

## Validación y optimización de un prototipo de simulador de audiometría para estudiantes de fonoaudiología (SAEF) en tiempos de pandemia

Patricia A. Oyarzún-Díaz<sup>1</sup>, Hugo Segura-Pujol<sup>1</sup>, Ana M. Orellana<sup>1</sup> y Cristian L. Vidal-Silva<sup>2</sup>

(1) Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile.

(correo-e: [patriciaoyarzundi@santotomas.cl](mailto:patriciaoyarzundi@santotomas.cl), [hugosegura@santotomas.cl](mailto:hugosegura@santotomas.cl), [aorellana@santotomas.cl](mailto:aorellana@santotomas.cl))

(2) Escuela de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual, Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca, Talca, Chile. (correo-e: [cvidal@utalca.cl](mailto:cvidal@utalca.cl))

Recibido Jul. 12, 2022; Aceptado Ago. 22, 2022; Versión final Sep. 15, 2022, Publicado Feb. 2023

---

### Resumen

Este trabajo presenta la validación y optimización del simulador de audiometría para estudiantes de fonoaudiología (SAEF v.1), software diseñado para desarrollar habilidades procedimentales de audiometría. El aprendizaje de este examen y la autonomía de los estudiantes se ve limitada por el alto costo de los equipos utilizados, más aún en tiempos de pandemia COVID-19. Se realizó la validación por parte de usuarios y expertos del área, quienes determinaron la aceptación de la tecnología de la información, el correcto procedimiento del examen audiométrico emulado por el simulador, la retroalimentación otorgada y el cumplimiento de resultados de aprendizaje. Como resultado, los usuarios han valorado con una importante aceptabilidad el uso de este software, destacando, además, que su creación cumple con los estándares de emulación de procedimiento de audiometría según norma internacional. Se concluye que la nueva versión SAEF v.2 proporciona mejoras funcionales y de interfaz para entregar mayor similitud respecto al instrumento real.

*Palabras clave:* SAEF; audiología; simulación audiometría; fonoaudiología; educación superior

## Validation and optimization of an audiometry simulator prototype for phonoaudiology students (SAEF) in pandemic times

### Abstract

This study presents the validation and optimization of an audiometry simulator for phonoaudiology students (SAEF v.1), which is a software designed to develop procedural audiometry skills. Student learning autonomy to conduct this exam is challenging due to the high equipment costs, especially in times of the COVID-19 pandemic. Users and experts validate the simulator and determine the information technology acceptance, the correct procedure of the audiometric exam emulated by the simulator, the feedback granted, the compliance with learning outcomes, among others. As a result, users showed high acceptability of the software and highlighted that its creation complies with the standards of emulation of the audiometry procedure according to international standard. It is concluded that the new SAEF v.2 provides functional and interface improvements to deliver a greater similarity between the simulated and the real instrument.

*Keywords:* SAEF; audiology; audiometry simulation; speech language pathology; higher education

## INTRODUCCIÓN

La fonoaudiología es una disciplina que forma parte del área de la salud, enmarcando su ámbito de acción en “la evaluación, diagnóstico, rehabilitación, promoción de la salud y prevención de los trastornos del lenguaje, habla, deglución, audición, voz y comunicación” (Vega et al., 2017), a lo largo de todo el curso de la vida. Específicamente, la audiología se orienta a la prevención, diagnóstico, estudio, tratamiento y rehabilitación de las alteraciones auditivas y vestibulares (Salesa et al., 2013) en donde el fonoaudiólogo se encarga, entre otras acciones, de realizar mediciones clínicas de la audición a fin de determinar el nivel auditivo y/o detectar posibles alteraciones. La importancia de dicho procedimiento se fundamenta en reportes internacionales y nacionales que indican que a nivel mundial existen más de 360 millones de Personas en Situación de Discapacidad (PeSD) auditiva, mientras que en Chile representa el 8,2% del total de PeSD (Campos y Cartes, 2019). Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud (2021) proyecta para el año 2050 que 2500 millones de personas presentarían algún grado de pérdida auditiva.

La audiometría tonal, es la prueba audiológica considerada un primer estándar para valorar la audición pues permite establecer los umbrales auditivos mínimos audibles de la población estudiada (Manrique et al., 2014). Para dicho procedimiento, se considera el uso de un audiómetro que consiste en un instrumento electrónico que permite enviar sonidos a diferentes frecuencias e intensidades por medio de unos fonos y/o cintillo óseo según las características de la evaluación. La formación de pregrado de estudiantes de fonoaudiología contempla el desarrollo de competencias cognoscitivas y destrezas para la aplicación del procedimiento audiométrico, sin embargo, el alto costo de estos equipos para realizar el examen limita considerablemente la formación procedimental y autonomía de los estudiantes en la academia, lo que complejiza una real adquisición de los aprendizajes esperados (Ferrari et al., 2013). Es por esta razón que muchos profesionales y estudiantes se ven con dificultades para la realización de estas prácticas, debido a que, solo tienen acceso a estos instrumentos en sus trabajos o universidades.

