



FORMACIÓN EN DISEÑO PARA PROGRAMAS ACADÉMICOS EN INGENIERÍA: ESTRATEGIA DE LA PRESENCIALIDAD VIRTUAL EN LA ÉPOCA DE LA PANDEMIA GENERADA POR EL COVID

Leonardo Álvarez, Andrés Esteban Manjarrés, María Alejandra Narváez, Daniel Felipe Palacio, Leonardo Saavedra Munar

**Universidad Autónoma de Occidente
Cali, Colombia**

Resumen

La facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente, vincula al diseño como eje fundamental del proceso de formación de los programas académicos de ingeniería, y lo usa como estrategia para que los estudiantes desarrollen ideas de solución a los problemas cotidianos de los usuarios en un contexto específico, permitiendo con ello que dichos estudiantes desarrollen empatía por sus semejantes y reconozcan el contexto en el que vive la sociedad colombiana. Dicha facultad adscribe 13 programas académicos de pregrado, de los cuales 12 comparten una estructura curricular similar (los programas de ingeniería). En tal estructura se evidencian 2 ciclos de formación: Formación básica (de primer a quinto semestre) y Formación profesional (de sexto a último semestre). Dentro del ciclo básico de Ingeniería, se planificó la inclusión de Diseño Conceptual, asignatura que se localiza en las mallas curriculares en segundo semestre.

Diseño conceptual orienta a ingenieros en formación para que apropien una metodología para el diseño conceptual de soluciones con potencial innovador. Esta asignatura busca fortalecer las competencias asociadas a la capacidad de trabajar en equipo y la capacidad de aplicar diseño en ingeniería para desarrollar soluciones a las problemáticas del usuario en su contexto.

Se presenta en este documento el abordaje docente de la asignatura Diseño Conceptual desde la perspectiva de la presencialidad virtual, en la cual se implementan acciones asociadas al estudio independiente a través de actuaciones asíncronas de los estudiantes (haciendo uso de la revisión y estructuración de videos, infografías y otros), así como también, el abordaje síncrono dentro del

espacio temporal de la clase virtual (haciendo uso de una plataforma para reuniones virtuales), que tuvieron incidencia en el proceso formativo de dichos estudiantes. De igual manera, se muestran el desarrollo de una idea de solución haciendo uso de la metodología de diseño abordada en el curso, mediante la cual, los ingenieros en formación afrontaron la problemática: resultados ineficientes en audiometrías infantiles entre los tres y siete años de edad en centros audiológicos de la ciudad de Cali.

Palabras clave: pruebas presencialidad; diseño; audiometrías; fonoaudiólogo; pacientes pediátricos

Abstract

The engineering faculty of Autónoma de Occidente university, links design as a fundamental axis of the training process of academic engineering programs, and uses it as a strategy for students to develop solution ideas to the daily problems of users in a specific context, thereby allowing these students to develop empathy for their peers and recognize the context in which Colombian society lives. This faculty ascribes 13 undergraduate academic programs, of which 12 share a similar curricular structure (engineering programs). In this structure, there are 2 training cycles: Basic training (from first to fifth semester) and Professional training (from sixth to last semester). Within the basic cycle of Engineering, the inclusion of Conceptual Design was planned, a subject that is located in the curricular networks in the second semester.

Conceptual design aimed at engineers in training to adopt a methodology for the conceptual design of solutions with innovative potential. This course seeks to strengthen the skills associated with the ability to work in a team and the ability to apply engineering design to develop solutions to user problems in their context.

The teaching approach of the Conceptual Design subject is presented in this document from the perspective of virtual presence, in which actions associated with independent study are implemented through asynchronous student actions (making use of the review and structuring of videos, infographics and others), as well as the synchronous approach within the temporal space of the virtual class (making use of a platform for virtual meetings), which had an impact on the training process of said students. In the same way, the development of a solution idea is shown using the design methodology addressed in the course, through which the engineers in training faced the problem: inefficient results in child audiometry between three and seven years of age. in audiological centers of the city of Cali.

