**Propuesta de un conjunto de patrones de diseño de objetos con interacción tangible para juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva**



**Anteproyecto de Trabajo de Grado**

**José Gregorio Hernández Hurtado**

**José Rodrigo Ordoñez Latorre**

**Director: Ing. Víctor Manuel Peñeñory Beltrán**

**Co-Director: PhD. César Alberto Collazos Ordoñez**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**

**Departamento de Sistemas**

**Grupo de I+D en Ingeniería de Software (IDIS)**

**Popayán, Marzo de 2019**

Tabla de Contenido

[**1** **Planteamiento del problema** 1](#_Toc531009662)

[2 **Estado del Arte** 3](#_Toc531009663)

[2.1 Marco teórico 3](#_Toc531009664)

[2.1.1 Juego 3](#_Toc531009665)

[2.1.2 Juego serio 3](#_Toc531009666)

[2.1.3 Patrón de Diseño 3](#_Toc531009667)

[2.1.4 Video Juego 3](#_Toc531009668)

[2.1.5 Interfaces de Usuario Tangible (TUI) 3](#_Toc531009669)

[2.1.6 Objeto Aumentado 4](#_Toc531009670)

[2.1.7 Computación Ubicua 4](#_Toc531009671)

[2.1.8 Motricidad 4](#_Toc531009672)

[2.1.9 Psicomotricidad 4](#_Toc531009673)

[2.2 Antecedentes 4](#_Toc531009674)

[2.3 Aporte investigativo 8](#_Toc531009675)

[**3** **Objetivos** 9](#_Toc531009676)

[3.1 Objetivo general 9](#_Toc531009677)

[3.2 Objetivos específicos (OE) 9](#_Toc531009678)

[**4** **Actividades y cronograma** 9](#_Toc531009679)

[4.1 Metodología de trabajo 9](#_Toc531009680)

[**4.1.1 Ciclo 1 Análisis conceptual** 10](#_Toc531009681)

[4.1.1.1 Revisión del estado del arte sobre patrones de diseño de interacción con juegos serios. 10](#_Toc531009682)

[4.1.1.2 Llevar a cabo un estudio más en profundidad sobre patrones de diseño de interacción. 10](#_Toc531009683)

[4.1.13 Destacar los estudios más relevantes y de utilidad para proponer el prototipo de juego serio con interfaz u objetos tangibles. 10](#_Toc531009684)

[**4.1.2 Ciclo 2. Definición de la propuesta** 10](#_Toc531009685)

[4.1.2.1 Identificar los patrones de interacción existentes. 10](#_Toc531009686)

[4.1.2.2 Definir y/o adaptar un conjunto de patrones de interacción a partir del uso de interfaces u objetos tangibles en juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva. 10](#_Toc531009687)

[4.1.2.3 Construir un prototipo de juego serio que use interfaces u objetos tangibles usando el conjunto de patrones propuestos. 10](#_Toc531009688)

[**4.1.3 Ciclo 3. Evaluación de la propuesta** 10](#_Toc531009689)

[4.1.3.1 Se lleva a cabo la capacitación, coordinación, organización y diseño de la prueba del prototipo. 10](#_Toc531009690)

[4.1.3.2 Se ejecuta la prueba del prototipo de juego serio teniendo en cuenta la planificación y diseño planteado en la actividad anterior. 10](#_Toc531009691)

[4.1.3.3 Se obtienen los datos producto de la interacción del prototipo de juego serio propuesto con los niños de un centro médico que preste la atención a niños con este tipo de discapacidad. 10](#_Toc531009692)

[**4.1.4 Ciclo 4 Documentación y socialización** 10](#_Toc531009693)

[4.1.4.1 Elaboración de la monografía y los anexos que resulten durante la realización del trabajo de grado o documento final. 11](#_Toc531009694)

[4.1.4.3 Presentar y sustentar los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. 11](#_Toc531009695)

[4.2 Cronograma de actividades 11](#_Toc531009696)

[**5.** **Recursos, Presupuesto y fuentes de Financiación** 11](#_Toc531009697)

[**6.** **Condiciones de entrega** 12](#_Toc531009698)

[**7** **Referencia bibliográfica** 12](#_Toc531009699)

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Categorías de patrones 7

Tabla 2. Cronograma de actividades 11

Tabla 3. Presupuesto y financiación del proyecto 11

# **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Teniendo en cuenta que según el documento de Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF), la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la discapacidad como "un término genérico que incluye déficits[[1]](#footnote-1), limitaciones en la actividad[[2]](#footnote-2) y restricciones en la participación[[3]](#footnote-3)." [1], basados en esta definición podemos decir que la discapacidad auditiva es cualquier tipo de trastorno, alteración, disminución total o parcial de la capacidad auditiva.