La situación mundial por COVID-19 ha agudizado aún más esta problemática, ya que, con el objetivo de minimizar la propagación del virus, las universidades debieron cerrar parcial o totalmente sus puertas, afectando alrededor del 94% de los espacios educativos a nivel mundial (UNESCO, 2020). Pese a que diversas universidades cuentan actualmente con enseñanza online, las carreras del área de la salud que incluyen horas de laboratorio, prácticas clínicas o actividades de terreno, han sido fuertemente afectadas por la pandemia (Palés-Argullós et al., 2021) puesto que si bien los contenidos teóricos han podido tener continuidad bajo una modalidad virtual, no ha ocurrido de la misma forma con los contenidos prácticos o procedimentales debido al repentino cambio en las formas de enseñanza (Watkinson et al., 2018). No obstante, la literatura ya sugiere que el contar con simulaciones virtuales o pacientes estandarizados favorece la adquisición de habilidades clínicas básicas, sin depender del apoyo de instancias presenciales prácticas, a estudiantes de carreras de la salud y específicamente en estudiantes de audiología (Wilson et al., 2010).

En el contexto de la educación superior y fonoaudiología, el desarrollo de habilidades procedimentales de examen audiométrico es esencial. Si bien en el mercado existen aplicaciones software de acceso vía internet para simular procedimiento audiométrico como AudioSim, MACSUG y OTIS, resultan no estar diseñados y/o personalizados en función de las características y necesidades de los usuarios de acuerdo al contexto local; principalmente por temas de idioma, costo asociado por su uso, alejadas del objetivo pedagógico según el desarrollo de competencias, entre otras; lo que se traduce en que dichas tecnologías no adapten sus contenidos a los deseos y necesidades conocidas de un usuario específico (Tiihonen y Felfernig, 2017). Así, la carrera de fonoaudiología de la Universidad Santo Tomás sede Talca, desarrolló una primera versión prototipo de Simulador de Audiometría para Estudiantes de Fonoaudiología SAEF en el año 2018 (Orellana et al., 2020) como una forma de facilitar el desarrollo de competencias procedimentales para con el examen audiométrico, con el uso de casos de estudio reales y con retroalimentación automática para el usuario, idealmente para ser utilizado en instancias de trabajo personal del estudiante. La emulación del procedimiento audiométrico en SAEF sigue las recomendaciones de la American Speech-Language-Hearing Association ASHA (2005) para la búsqueda de umbrales auditivos. Las figuras 1 y 2 muestran la interfaz de autenticación y principal para la simulación de un caso práctico de la versión original de SAEF, respectivamente.

SAEF emula el procedimiento y técnica de audiometría en usuarios con perfiles auditivos diferentes en cuanto a tipo y grado de pérdida auditiva (leve, moderado, severo o profundo), así como también perfiles de normo audición. El estudiante puede desarrollar la técnica descendente para la búsqueda de umbrales auditivos, seleccionar e incorporar simbología acorde al oído evaluado, tal como lo realizaría con un paciente real. Adicionalmente, a partir de los resultados obtenidos, el estudiante puede realizar cálculo de Promedio Tonal Puro (PTP) e identificar tipo de hipoacusia y grado de severidad. Por otra parte, desde el punto de vista informático SAEF corresponde a una aplicación multiplataforma desarrollada en JAVA Netbeans (Salter, 2015) con una base de datos MySQL (Boronczyk, 2015), con funcionalidades comunes y generales, así como también, con funcionalidades específicas en una visión de Línea de Productos de Software (LPS) (Vidal et al., 2018).



Fig. 1: Pantalla Autenticación de SAEF v.1

Descripción Inicial: Hombre de 45 años asiste a jornada de cuidados de la salud realizado en su trabajo y aprovecha de controlar su audición. Refiere escuchar levemente mejor por oído derecho.

