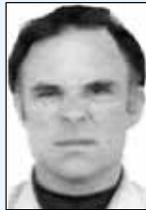
El diseño computacional de un avatar virtual que “utilice” adecuadamente la Lengua de Señas Costarricenses (LESCO) no es una tarea fácil. De hecho, a nivel mundial los proyectos de generación de lengua de señas basados en avatares siguen siendo escasos. La principal crítica que se les ha hecho a este tipo de proyectos es que dichos avatares producen señas poco naturales.

De acuerdo con Crasborn y Van der Kooij (2016, p. 246), para poder diseñar avatares más expresivos es necesario estudiar con precisión los movimientos de los señantes humanos. Y eso es precisamente lo que intentamos hacer en nuestro actual proyecto “Descripción fonológica y prosódica de la Lengua de Señas Costarricense (LESCO) y su aplicación a la validación de las tecnologías de apoyo para la generación de señas”.

Los rasgos no manuales

Entre los objetivos del proyecto está definir el conjunto de los “rasgos no manuales” con función lingüística y comunicativa en LESCO y posteriormente utilizar técnicas de animación digital para modelarlos. Como su nombre lo indica, los rasgos no manuales son aquellos producidos por otros articuladores distintos a las manos. En lingüística de señas dividimos los articuladores (las partes del cuerpo encargadas de ejecutar la señal) en articuladores primarios y secundarios. Las dos manos funcionan como articu-

Tabla 1. Algunas unidades de acción del Sistema de Codificación Facial.

UNIDAD DE ACCIÓN	NÚMERO	EJEMPLO
Depresor de las cejas	AU4	
Arruga nasal	AU9	
Elevador del labio superior	AU10	

ladores primarios mientras que otros articuladores como por ejemplo la boca, los ojos o la mirada, la lengua, los hombros, etc., funcionan generalmente como articuladores secundarios.

En LESCO, como en la mayoría de las lenguas de señas, los articuladores no manuales o secundarios se utilizan de manera simultánea a la articulación manual. Pero no por eso deben interpretarse como menos importantes, pues su correcta utilización tiene importantes implicaciones lingüísticas y comunicativas. Muchas veces sin esos “gestos” o “expresiones faciales” no se logra comprender el sentido de la señal.

Por ejemplo, la única diferencia en LESCO entre *me-gusta* y *no-me-gusta*, son los rasgos no manuales. Si se realiza con las cejas levantadas y los labios extendidos, es *me-gusta*. Sin embargo, si la señal se realiza con el ceño fruncido y con los labios distendidos, es *no-me-gusta*. Mientras, el resto de los parámetros fonológicos tales como la forma de la mano, la ubicación, la orientación y el movimiento son los mismos en ambas señas.

El sistema de codificación facial

Para poder clasificar los rasgos no manuales correspondientes a la cara utilizamos el Sis-

tema de Codificación Facial (Facial Action Coding System, FACS), del Dr. Paul Ekman (1978, p. 1), como marco de referencia de las configuraciones faciales humanas. Este sistema permite clasificar los movimientos faciales observables desde un punto de vista anatómico y psicológico. Aunque no forma parte de la “Gramática básica de la LESCO” (Oviedo, 2013), es un modelo práctico que ha sido muy útil para dotar de más expresión y naturalidad al avatar. El sistema está conformado por 64 “unidades de acción” que son movimientos musculares específicos del rostro humano. En la Tabla 1 mostramos algunas de las unidades de acción del sistema. De acuerdo con Ekman (1978), la combinación de dos o más unidades de acción da como resultado la expresión de una emoción humana. Según el mismo autor, las emociones humanas básicas observables en este sistema son seis: ira, sorpresa, miedo, disgusto, tristeza y alegría.

Tomemos, por ejemplo, la expresión de disgusto. En esta expresión hay envueltas tres unidades de acción o FACS. El FAC 4, denominado depresor de las cejas, activa los músculos *corrugator supercilii* (corrugador superciliar) y *depressor supercilii* (depressor superciliar) (Fig. 1.a). El FAC 9, arruga



(a) Corrugador y depresor superciliar.

(b) Alas nasales.

(c) Elevador del labio superior.

Figura 1. Músculos envueltos en la expresión de disgusto. Fuente: Elaboración propia.