Keywords: presence; design; audiometric test; speech therapist; pediatric patients

1. Introducción

La Universidad Autónoma de Occidente (UAO) a través de su Proyecto Educativo Institucional, define el aprendizaje "...como la capacidad que las personas necesitan activar para formarse, es



decir, para desplegar sus potencialidades en función de su desarrollo integral, para la construcción de calidad de vida personal y colectiva.”(UAO, 2015) y establece que “... se entiende el aprendizaje humano como el proceso mediante el cual la persona construye para sí nuevos conocimientos que incorpora a sus estructuras mentales, adquiriendo consecuentemente nuevas formas de actuación, de desempeño; es decir, nuevas competencias para interactuar.” Denotando con esto que el estudiante es el eje central del proceso formativo y la interacción con su contexto y las diversas variables que lo componen, le permiten desarrollar su proceso de aprendizaje.

La pandemia del COVID-19 trajo consigo diversas dificultades para los procesos de enseñanza y aprendizaje, por ejemplo, la disposición de recursos como el internet de banda ancha, equipos de cómputo de desempeño aceptable, la disposición física de un espacio de trabajo adecuado y tranquilo para el desarrollo de las actividades académicas, entre otros. Estas dificultades fueron traducidas en oportunidades desde la universidad Autónoma de Occidente, apoyándose en el personal docente y los colaboradores de diferentes unidades académicas y administrativas, para generar propuestas que ayudaran a desarrollar las actividades formativas de sus estudiantes. Algunas de las propuestas que se convirtieron en realidad son: el préstamo de equipos de cómputo para estudiantes que los necesitaran, la disposición de planes de datos móviles para el acceso a las clases a través de internet y finalmente, la presencialidad virtual, una estrategia para fomentar el trabajo autónomo a través de actividades síncronas y asíncronas en los cursos.

2. Contextualización de la asignatura Diseño Conceptual

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente, UAO, adscribe 13 programas académicos de pregrado, de los cuales 12 comparten una estructura curricular similar. En tal estructura se evidencian 2 ciclos de formación: Formación básica (de primer a quinto semestre) y Formación profesional (de sexto a noveno semestre). Dentro del ciclo básico de Ingeniería, se planificó la inclusión de Diseño Conceptual.

La asignatura Diseño Conceptual está ubicada en segundo semestre; cada grupo está conformado por un máximo de 26 ingenieros en formación en edades que van desde los 17 años hasta los 40 años (generalmente). Esta asignatura se enfoca en fortalecer la habilidad para aplicar diseño en ingeniería con el fin de producir soluciones que satisfagan las necesidades de las personas, teniendo en cuenta la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales y económicos. También busca fortalecer la habilidad para desempeñarse efectivamente en un equipo donde todos los miembros ejerzan liderazgo, creen un ambiente colaborativo e inclusivo, establezcan objetivos, planifiquen tareas y cumplan dichos objetivos.

Como estrategia de verificación del fortalecimiento de las habilidades enunciadas anteriormente, se incluye el desarrollo de un Proyecto Formativo Integrador a lo largo de dieciséis semanas académicas, el cual se enfocó en los ODS 3 y 12, Salud y Bienestar y Producción y consumo responsable, respectivamente (para el periodo académico 2020-3). Inicialmente se configuraron equipos de trabajo (de cuatro a cinco integrantes) que identificaron una problemática real, posteriormente se identificaron necesidades del público objetivo, se establecieron requerimientos de diseño (atributos de diseño), se desarrolló un proceso creativo basado en las necesidades del



público objetivo y los requerimientos identificados, se estructuraron modelos de comprobación virtuales de propuestas morfológicas de las ideas de solución y finalmente, se desarrolló un modelo virtual para la comunicación de los resultados finales.

3. Estrategia de abordaje desde la presencialidad virtual

Las condiciones de pandemia del COVID-19, han ocasionado diversos cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje. La migración forzada de las actividades de enseñanza presencial hacia la virtualidad, trajo consigo nuevos retos para docentes y estudiantes, dichos retos se han enfocado en facilitar el proceso formativo y aprovechar al máximo las posibilidades que cada institución educativa tiene a su disposición.