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	Hz
0										
10										
20										
30										
40										
50										
60										
70										
80										
90										
100										
110										
120										
120										
dB										

**Vía aérea**

**Vía ósea**

**Indique Oído**

**Añadir Umbral**

PTP Vía aérea Vía Ósea

OD

OI

Tipo Hipoacusia OD

Tipo Hipoacusia OI

Grado Hipoacusia OD

Grado Hipoacusia OI

**Intensidad**  30 dB

**Pulsador**

**Frecuencia**  1000 Hz

**Última Operación**

Fig. 2: Pantalla principal de SAEF v.1

Si bien, SAEF tuvo una gran aceptación en el ambiente académico de su casa de estudio, un estudio de la aceptabilidad y mejoras eventuales de SAEF está aún pendiente. Así mismo, dada la relevancia del contexto de pandemia actual y la búsqueda de recursos tecnológicos para favorecer el desarrollo de aprendizajes significativos y competencias académicas de forma remota, surge la necesidad de contar con una retroalimentación de la primera versión de SAEF (SAEF v.1) a partir de la experiencia de usuario, tanto de docentes como estudiantes. Por tanto, el objetivo de este trabajo es presentar un estudio de la aceptabilidad de SAEF, así como una validación funcional de este sistema para desarrollar de competencias y habilidades procedimentales con examen audiométrico mediante casos reales. Además, este trabajo muestra el impacto de mejoras funcionales y de interfaz de SAEF v.2.

## METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se estructura en cuatro subsecciones: la primera subsección describe las características metodológicas del estudio realizado, la segunda subsección entrega detalles de los participantes de la investigación, la tercera subsección especifica los instrumentos utilizados para la recolección de datos, y finalmente, la cuarta subsección describe las técnicas utilizadas para el análisis de los datos recopilados.

### *Características del estudio*

La presente investigación se basó en un enfoque cuantitativo, ya que se utilizó la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico. El diseño fue no experimental de tipo transversal, dado que no se manipularon deliberadamente las variables y se observaron el fenómeno en un momento único para posteriormente analizarlos. Su alcance fue descriptivo-comparativo, por tanto se describieron los hallazgos respecto a la aceptabilidad de SAEF por parte de los usuarios estudiantes y la validación de aspectos técnicos por parte de los docentes que se desempeñan en el área de audiología, así también se compararon los resultados obtenidos en los instrumentos utilizados.

### *Población y muestra*

Se utilizó una muestra no probabilística o dirigida de participantes homogéneos, es decir, las unidades seleccionadas tienen características en común o rasgos similares. En este caso fueron estudiantes y docentes de la carrera de fonoaudiología de la Universidad Santo Tomás, Chile; quienes interactuaron con SAEF en calidad de usuarios. Adicionalmente, tanto estudiantes como docentes se encontraban cursando y/o impartiendo de manera teórica o práctica la asignatura de Audiología I respectivamente en la casa de estudios antes mencionada. No existieron criterios de exclusión. El reclutamiento de los participantes se concretó a través de la invitación extendida de coordinación de asignatura y los usuarios estudiantes y docentes participaron voluntariamente del estudio. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado.

La muestra estuvo constituida por 43 usuarios, dividiéndose en 31 estudiantes y 12 docentes pertenecientes a las sedes de Iquique, Viña del Mar, Santiago, Talca, Concepción, Osorno y Puerto Montt. Los 31 estudiantes respondieron la encuesta según modelo TAM (del inglés Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model) (Venkatesh y Davis, 2000), mientras que los 12 docentes respondieron la encuesta orientada a la validación técnica del procedimiento audiométrico. En tiempos de pandemia, el uso directo de TAM o de extensiones de este, representan un estándar para la medición de la aceptación de la tecnología en contextos como salud (AlQudahet al., 2021), educación (Sukendro et al., 2020), y gobierno (Guo et al., 2022).

### *Instrumentos de recolección de datos*

A los usuarios estudiantes se les aplicó por medio de plataforma Google Forms, la escala de mediciones y confiabilidades basada en la extensión teórica del Modelo de Aceptación de Tecnología, como se aprecia en la tabla 1. Esta escala contempla 26 afirmaciones sobre la usabilidad y utilidad de un recurso tecnológico en términos de influencia social y procesos instrumentales cognitivos. Las 26 afirmaciones se distribuyen en 9 ítem: intención de uso, utilidad percibida, facilidad de uso percibida, norma subjetiva, voluntariado, imagen, relevancia laboral, calidad de salida y demostrabilidad de los resultados. El usuario debía responder que tan de acuerdo o en desacuerdo se encuentra con cada una de las afirmaciones de acuerdo a la siguiente escala Likert: 1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = Bastante en desacuerdo, 3 = En desacuerdo, 4 = Ni en acuerdo, ni en desacuerdo, 5 = De acuerdo, 6 = Bastante de acuerdo, 7 = Totalmente de acuerdo. La escala fue aplicada en 3 momentos: inmediatamente después de la capacitación sobre uso de SAEF, luego de 1 mes de uso y finalmente, 3 meses después del período de uso planificado.