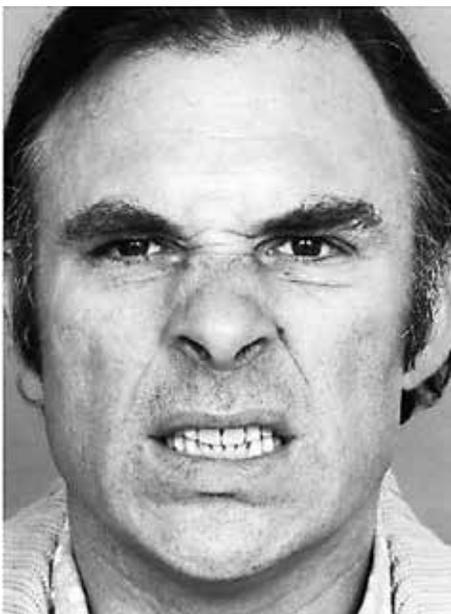


Figura 2. Expresión de disgusto. Fuente: Manual de FACS, P. Ekman, 1978.

nasal, activa el músculo facial *alaeque nasi* (alas nasales) (Fig. 1.b). Por último, el FAC 10, elevador del labio superior, implica la activación del músculo *levator labii superioris* (elevador del labio superior) (Fig. 1.c). En la figura 1, mostramos las estructuras musculares involucradas en la expresión de disgusto. Y en la figura 2 presentamos una representación de la activación de estas tres unidades en un rostro humano.



Figura 3. Avatar diseñado para el editor de lengua de señas

Modelización de los rasgos no manuales a partir del FACS

Para poder implementar el Sistema de Codificación Facial de Ekman (1978) en el intérprete virtual de LESCO, fue necesario configurar las 64 unidades de acción en el programa de animación y diseño 3D *Autodesk Maya*. Cada unidad de acción fue identificada con su respectivo nombre, numeración y código con el fin de poder incorporarlas posteriormente dentro del motor de videojuegos en el que está construido el editor de señas.

Diseño del avatar 3D

Juan es el nombre del avatar, es un señante virtual de LESCO, accesible a través de una plataforma web. Lo más destacable de Juan es que puede ser configurado por cualquier usuario con conocimientos de LESCO. En versiones anteriores el avatar era una representación humana que intentaba ser realista. Sin embargo, creaba cierto rechazo por parte del usuario que lo percibía como extraño; esta reacción ha sido señalada como “el valle inquietante” (Mori, 1970). Al parecer, cuando las réplicas antropomórficas se acercan en exceso a la apariencia y comportamiento de un ser humano real, causan una respuesta de rechazo. En la figura 3 se muestra el avatar actual.



Figura 4. Expresión de disgusto del avatar.

Juan fue construido a partir de una técnica de animación digital llamada “modelado de polígonos”. Para ello fue necesario construir un esqueleto digital para la movilidad del personaje. Con base en el Sistema de Codificación Facial de Ekman (1978), modelamos digitalmente las 64 unidades de acción o FACS. En la figura 4 se muestra uno de los resultados: Juan muestra la expresión de disgusto a través de la combinación de las tres unidades de acción mencionadas anteriormente.

Actualmente Juan es capaz de reproducir variaciones de las seis emociones básicas humanas de Ekman. Muchas de estas emociones tienen una función comunicativa. Asimismo, Juan es capaz de reproducir varios rasgos no manuales con función lingüística, tales como: negación simple, negación enfática, afirmación, interrogación, orden, intensificación, ironía, durativo, duda y futuro. La meta de proyecto es hacer un mapeo sistemático de los rasgos no manuales de LESCO y describirlos anatómicamente con base en el sistema de Ekman.

Referencias

1. P. Ekman and W. Friesen. Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement. Consulting Psychologists Press, Palo Alto, 1978.
2. Appealing Avatars from 3D Body Scans: Perceptual Effects of Stylization. Reuben Fleming. Max Planck Institute for Biological Cybernetics, 2016.
3. Oviedo Palomares, A. (s.f.), 'Gramática básica de la LESCO', CENAREC, San José, disponible en <http://cenarec-lesco.org/index.php/gramar>. ■

*Sofía Flores Solórzano es doctora en lingüística. Se incorporó al proyecto IncluTEC recientemente para apoyar en los procesos de validación lingüística, así como en la traducción de la plataforma SICID a las lenguas indígenas que aún se hablan en Costa Rica.