La presencialidad virtual surgió como una estrategia de mediación tecnológica para el abordaje de las clases durante la contingencia generada por la emergencia sanitaria, esto permitió hacer uso de los diversos recursos que se mencionarán en este documento para fomentar la autonomía en los estudiantes a través del desarrollo de las actividades propuestas en cada asignatura. Para el caso de Diseño Conceptual, el equipo de trabajo de los profesores del curso analizó cada una de las actividades de aprendizaje, replanteando los tiempos y el alcance de dichas actividades con el fin de fortalecer las habilidades (competencias) mencionadas en el ítem 2 de este documento.

La Universidad Autónoma de Occidente cuenta con diversos recursos para el abordaje virtual síncrono y asíncrono de las asignaturas, entre ellos UAO virtual, una plataforma B-Learning como apoyo para el desarrollo de los cursos, Webex meetings¹ para el desarrollo de encuentros síncronos, la plataforma google (classroom, Gmail, etc.), utilizada para facilitar la comunicación síncrona (fuera del horario de clase y en asesorías) y asíncrona.

Con el fin de optimizar el uso de los recursos que los docentes y estudiantes de la Universidad Autónoma de Occidente tienen a su disposición, La metodología de trabajo enmarcada en la estrategia de presencialidad virtual, se enfocó en el desarrollo de clases síncronas haciendo uso de Webex meetings, estas se enmarcaron en la magistralidad y la ejemplificación haciendo uso de ejercicios prácticos de diseño, que le permitieran a los estudiantes tener un punto de partida para el desarrollo de cada etapa de su proyecto de diseño. UAO virtual se utilizó para el alojamiento de recursos como rúbricas de evaluación, ejercicios para el modelado por computador y la programación de tarjetas de desarrollo de fácil uso (como Arduino), ejemplos de proyectos de semestres anteriores con resultados notables, guías y otros materiales de trabajo, así como también, videos de explicación de las generalidades de la asignatura y de cada módulo de ella, la descripción de las actividades de trabajo antes, durante y después de cada sesión de clase, entre otros recursos. Se hizo uso de la plataforma YouTube para alojar los videos de las sesiones síncronas, de hangouts meet y del correo electrónico de Gmail para la comunicación y asesorías con los estudiantes.

¹ Webex meetings, disponible en: <https://www.webex.com/es/video-conferencing.html>



En el siguiente apartado, se explicará la metodología utilizada por un equipo de trabajo de estudiantes de ingeniería, en el periodo académico 2020 -3, para el desarrollo del Proyecto Formativo Integrador del curso.

4. Metodología de desarrollo del Proyecto Formativo Integrador

La audiometría se define como la prueba diagnóstica funcional que sirve para comprobar la audición de las personas. El examen le permite saber al profesional si existe un déficit auditivo para posteriormente tratar al paciente de manera adecuada. (Savia, 2019).

En 1919 en Alemania se dió a conocer el primer audiómetro electrónico y se usó en hospitales de atención a soldados con pérdida auditiva. Posteriormente en 1952, se comercializó el audiómetro para realizar la prueba a todo el público, años más tarde se desarrollaron distintas técnicas para efectuar el examen y ya se consideró más a la población infantil. (Wwwwhats New, 2020).

Luego, aproximadamente en 1960 se inició el procedimiento que involucra el levantamiento de las manos según sea la escucha. No obstante, esta solución presentaba un margen de error amplio. Así se mantuvo este proceso hasta los años 80, la única diferencia era que se realizaba con unos auriculares y de esta manera se mantuvo hasta el año 2000 y desde entonces, la diferencia ahora era que el paciente pediátrico aportaba la respuesta mediante una acción con juguetes, pero el rango de error persiste con la tecnología ya existente (Phonak, 2020).

Es ahí donde toma lugar la idea de solución que se presentará, ya que se diseñó un artefacto con componentes electrónicos que aportan al estímulo y respuesta hacia y por el paciente, pues se trata de un dispositivo con figuras y luces que captan la atención de la población objetivo. Este dispositivo también cuenta con sensores que facilitan al fonoaudiólogo a tener una respuesta certera para que posteriormente sea analizada, con el fin de entregar diagnósticos confiables

Para el diseño del artefacto mencionado, se utilizó una metodología que consta de 3 etapas: Investigación e indagación, Ideación e Implementación.