A los usuarios docentes se les aplicó encuesta de validación de técnica del procedimiento audiométrico y de resultados de aprendizaje propios de la asignatura (ver tabla 2). Esta encuesta fue elaborada por los autores siguiendo las recomendaciones de la ASHA (2005) que orientan el procedimiento para la ejecución de la búsqueda de umbrales auditivos. El usuario debía responder qué tan de acuerdo o en desacuerdo se encuentra con cada una de las afirmaciones respecto a si SAEF emula de manera real cada uno de los pasos propuestos de acuerdo con la siguiente escala Likert: 1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo. Además, se incorporaron afirmaciones sobre la retroalimentación que proporciona SAEF del rendimiento de los estudiantes y su utilidad para alcanzar los resultados de aprendizaje propuestos por la asignatura, utilizando la misma escala.

Tabla 1: Ítems y escala para medir la aceptabilidad de SAEF según escala de mediciones y confiabilidades basada en extensión teórica de TAM.

Ítems	1	2	3	4	5	6	7
<b>Intención de uso</b>							
1. Suponiendo que tengo acceso al sistema, tengo la intención de usarlo.							
2. Dado que tengo acceso al sistema, predigo que lo usaría.							
<b>Utilidad percibida</b>							
3. Usar el sistema mejora mi rendimiento en mi trabajo.							
4. Usar el sistema en mi trabajo aumenta mi productividad.							
5. Usar el sistema mejora mi efectividad en mi trabajo.							
6. Encuentro que el sistema es útil en mi trabajo.							
<b>Facilidad de uso percibida</b>							
7. Mi interacción con el sistema es clara y comprensible.							
8. Interactuar con el sistema no requiere mucho esfuerzo mental.							
9. Me parece que el sistema es fácil de usar.							
10. Me resulta fácil hacer que el sistema haga lo que quiero que haga.							
<b>Norma subjetiva</b>							
11. Las personas que influyen en mi comportamiento piensan que debería usar el sistema.							
12. Las personas que son importantes para mí piensan que debería usar el sistema.							
<b>Voluntariado</b>							
13. Mi uso del sistema es voluntario.							
14. Mi supervisor no requiere que use el sistema.							
15. Aunque puede ser útil, el uso del sistema ciertamente no es obligatorio en mi trabajo.							
<b>Imagen</b>							
16. Las personas en mi organización que usan el sistema tienen más prestigio que los que no.							
17. Las personas en mi organización que usan el sistema son de alto perfil.							
18. Tener el sistema es un símbolo de rango (status) en mi organización.							
<b>Relevancia laboral</b>							
19. En mi trabajo, el uso del sistema es importante.							
20. En mi trabajo, el uso del sistema es relevante.							
<b>Calidad de salida</b>							
21. La salida del sistema es de alta calidad.							
22. No tengo ningún problema con la calidad de la salida del sistema.							
<b>Demostrabilidad de resultados</b>							
23. No tengo dificultad para contarles a los demás sobre los resultados del uso del sistema.							
24. Creo que podría comunicar a los demás las consecuencias de usar el sistema.							
25. Los resultados del uso del sistema son evidentes para mí.							
26. Tendría dificultades para explicar por qué el uso del sistema puede o no ser beneficioso.							

### Procedimiento de análisis

Una vez administradas la escala TAM y encuesta de validación técnica, se confeccionó una base de datos con el fin de ser analizada mediante el paquete estadístico SPSS, versión 21.0. Se utilizó estadística descriptiva para presentar los resultados de las respuestas de la escala TAM. Por otra parte, se utilizó la prueba de Friedman para comparar los resultados de cada pregunta de escala TAM en los tres momentos de aplicación y prueba de alfa de Cronbach para determinar el nivel de acuerdo entre los expertos y la fiabilidad de la escala utilizada. Para todos los análisis se utilizó un nivel de significancia de 0.05.

## RESULTADOS

Esta sección detalla los resultados obtenidos en los análisis de aceptabilidad por parte de usuarios estudiantes, seguido de la validación técnica del procedimiento audiométrico y resultados de aprendizaje propios de la asignatura según expertos. Finalmente, se presentan avances de SAEF v.2. Para el análisis de la escala de mediciones y confiabilidades basada en la extensión teórica del Modelo de Aceptación de Tecnología, la tabla 1 presenta los resultados de las respuestas de manera descriptiva. Se calcularon las respuestas favorables, es decir, que se encontraron en, o por sobre el umbral de aceptación (se consideran los 3 últimos valores de la escala, esto es, 5 = De acuerdo, 6 = Bastante de acuerdo, 7 = Totalmente de acuerdo). La tabla 3 muestra la aceptabilidad de SAEF v.1 en cada uno de los momentos en que se aplicó la

encuesta, para lo cual, el total de respuestas consideradas favorables se dividió por el total de respuestas para todas las evaluaciones. Es importante señalar que la cantidad de participantes que respondieron las preguntas en los tres momentos de evaluación no fue constante, por lo que las proporciones presentan leves variaciones producto de las variaciones de numerador y denominador.