**Carlos Ramírez Trejos es licenciado en animación digital; se encuentra trabajando en la elaboración de avatares digitales y en sistemas de animación que permitan una mayor naturalidad en la articulación de la lengua de señas.

Atracción de fondos externos: proceso y experiencia

Mario Chacón-Rivas*
machacon@itcr.ac.cr

Contexto e importancia de la atracción de fondos

En la situación y contexto actual, el tema de presupuesto y atracción de fondos es de vital importancia para cualquier organización. Esto es particularmente importante para proyectos como IncluTEC, de los cuales se espera dedicación de los investigadores a tiempo completo y plazos razonables de entrega.

En el caso del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), que orienta parte de sus servicios e intereses a industrias especializadas, este proceso de atracción de fondos reviste algunas características particulares, como son la especialización profesional y los procesos estandarizados y basados en investigación aplicada y que responden a la solución (total o parcial) de problemas inminentes de la industria o la sociedad.

A partir de esto, ha sido necesario redescubrir las fortalezas del TEC en su cuerpo académico altamente formado y que constituye una de las principales razones del porqué la industria se dirige al TEC en busca de concretar modelos de investigación y desarrollo puntuales.

Investigación/extensión con recursos TEC

Generalmente los proyectos de investigación y extensión que se proponen en el TEC por medio de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE), requieren un aporte del presupuesto institucional, ya sea vía las escuelas o de presupuesto VIE destinado a la convocatoria de proyectos de cada año. La asignación de tiempos para los investigadores en los proyectos tiende a ser “marginal”, empleando el término de “marginalidad” para referirse a tiempos muy reducidos con respecto a las cargas destinadas a docencia. Por tanto, los investigadores suelen lograr asignación de tiempos de 20% de su carga académica como dato promedio. Este modelo impacta en los tiempos de respuesta y en los resultados logrados en los proyectos de investigación y extensión.



Parte del equipo de IncluTEC que participó en la Señatón 2018.

Por otra parte, más recientemente se han presentado proyectos de investigación aplicada o de desarrollo tecnológico, tipo IncluTEC, que requieren de la industria la dedicación completa de los equipos de investigación y desarrollo. Estos son los proyectos que denominamos como financiados externamente.

Proyectos financiados externamente

Los proyectos que atraen fondos externos generalmente son proyectos que requieren de resultados más rápidos o a corto plazo. Esto no quiere decir que tales resultados carezcan del proceso de investigación y estudio riguroso que aportan los investigadores del TEC.

Las organizaciones externas, sean estas privadas o públicas, al recurrir al TEC en busca de apoyo a sus proyectos, expresan sus razones basadas en la calidad profesional, las competencias y niveles de investigación, así como en las competencias de ejecución y tiempos de respuesta con productos tangibles y de impacto a la industria. Por esta razón, han recurrido a los modelos de financiación de proyectos al 100%, esperando ver la asignación de recursos humanos a tiempo completo.

El papel de los estudiantes en estos proyectos es muy importante ya que es bien conocida la calidad de la formación que reciben, así como el conocimiento y disciplina generados. Estos proyectos de financiación externa tienen un impacto también por el aporte de los estu-

diantes y sus experiencias académicas, y han traído grandes beneficios al TEC, desde los aspectos financieros, hasta su exposición ante la sociedad, pasando por las experiencias generadas que se ven incluso en las habilidades blandas que se potencian positivamente. Pero también estos proyectos han generado oportunidades de mejora considerables en cuanto a los procesos internos, el evidenciar la falta de integración de procesos, así como la carencia de funciones y roles transversales o integradores cuando se trata de proyectos de grandes dimensiones en presupuesto o multidisciplinariedad.