En la etapa de investigación e indagación, se realizó la configuración del problema y se delimitó a los resultados ineficientes en audiometrías infantiles entre los 3 y 7 años de edad en centros audiológicos de la ciudad de Cali. Asimismo, se definieron las causas y consecuencias del problema abordado desde la dimensión social, de salud y tecnológica. Posteriormente, se realizó la indagación social, en la cual se entrevistaron a profesionales del medio audiológico y a padres que llevan a sus hijos con frecuencia a centros audiológicos caleños para que les realicen audiometrías. Además, se visitó el centro audiológico Audiovida² para realizar observaciones y documentarlas. De esta manera, la información obtenida se organizó en determinados esquemas, se plantearon las necesidades reales y se analizaron desde distintas herramientas propuestas por la metodología de diseño.

² Audiovida, disponible en: <https://audiovida.com/>



En la etapa de ideación se partió de un concepto de diseño con el fin de que cada integrante tuviera los lineamientos para proponer 15 alternativas de solución correspondientes a las características planteadas en este concepto. Posteriormente, se realizó un proceso estructurado de selección individual de una de las alternativas para dar paso al análisis funcional y de este modo, efectuar una convergencia en la cual todos los integrantes enseñaron su alternativa seleccionada y se escogió una de estas cuatro a través del análisis de decisión multicriterio (AHP) para finalmente hacer una evolución del dispositivo ganador, involucrando aspectos de las otras alternativas y de este modo, fortalecerlo en los criterios los cuales no había resultado favorecido en el proceso de selección AHP.

Finalmente, en la etapa de implementación, se modeló la alternativa escogida y evolucionada para aplicar los criterios técnicos y así, se establecieron límites precisos en los objetivos planteados en la primera etapa. Luego, se hizo el análisis morfológico, donde se establecieron todas las combinaciones posibles y se llevó a cabo la búsqueda morfológica, en la cual el equipo de trabajo escogió una de las combinaciones y en última instancia, se planteó la lista de materiales (B.O.M) con el propósito de estimar el costo total de los materiales del dispositivo.

5. Resultados del desarrollo del Proyecto Formativo Integrador

De la aplicación de la metodología y cada una de sus etapas se obtuvo lo siguiente:

En la primera etapa se identificó que la problemática tiene causas relacionadas con: los métodos inadecuados por los profesionales, las tecnologías desactualizadas para la intervención de audiometrías y la carencia de información dentro del contexto colombiano. Igualmente, dentro de las consecuencias directas se encontró que los niños colombianos presentan dificultades en la superación de posibles problemas auditivos, inconvenientes técnicos en la realización de las audiometrías, análisis erróneos de los resultados del test y que el personal no puede capacitarse dentro del territorio.

Se realizó una búsqueda de la población que involucra la problemática para cuantificar a las personas que se ven afectadas por ella. Dentro de este proceso se encontró que según la OMS el 5% de la población mundial presentan pérdidas auditivas que pudieron prevenirse (OMS, 2013). A nivel nacional, el Ministerio de Salud y Protección Social afirma que 130000 niños y niñas menores de 6 años en Colombia presentan dificultades diarias para oír y localmente se halló que el Instituto Nacional de Sordos afirma que Sordos, en Cali 21665 personas presentan problemas auditivos y de esta población, 700 son niñas y niños entre 0 y 6 años. (Aguirre, 2015).

De la indagación social se obtuvo de manera general que los expertos ocasionalmente se sienten seguros de los resultados obtenidos por las audiometrías y, por tanto, complementan con pruebas objetivas, como los potenciales evocados que implican que no haya interacción con el niño o la niña. Sin embargo, con este tipo de pruebas la incomodidad aumenta porque los niños deben estar somnolientos o dopados. Por otra parte, de las entrevistas realizadas a los padres se obtiene la generalidad de que comentaban que sería bueno que en los consultorios se tengan herramientas que no solo los divierta, sino que también ayude con el diagnóstico al que se va a llegar porque



afirmaban que sienten confianza en los resultados por la experticia de algunos profesionales, más que por la tecnología implementada. Respecto a los niños se encontró que los pacientes buscan tener seguridad, tranquilidad, ser bien tratados, estar cómodos y lo más esencial: un espacio que sea ideal para jugar.