Tabla 2: Ítems y escala utilizada para validación de técnica del procedimiento audiométrico, retroalimentación y resultados de aprendizaje.

Ítems	1	2	3	4	5
<b>Procedimiento búsqueda umbrales auditivos</b>					
Permite comenzar por el mejor oído autoinformado por el paciente o en el caso que se crea que ambos oídos sean idénticos, comenzar por convención en oído derecho.					
Permite realizar procedimiento de "Down-up" o método descendente para la búsqueda de los umbrales auditivos.					
Permite comenzar el procedimiento de búsqueda de umbral presentando un tono a 30 dB HL en la frecuencia de 1000 Hz.					
Al no obtener respuesta al tono inicial, permite aumentar la intensidad del estímulo en 20 dB HL hasta que se obtiene una respuesta (acción solo válida para la frecuencia de 1000 Hz).					
Si el paciente responde, permite reducir el nivel del tono en 10 dB hasta que el paciente ya no responda.					
Cuando no hay respuesta, permite que el examinador pueda incrementar el nivel del tono en 5 dB hasta obtener respuesta.					
El umbral auditivo se obtiene a partir de 2 respuestas en carreras ascendentes.					
Después de evaluar 1000 Hz el software permite continuar con la evaluación de las siguientes frecuencias (125 a 8000 Hz), evaluando las frecuencias más agudas y posteriormente las frecuencias graves.					
Permite iniciar el procedimiento en la frecuencia siguiente incrementando 30 dB al umbral obtenido en frecuencia contigua.					
Finalizada la evaluación de vía aérea del mejor oído, permite continuar con vía aérea contralateral. Posteriormente, vía ósea del peor oído resultante de las vías aéreas ya evaluadas; y por último evaluar vía ósea contralateral.					
<b>Retroalimentación desempeño estudiantes</b>					
El programa entrega información sobre el desempeño del estudiante.					
La información entregada es útil para la retroalimentación individual.					
El programa entrega retroalimentación al estudiante sobre su desempeño en distintas etapas del procedimiento.					
El programa permite al estudiante tomar decisiones diagnósticas respecto a los resultados obtenidos en la audiometría.					
El análisis de la información entregada por el programa aporta a identificar aspectos generales del grupo/curso que se deban reforzar.					
En general el programa es útil para el docente respecto de la retroalimentación del desempeño de los estudiantes					
<b>Procedimientos realizados en base a resultados de aprendizaje</b>					
El programa es una herramienta útil para alcanzar los resultados de aprendizaje: Aplicar técnica audiométrica descendente para la obtención de umbrales auditivos.					
El programa es una herramienta útil para alcanzar el siguiente resultado de aprendizaje: Clasificar hipoacusias según hallazgos audiométricos.					
En general el programa es un complemento útil para el desarrollo de la asignatura.					

La tabla 4 presenta los resultados de la comparación de la aceptabilidad de cada pregunta de la escala TAM, a través de la prueba de Friedman (Duffy y Puzzello, 2022), en los tres momentos de su aplicación: inmediatamente después de la capacitación sobre uso de SAEF, luego de 1 mes de su uso, y 3 meses después del período de uso planificado. Dicha tabla presenta los cambios que superaron el umbral crítico de significancia de 0.05 (Ashraf et al., 2020).

Por su parte, en el análisis de la validación técnica del procedimiento audiométrico y resultados de aprendizaje propios de la asignatura, se analizó el nivel de acuerdo entre los expertos sobre los aspectos evaluados mediante alfa de Cronbach, técnica muy usada para con este propósito (Cuadros et al., 2022), que alcanzó un valor de 0,62. Si bien el valor alcanzado se considera bajo para un análisis de fiabilidad, la naturaleza de las preguntas explica el resultado descendido respecto del óptimo para la prueba. Por otro lado, la función de analizar el acuerdo de los evaluadores era explorar si las respuestas eran demasiado diversas, lo que no ocurrió.

Tabla 3: Resultados de la aceptabilidad de SAEF de últimos tres ítems de escala de mediciones y confiabilidades basada en extensión teórica de TAM.

Pregunta	Aceptabilidad T1	Aceptabilidad T2	Aceptabilidad T3
1	.931	1	.936
2	.897	1	.936
3	.862	.929	.903
4	.793	.786	.839
5	.931	.964	.936
6	.897	.929	.968
7	.793	.964	.968
8	.586	.786	.968
9	.586	.786	.903
10	.448	.607	.839
11	.966	.964	.936
12	.862	.929	.903
13	.966	.964	.903
14	.172	.214	.355
15	.414	.357	.549
16	.345	.286	.323
17	.345	.143	.323
18	.345	.143	.387
19	.828	1	1
20	.793	.893	.936
21	.862	.929	.903
22	.793	.893	.871
23	.862	.929	1
24	.793	.929	.903
25	.828	.857	.968
26	.345	.429	.355

Tabla 4: Comparación de aceptabilidad según momentos de aplicación de Escala TAM.