Atracción de fondos, el proceso

En el proceso de atracción de fondos externos para proyectos se pueden identificar algunas actividades:

1. Identificación de fortalezas de las unidades académicas, lo que también ha llevado a identificar oportunidades de mejora en respuesta a las demandas de la industria.
2. Identificación de mecanismos legales y jurídicos para participar en atracción de fondos. Esto incluso ha llevado a identificar “miedos organizacionales” en lo que es la participación activa en la industria por parte del TEC como un brazo de transferencia de investigación.
3. Estructuración conjunta de propuestas de proyectos entre el TEC y la industria. Esto

ha llevado a enriquecer propuestas formales basadas en estándares y normas, en los que el TEC es muy bueno, e igualmente a la generación de propuestas “aterrizadas” a las posibilidades de la industria y de los presupuestos.

4. Integración de equipos multidisciplinarios. Esta tarea conlleva la integración y conformación de equipos multidisciplinarios que, además, mantienen la riqueza de conformación de equipos con industria y organizaciones de gobierno. Estos grupos permiten el enriquecimiento organizacional al identificar los puntos positivos y por mejorar dentro de cada organización.
5. Presentación y aprobación de los proyectos, lo cual es un proceso más de trámites y reglamentos.

Hallazgos y recomendaciones Sobre los reglamentos

Durante este proceso se encontró que existen todo tipo de reglamentos y hasta más de los necesarios; sin embargo, algunos requisitos del proceso no estaban debidamente documentados, o bien, sus reglamentos no estaban claros. Muchos de estos reglamentos o requisitos han sido sujetos de interpretación por los responsables de turno y en muchos casos se piden requisitos excesivos y poco realistas.

Un ejemplo típico se da en la interpretación de un documento como un *contrato*, un convenio o una *carta de entendimiento*. Esta interpretación varía según la instancia del TEC que revisa y podría aprobar un proceso o trámite.

Conocimiento de procesos y reglamentos

Algunas instancias de apoyo y administrativas indican que los problemas se deben “al desconocimiento de los procesos o reglamentos” por parte de los investigadores o extensionistas. Sin embargo, el investigador o extensionista es el responsable técnico de la investigación o proyecto. El conocimiento o aprendizaje de todos estos reglamentos y procesos compromete el tiempo efectivo para las tareas técnicas y de investigación.

Otra evidencia de esto es que muchos de los requisitos en los procesos o instrumentos se dan en forma verbal y no cuentan con formularios únicos. Por tanto, se recomienda que se cuente con un flujograma de todos los procesos -no por oficinas o instancias- sino un flujograma institucional integrado. De esta forma

un investigador o extensionista podría conocer el proceso *a priori* y con asistencia podría anticipar documentos, requisitos y trámites.

Gestión o procesos individuales

Un hallazgo es que se cuenta con procesos puntuales y que se dan en forma local a la oficina o incluso a algunas personas. Luego que los documentos o proyecto en general deben proseguir en el trámite, el responsable técnico debe verificar desde el cumplimiento o finalización de una etapa, hasta llevar el siguiente paso.

Es evidente que se carece de un proceso y seguimiento transversal de toda la institución, lo que obliga al responsable o líder a realizar estas acciones de transversalidad. Esta gestión abarca, incluso, el llenado de instrumentos y formularios, seguimiento, corrección y hasta mensajería de los documentos y trámites diversos.

Una recomendación muy valiosa sería contar con una unidad u oficina de “*ventanilla única*” que dé seguimiento, apoyo y asesoría en todo lo administrativo.

Modelo de proyectos parcial y de corto tiempo

El modelo de proyectos a los que se dirigen los procesos y reglamentos evidenció que responde a tiempos parciales y asignaciones marginales de tiempo. El modelo “obliga” a las escuelas a asignar tiempos marginales para lograr los resultados de los proyectos. Sin embargo, los proyectos que atraen fondos para financiar la investigación o la extensión en un 100% generalmente requieren dedicación exclusiva e intensa para la consecución de los alcances.

Gestión de presupuesto en TEC o FundaTEC

Se debe decidir entre realizar la gestión del presupuesto, o de los fondos del proyecto, por medio del TEC o por medio de FundaTEC. Gestionar el presupuesto vía TEC es conveniente ya que no requiere cubrir los porcentajes de administración de la FundaTEC; sin embargo, esto conlleva las restricciones de tiempo y flexibilidad mencionadas anteriormente. Además, los proyectos gestionados vía FundaTEC dan un aporte al Fondo de Desarrollo de Investigación y al de la unidad misma, que son de gran importancia.