De la etapa de ideación surgió como producto final el dispositivo para intentar mitigar la problemática. Esta alternativa debe usarse en consultorios sonoroamortiguados y su meta principal es convertir la audiometría en un juego eficiente que registre las respuestas de la misma. El prototipo que se describe como una caja de dimensiones de 20 cm de alto, 20 cm de ancho y 8 cm de profundidad, a la cual se le pueden insertar figuras en 3D, así, el niño durante la audiometría dará respuesta si escuchó o no el sonido emitido por el audiómetro, de tal modo que seleccionará una de las figuras y las insertará por el agujero correspondiente en la parte superior. Dentro del dispositivo se encuentra un sensor que dará la señal si una figura fue insertada, al mismo tiempo se encenderá una tira de luces LED y se enviará la señal digital al computador que se encuentre conectado al dispositivo.

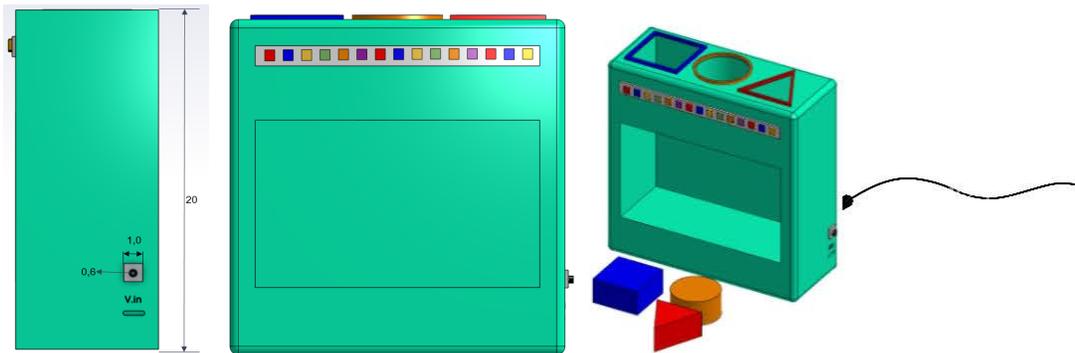


Figura 1. Artefacto diseñado para dar solución al problema asociado a los resultados ineficientes en audiometrías infantiles entre los tres y siete años de edad en centros audiológicos de la ciudad de Cali.

En último término, el producto fundamental de la etapa de implementación fue la lista de materiales (B.O.M) ya que se obtuvo que los precios de los microelementos se encuentran dentro de \$300 COP y \$50000 COP y el resultado principal obtenido fue que el precio total de los materiales es de \$115798 COP.

Macro Elemento	N°	Microelemento	Código	Cantidad	Función	Pieza estándar	Material	Procesos	Proveedores	Costo Unitario	Costo Total
Cara frontal	1	Modulo relé 5v	A1	1	Interrumpir controladamente varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.	SI	N.A	N.A	Dinastia Tecnologica	7.500	7500
	2	Tira Led	A2	1	Transformar pequeñas unidades de energía eléctrica en energía luminica.	SI	N.A	N.A	Dinastia Tecnologica	50000x 5m	50.000
	3	Fuente conmutada	A3	1	Proveer el suministro de voltaje para un circuito electrónico.	SI	N.A	N.A	Electronica SanNicolas	20.000	20000
	4	Regulador integrado	A4	1	Regular el voltaje entregado por la fuente a uno mas específico para ciertos componenetes.	SI	N.A	N.A	STMicroelectronics.	1.741	1.741