Ítem	n	$\chi^2$	gl	p
7. Mi interacción con el sistema es clara y comprensible.	28	7.253	2	.027
8. Interactuar con el sistema no requiere mucho esfuerzo mental.	28	9.172	2	.010
9. Me parece que el sistema es fácil de usar.	28	6.090	2	.048
23. No tengo dificultad para contarles a los demás sobre los resultados del uso del sistema.	28	7.014	2	.030

Tabla 5: Porcentaje de respuesta de acuerdo y totalmente de acuerdo en validación técnica de SAEF v.1 según expertos.

Aspecto desarrollado por procedimiento de SAEF	Aspecto validado	Porcentaje
Permite comienzo por mejor oído	1	100
Permite método descendente.	1	100
Permite comenzar con 30 dB en frecuencia de 1000 Hz.	1	100
Permite aumentar en 20 dB HL si no existe respuesta inicial.	1	100
Permite reducir el nivel del tono en 10 dB cuando existe respuesta.	1	100
Permite incrementar en 5 dB hasta obtener respuesta	1	100
Permite obtener a partir de 2 respuestas en carreras ascendentes.	1	100
Permite continuar con las siguientes frecuencias.	1	100
Permite iniciar frecuencia siguiente sumando 30 dB al umbral previo.	1	100
Permite continuar con vía aérea contralateral.	1	100
Entrega información sobre el desempeño del estudiante.	2	83.3
La información entregada es útil para la retroalimentación individual.	2	83.3
Permite retroalimentación al estudiante sobre su desempeño.	2	83.3
Permite al estudiante tomar decisiones diagnósticas.	2	91.7
Permite identificar aspectos generales del grupo/curso que se deben reforzar.	2	91.7
Resulta útil para el docente respecto de la retroalimentación a los estudiantes.	2	75
Permite alcanzar resultado de aprendizaje: Aplicar técnica audiométrica descendente para la obtención de umbrales auditivos.	3	100
Permite alcanzar resultado de aprendizaje: Clasificar hipoacusias según hallazgos audiométricos.	3	91
Resulta un complemento útil para el desarrollo de la asignatura.	3	100

Considerando que la encuesta aplicada a los profesionales usa una escala tipo Likert, se presentan los resultados de las preguntas en relación con el nivel de aceptación, es decir respuestas cuyo valor sea 4 o 5 según la escala 1. Totalmente en desacuerdo; 2. En desacuerdo; 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo; De

acuerdo; 5 Totalmente de acuerdo, en función de los ítems consultados. La tabla 5 presenta detalles de los porcentajes de las respuestas “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” de los participantes docentes en función de los aspectos relacionados con el (1) procedimiento de la búsqueda de umbrales auditivos, (2) retroalimentación de desempeño de estudiantes y (3) procedimientos realizados en base a resultados de aprendizaje.

Las figuras 3 y 4 muestran algunas de las mejoras funcionales y de interfaz realizadas y que constituyen parte de la versión 2 de SAEF. Específicamente, la figura 3 muestra optimización desde el punto de vista de diseño de interfaz de usuario para incluir una opción de selección de nivel de dificultad y específicamente el caso que se desea desarrollar, función que no estaba presente en SAEF v.1 donde se realizaba una asignación aleatoria de casos de estudio sin considerar el nivel de dificultad. Por su parte, la interfaz o pantalla principal de SAEF v.2 mejoró los aspectos gráficos para ser más atractivo para los usuarios, junto con optimizar la distribución de elementos para entregar mayor similitud respecto al instrumento real y también entregar una mejor visualización de respuesta del paciente, así como con la validez de la última acción de usuario realizada. También se ajustaron y parametrizaron tiempos de latencia de respuesta del paciente para permitir al estudiante tomar la decisión para el procedimiento siguiente del examen. SAEF v.2 continúa siendo una aplicación Java gracias a su amplia difusión por su ejecución multiplataforma y código abierto, y por su compatibilidad con múltiples herramientas entre ellas MySQL.



Fig. 3: Pantalla Autenticación de SAEF v.2



Fig. 4: Pantalla principal de SAEF v.2

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que SAEF cuenta con la aceptación por parte de los usuarios estudiantes y docentes del área. Específicamente, SAEF demostró alto nivel de aceptación en los constructos de intención de uso, utilidad percibida, facilidad de uso percibida, norma subjetiva, voluntariado, imagen, relevancia laboral, calidad de salida y demostrabilidad de los resultados. Además, se pudo apreciar diferencias estadísticamente significativas en los aspectos de facilidad de uso y demostrabilidad de los resultados con el aumento de la experiencia del usuario en el uso de dicha tecnología de información y comunicación. Estos resultados se alinean con lo señalado por Venkatesh y Davis (2000), quienes teorizan que dos factores determinan la intención conductual de un individuo para utilizar un sistema: la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida. Estos factores se entienden respectivamente como la creencia de que utilizar el sistema será libre de esfuerzo y la creencia de que el uso del sistema mejorará su desempeño laboral y/o educativo (Lim y Lee, 2021).