Conclusiones

Como conclusión, gran parte del proceso de atracción de fondos en el TEC recae sobre los hombros del investigador o el extensionista, lo mismo que los procesos de gestión y administrativos internos. Esto hace que la carga de tareas, más allá de las propias de la investigación y la extensión, sea más una desmotivación que un aliciente. Luego los desgastes en tramitología e interpretación de acuerdos y reglamentos, entre otros, generan una carga al presupuesto del proyecto por los tiempos invertidos en gestiones, informes y aclaraciones. Todo esto puede llevar a retrasos en los compromisos estipulados en los contratos o convenios.

La cultura organizacional reveló claramente la existencia de reglamentos y, en algunas pocas ocasiones, su ausencia; sin embargo, se carece de un proceso integral y transversal en estos temas. La mayoría de las instancias u oficinas trabajan en forma aislada y sin comunicación integral que contemple el proceso de respuesta ante la importancia de la atracción de fondos externos.

Para afrontar las situaciones mencionadas, el grupo IncluTEC debió realizar un proceso de documentación exhaustivo y llevar informes a diferentes instancias institucionales. Estos informes llevaron propuestas o recomendaciones de mejoras, pero en muchos casos se han quedado en buenas intenciones.

En cuanto a la gestión transversal de procesos, no quedó más que realizarlos internamente desde la coordinación de los proyectos. Esto impactó en los tiempos y actividades del proyecto.

En cuanto a la gestión del presupuesto desde el TEC o FundaTEC, se concluyó que si se desea un modelo más ágil se debe trabajar desde la FundaTEC, aun y cuando se deban cubrir los porcentajes que para algunos proyectos son muy altos. La gestión al menos parcial de los presupuestos desde el TEC, llevan las complicaciones de trámites, aprobaciones, apelaciones y demás; todo esto incluye lo interno y lo externo al TEC, por ejemplo la Contraloría General de la República.

Finalmente, se identificaron una gran cantidad de retrasos por situaciones de interpretación de reglamentos. Esto llevó al proyecto a evitar ciertas rutas o uso de recursos y esquemas internos que podrían beneficiar al TEC y a los proyectos, pero que se deben evitar por aspectos de tiempo. ■

IncluTEC

Tecnologías inclusivas

Estas son las imágenes tipo retrato de los miembros de IncluTEC. Hacerlos de esta forma tiene una intención y responde a un hallazgo propio de la relación diaria con los compañeros de baja visión. Las personas con este padecimiento pueden apreciar este tipo de retratos y mejor aún si estos poseen una línea de contorno. Recibimos comentarios de parte de algunos de ellos en el sentido de que a partir de ese momento pudieron asociar la imagen de la persona con la voz que escuchaban.



Mario Chacón
Coordinación



Catalina Espinach
OTAI



Gabriela Madrigal
OTAI



Andrea Mayorga
Asistencia



Shirley Solano
Asistencia



Dennis Solís
Validación



Wilmer Rodríguez
Validación



Sofía Flores
Lingüista



Karla Araya
Diseño



Luis Diego Chan
Diseño



Gabriela Delgado
Diseño



Josué Porras
Diseño



Carlos Ramírez
Animador Digital



Melissa Vallejos
Edición de Señas



Carlos Céspedes
Edición de Señas



Maxwell Cruz
Edición de Señas



Michael Sánchez
Desarrollo



Luis Naranjo
Desarrollo



Víctor Romero
Desarrollo



Harry Muir
Desarrollo



Johan Serrato
Desarrollo



Jonathan Rodríguez
Desarrollo



Verónica Mora
Desarrollo



Annia Gómez
Desarrollo



Jostin Chaves
Desarrollo

Estudiantes asistentes

IncluTEC promueve el crecimiento profesional de los estudiantes del TEC, por medio de asistencias en los diferentes proyectos. Hemos contado con estudiantes de ingeniería en computación, ingeniería en computadores, ingeniería en diseño industrial y administración de tecnologías de información.



David Campos
Desarrollo



Josué Villalobos
Asistente



José García
Asistente



Fabián Montero
Asistente



Sara Robles
Asistente



Dionisio Amador
Asistente