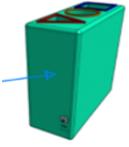
Sistema de control	5	Pulsador normalmente abierto de 4 pines	B1	1	Permitir el paso del voltaje de un punto a otro.	SI	Plastico y contactos de metal	N.A	Electronica caldas	300	300
	6	Microcontrolador atmel 328P	B2	1	Controlar el funcionamiento de una tarea determinada.	SI	Cubierta de plástico y silicio	Procesado de silicio	Dinastia Tecnologica	10000	10000
	7	Sensor de aproximación HC-SR05	B3	1	Sensar la distancia a la que se encuentra un objeto.	SI	N.A	N.A	Dinastia Tecnologica	10000	10000
	8	Convertidor Voltaje frecuencia LM331N	B4	1	Convertir las señales analógicas a digitales.	SI	Silicio	N.A	Shenzhen Jin Hong Yang Electronic Technology Limited	2000	2000
	9	Conector hembra USB	B5	1	Permitir la conexión con el cable USB.	SI	N.A	N.A	Didacticalset electronicas	1547	1547
	10	Cable USB	B6	1	Permitir la conexión alámbrica entre el dispositivo y el PC.	SI	LCP y cobre	Termoformado	Didacticalset electronicas	10710	10710
Parte superior	11	Agujeros de incrustar las figuras	C1	3	Permite el paso de las figuras cuando se inserten .	NO	PLA	Inyección por CNC	N.A	2000	2000
										Total	115798

Tabla 1. Lista de materiales de la solución diseñada

6. Análisis de los factores contextuales asociados a la solución diseñada

Para analizar la alternativa de solución se tiene en cuenta cuatro factores: seguridad y salud, económico, ambiental y social.

Seguridad y salud: Como primera instancia se buscó que el dispositivo no pesara más de 1kg, pues representaría un alto porcentaje de riesgo en caso de que éste fuera mayor, simulando una caída al pie o encima del paciente. Por ende, se estandarizó un peso prudente. Además, las aristas del dispositivo tienen forma circular para disipar aún más el impacto. Igualmente, se pueden presentar riesgos para el fonoaudiólogo relacionados con el peso del artefacto debido a usos no previstos o accidentes de caídas. Por otra parte, el Ministerio de Salud (2016) plantea que en Colombia la prueba auditiva predilecta es la audiometría tonal, que en los niños se constituye como el test subjetivo que evalúa toda la gama frecuencial, donde el condicionamiento lúdico se convierte en el instrumento crucial para dicha evaluación. Por tanto, la importancia de la incorporación del dispositivo a las audiometrías radica tanto en la experiencia de juego y en la confiabilidad que proporciona.

Factor económico: El costo de fabricación del dispositivo refleja la búsqueda de los proveedores al por mayor para reducir significativamente los costos tanto de materiales como para reducir el gasto en mano de obra, con el fin de que la alternativa fuera asequible para la mayoría de centros audiológicos y de salud para lograr obtener los beneficios que el dispositivo brinda.

Factor ambiental: El dispositivo cuenta con ventajas para el medio ambiente en cuanto a componentes se refiere, pues su fuente de poder no son baterías, lo que salva a la naturaleza de una cantidad exagerada de desechos no renovables que son contaminantes, pues estas fuentes de poder contienen metales pesados como mercurio, cadmio o plomo y por tanto se desechan y en diversos casos el tratamiento de estos residuos resulta siendo a través de la incineración. Sin embargo, los metales mencionados no se reducen con la incineración y se liberan a la atmósfera para posteriormente generar gases del efecto invernadero (Castillo, 2017). Por otra parte, el dispositivo contribuye a la reducción de la contaminación de materiales no reusables, pues la carcasa se compone de poliéster y este se puede derretir y reutilizar para fabricar otros elementos.



Factor social: La alternativa de solución permite garantizar el derecho a la salud infantil en la ciudad de Santiago de Cali desde el campo de la fonoaudiología infantil. Además, la cercanía actual de los niños con la tecnología da paso a la vinculación del dispositivo a la prueba auditiva y de esta manera, también se garantiza una adecuación de conocimientos respecto a las audiometrías debido a que al incorporar el dispositivo, se asegura que cuando se realice esta prueba a la población objetivo sea condicionada por juego y siga los parámetros establecidos por Portmann en su libro de Audiología Clínica, los cuales plantean que es ideal que los pacientes infantiles no interpreten el examen como una prueba médica sino como un juego (Portmann, 1989).