La pandemia por Covid-19 acentuó la necesidad de contar con herramientas virtuales para la enseñanza de ciertos contenidos y/o procedimientos en diferentes disciplinas (Castro et al., 2022; García et al., 2022; Mila et al., 2022). Bajo la misma perspectiva, las Tecnologías de la Información y Comunicación han permitido transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos de educación superior, incorporando recursos tecnológicos como elementos pedagógicos y didácticos para docentes y estudiantes. No obstante, resulta crucial la evaluación de la calidad de dichas tecnologías, pues su incorporación no garantiza de por sí el éxito de los procesos de enseñanza y el consecuente desarrollo de competencias definidas en los programas de estudio (Avendaño et al., 2021). En este sentido el modelo TAM, utilizado en esta investigación, tiene como objetivo predecir la aceptación de un sistema y diagnosticar problemas de diseño. Se ha posicionado como un modelo robusto, sólido y minucioso para predecir la aceptación de tecnología de información por parte de los usuarios (Rahimi et al., 2018).

Finalmente, respecto a otras aplicaciones similares a SAEF, tal y como se reporta en Orellana et al. (2020), no existen herramientas digitales de libre acceso para desarrollar competencias de fonoaudiología, específicamente para el desarrollo de habilidades procedimentales de examen audiométrico. De esta forma, SAEF representa una gran contribución académica para la Universidad Santo Tomás en Chile y también para otras casas de estudio que quisieran tener acceso a esta aplicación. En la actualidad, se proyecta la implementación y desarrollo de una versión web y de una versión móvil de SAEF, además de ampliar los casos de estudio, y la creación de un ranking de tiempo de uso y eficiencia para el desarrollo de los casos.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de la validación de SAEF y del análisis de los instrumentos aplicados, se pueden extraer las siguientes conclusiones: 1) Desde el punto de vista del usuario, el software cumple y es aceptado desde todas sus dimensiones, es decir, intención de uso, utilidad percibida, facilidad de uso percibida, norma subjetiva, voluntariado, imagen, relevancia laboral, calidad de salida y demostrabilidad de los resultados; 2) Los aspectos más destacados de SAEF luego de un periodo de uso orientan a que la interacción con el software es clara y comprensible, es un sistema fácil de usar, que no requiere mucho esfuerzo mental y que puede ser explicado a otros usuarios por los mismos estudiantes; 3) Desde la valoración por expertos de la disciplina SAEF emula de manera correcta el procedimiento de audiometría de acuerdo a las orientaciones internacionales y es acorde a los resultados de aprendizaje de la asignatura; 3) la nueva versión SAEF v.2 proporciona mejora funcionales y de interfaz para entregar mayor similitud respecto al instrumento real.

## REFERENCIAS

- AlQudah, A., Al-Emran, M., y Shaalan, K., Technology acceptance in healthcare: A systematic review, <https://doi.org/10.3390/app112210537>, Appl. Sci., 11(22), 10537 (2021)
- ASHA, American Speech-Language-Hearing Association: Guidelines for Manual Pure-Tone Threshold Audiometry, <https://www.asha.org> (2005)
- Ashraf, H., Waris, A., y otros 5 autores, Determination of optimum segmentation schemes for pattern recognition-based myoelectric control: a multi-dataset investigation, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2994829>, IEEE Access, 8, 90862-90877 (2020)
- Avendaño, W., Luna, H., y Rueda, G., Educación virtual en tiempos de COVID-19: percepciones de estudiantes universitarios, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000500119>, Form. Univ., 14(5), 119-128 (2021).
- Boronczyk, T., Jump Start MySQL, ISBN: 0992461286, Sitepoint, 1a Ed., Melbourne, Australia (2015)