7. Conclusiones

En el contexto actual de las nuevas tecnologías y mercados cambiantes, la apropiación de metodologías de diseño que propendan por generar valor a los usuarios de los procesos, productos o servicios que se diseñen, es un factor fundamental para la competitividad de dichos mercados, haciendo indispensable que se incluyan cursos de diseño en los programas académicos de ingeniería. La inclusión de estos cursos de diseño debe estar acompañada de estrategias formativas que promuevan la apropiación tecnológica y la sensibilidad con el contexto. La estrategia de presencialidad virtual permitió que los estudiantes tuvieran a su disposición diversos recursos que facilitaron el proceso de enseñanza y aprendizaje, de igual forma, les permitió experimentar con ellos para fortalecer la cultura tecnológica y desarrollar las actividades individuales y en equipo que fueron estructuradas para el curso Diseño Conceptual.

Con relación a la sensibilidad del contexto, la estrategia planteada en el curso permitió abordar una problemática enmarcada en el ODS 3, Salud y Bienestar. Fomentando con esto que los estudiantes reconocieran una problemática real y cercana a ellos, e iniciaran el primer año de ingeniería buscando soluciones para los problemas propios de su contexto.

8. Referencias

Libros

- Portmann, M. (1989) Audiología clínica. Toray Manson S.A, Barcelona.

Fuentes electrónicas

- Organización Mundial de la Salud. (2013). Millones de personas padecen pérdida de audición que puede atenuarse o prevenirse. Consultado el 2 de septiembre de 2020 en <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-02-2013-millions-have-hearing-loss-that-can-be-improved-or-prevented> <https://www.who.int/es/news/item/27-02-2013-millions-have-hearing-loss-that-can-be-improved-or-prevented>
- El País. (2015). En Cali hay 21.665 personas con problemas para oír. Consultado el 30 de agosto de 2020 en <https://www.elpais.com.co/cali/en-hay-21-665-personas-con-problemas-para-oir.html#:~:text=En%20Cali>



- Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). Análisis de la situación de la salud auditiva y comunicativa en Colombia. Consultado el 3 de septiembre de 2020 en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-auditiva-2016.pdf>
- Castillo, J. (2017). CCEEA: El impacto de las baterías en el medio ambiente. Consultado el 15 de noviembre de 2020 en <https://ccea.mx/blog/sustentabilidad/el-impacto-de-las-baterias-en-el-medio-ambiente>
- Life is ON, Phonak. (2020). Pruebas auditivas para niños. Consultado el 9 noviembre de 2020 en <https://www.phonak.com/es/es/perdida-auditiva/perdida-auditiva-en-ninos/audiometr%C3%ADas-para-ni%C3%B1os.htm>
- Savia (2019). Audiometría. Consultado el 9 de noviembre de 2020 en <https://www.saludsavia.com/contenidos-salud/otros-contenidos/audiometria>
- Universidad Autónoma de Occidente. (2015). Proyecto Educativo Institucional. Colección Documentos Institucionales. Santiago de Cali.
- Wwhats New (2020). Audiométricos: Historia, Evolución e Innovación. Consultado el 9 de noviembre de 2020 en <https://wwwwhatsnew.com/2020/04/01/audiometros-historia-evolucion-e-innovacion/#:~:text=El%20primer%20audi%C3%B3metro%20electr%C3%B3nico%20apareci%C3%B3,a%20soldados%20con%20p%C3%A9rdida%20auditiva>.

Sobre los autores

- **Leonardo Álvarez:** estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Occidente. leonardo.alvarez@uao.edu.co
- **Andrés Esteban Manjarrés:** estudiante de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Occidente. andres_est.manjares@uao.edu.co
- **María Alejandra Narváez:** estudiante de Ingeniería Biomédica de la Universidad Autónoma de Occidente. maria_ale.narvaez@uao.edu.co
- **Daniel Felipe Palacio:** estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma de Occidente. daniel.palacio@uao.edu.co
- **Leonardo Saavedra Munar:** profesor a tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente. lsaavedra@uao.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