- Campos, V., y Cartes-Velásquez, R., Estado actual de la atención sanitaria de personas con discapacidad auditiva y visual: una revisión breve, <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872019000500634>, *Rev. Méd. Chile*, 147(5), 634-642 (2019)
- Castro, A., Aguilera, C., y Chávez, D., Robótica educativa como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria de profesores de educación básica en tiempos de COVID-19, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151>, *Form. Univ.*, 15(2), 151-162 (2022).
- Cuadros, J., Serrano, V., García-Zubia, J., y Hernández-Jayo, U., Design and evaluation of a user experience questionnaire for remote labs, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3069559>, *IEEE Access*, 9, 50222-50230 (2021)
- Duffy, J., y Puzzello, D., The Friedman rule: experimental evidence, <https://doi.org/10.1111/iere.12549>, *Int Econ Rev*, 63(2), 671-698 (2022)
- Ferrari, D., López, E., y otros tres autores, Results obtained with a low-cost software-based audiometer for hearing screening, <https://doi.org/10.7162/S1809-97772013000300005>, *Int Arch of Otorhinolaryngol.*, 17(3), 257-264 (2013)
- García, M., Miranda, P., y Romero, J., Análisis de tecnologías de información y estrategias en el rendimiento académico durante la pandemia por COVID-19, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000200139>, *Form. Univ.*, 15(2), 139-150 (2022).
- Guo, Y., Chen, J., y Liu, Z., Government responsiveness and public acceptance of big-data technology in urban governance: Evidence from China during the COVID-19 pandemic, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103536>, *Cities*, 122, 103536 (2022)
- Lim, T., y Lee, A., Extended TAM and TTF Model: A Framework for the 21st Century Teaching and Learning, <https://doi.org/10.1109/ICCOINS49721.2021.9497216>, *IEEE Xplore*, 339-334 (2021)
- Manrique, M., Picciafuoco, S., y otros seis autores, A traumaticity study of 2 cochlear implant electrode arrays, <https://doi.org/10.1097/MAO.000000000000284>, *Otol Neurotol*, 35(4), 619-628 (2014)
- Mila, F., Yáñez, K., y Maldonado, X., Estrategias para la enseñanza andragógica del derecho en contextos virtuales, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000200061>, *Form. Univ.*, 15(2), 61-70 (2022).
- Orellana, A., Oyarzún-Díaz, P., Briones-Rojas, C., y Vidal-Silva, C., Prototipo de simulador de audiometría para estudiantes de fonoaudiología de la Universidad Santo Tomás, Chile, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000200003>, *Form. Univ.*, 13(2), 3-10 (2020)
- OMS, Organización Mundial de la Salud. Informe Mundial sobre la Audición, Resumen ejecutivo, <https://www.who.int/es> (2021)
- Palés-Argullós, J., y Gomar-Sancho, C., La educación médica en el Grado en Medicina en época de pandemia y de post-pandemia COVID-19, <https://doi.org/10.14201/rmc202016e1323>, *Revista De Medicina y Cine*, 16(e), 13–23 (2021)
- Rahimi, B., Nadri, H., Lotfnezhad, H., y Timpka, T. A., Systematic Review of the Technology Acceptance Model in Health Informatics, <https://doi.org/10.1055/s-0038-1668091>, *Appl Clin Inform*, 9(3), 604–634 (2018).
- Salesa Batlle, E., Perelló, E., y Bonavida, A., Tratado de audiología, 2ª Ed., Masson, Barcelona, España (2013)
- Salter, D., Mastering NetBeans, ISBN: 1785282646, Packt Publishing, Birmingham, Inglaterra (2015)
- Sukendro, S., Habibi, A., y otros 5 autores, Using an extended Technology Acceptance Model to understand students' use of e-learning during Covid-19: Indonesian sport science education context, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05410>, *Heliyon*, 6(11), e05410 (2020)
- Tiihonen, J., y Felfernig, A., An Introduction to Personalization and Mass Customization, <https://doi.org/10.1007/s10844-017-0465-4>, *J Intell Inf Syst*, 49(1), 1–7 (2017)
- UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, Startling digital divides in distance learning emerge, <https://www.unesco.org/es> (2020)
- Vega, Y. E., Torres, A. M., y del Campo, M. N., Análisis del Rol del Fonoaudiólogo (a) en el Sector Salud en Chile. *Cienc Trab.*, 19(59), 76-80 (2017)
- Venkatesh, V., y Davis, F., A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies, <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>, *Manage Sci*, 46(2), 186-204 (2000)
- Vidal, C., Bustamante, M., Rubio, J.M., y Carter, L., Propuesta de Modelo de Características con Interfaz de Punto de Unión para el Modelamiento de Líneas de Productos de Software, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000600213>, *Inf. Tecnol.*, 29(6), 213-220 (2018)
- Watkinson, J., Bristow, G., y otros tres autores, Postgraduate training in audiology improves clinicians' audiology-related cue utilization, <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1476782>, *Int. J. of Audiol.*, 57(9), 681-687 (2018)
- Wilson, W., Hill, A., y otros tres autores, Student audiologists' impressions of a simulation training program, <http://doi.org/10.1375/audi.32.1.19>, *The Aust N Z J Audiology*, 32(1), 19-30 (2010)