Hay que aclarar que una persona con disminución de la capacidad auditiva muy probablemente pueda seguir su vida con relativa normalidad, pero la persona con discapacidad auditiva total requiere un proceso especializado de rehabilitación, enfocándose en los procesos de comunicación, aprendizaje y el proceso psicomotriz, esto se agudiza especialmente cuando la discapacidad se presenta en niños.

La presencia de discapacidad auditiva en un niño acarrea grandes complicaciones que afectan el desarrollo físico, motriz, cognitivo, psicológico y en general afecta la psicomotricidad, estos factores contribuyen a un desarrollo inadecuado del individuo. En particular en los primeros años de vida se les asocia problemas vestibulares[[4]](#footnote-4) que dan lugar a retraso de la marcha, comúnmente en la motricidad gruesa y fina. Las dificultades motrices que presentan los niños no oyentes puede deberse según algunos autores a la sordera misma y a la incapacidad del niño para recibir instrucciones sobre cómo realizar una actividad determinada y la incapacidad de seguir actividades secuenciales, además de la afectación base correspondiente a la disminución auditiva parcial o total [2].

Desde inicios de los tiempos el juego hace parte fundamental para el desarrollo humano, donde el juego se usa comúnmente para divertirse para entretenerse [3]. El autor Johan Huizinga [4] define que, el juego, en su aspecto formal, es una acción libre ejecutada voluntariamente y sentida como situada fuera de la vida corriente, pero que, a pesar de todo puede absorber por completo al jugador, sin que haya en ella ningún interés material ni se obtenga en ella provecho alguno, que se ejecuta dentro de un determinado tiempo y un determinado espacio, que se desarrolla en un orden sometido a reglas y que da origen a asociaciones que propenden a rodearse de misterio o a disfrazarse para destacarse del mundo habitual [4].

Desde el punto de vista teórico el juego es una condición innata de todo niño en el mundo, teniendo tal importancia que el desarrollo de la misma infancia va paralela a éste, la actividad del juego es un factor determinante del desarrollo de la personalidad del individuo, así como de su cuerpo de su inteligencia y afectividad. Las prácticas y los objetos lúdicos son infinitamente variados y están marcados profundamente por las características étnicas y sociales específicas de cada grupo [5]. Las teorías pedagógicas clásicas plantean la relevancia del juego como una actividad lúdica muy potente teniendo como herramienta principal los juguetes, que son motivadores de la lúdica, y su uso permite al niño abstraer elementos del mundo real y representarlos en el objeto de juego, a través del uso de objetos (juguetes) el niño representa o imita las acciones de los adultos y en general del mundo que lo rodea usando estos como mediadores entre los dos mundos lo que ayuda en su desarrollo mental y creativo sirviendo esto como elementos fundamentales en su desarrollo psicomotriz [6].

Los juguetes permiten al niño realizar o complementar movimientos con su cuerpo como gatear, caminar, correr, saltar, coger otros objetos, etc. Así también le permiten llevar a cabo funciones psíquicas y cognitivas que van íntimamente relacionadas con la motricidad, como son la atención selectiva, el proceso de pensamiento, la memoria y el lenguaje, por nombrar algunas de ellas, estas dos funciones están íntimamente relacionadas, pues el niño en el momento en que a través de su cuerpo, los juguetes y su movimiento, explora el entorno, lo conoce y descubre la percepción y manipulación de objetos, los movimientos que es capaz de realizar, irán desarrollando su capacidad cognitiva y todas estas experiencias le servirán para el desarrollo mental. Son los juguetes facilitadores naturales de estas tareas teniendo en cuenta una elección correcta de éstos de acuerdo a los factores particulares de cada niño. Los juguetes que motivan el movimiento en el niño favorecen la psicomotricidad y la coordinación, el equilibrio y la orientación en el espacio y tiempo, puntos clave para el perfecto desarrollo de los niños. Juguetes y actividades como triciclos, patines, bicicletas, saltos, juego con pelotas, aros, bolos y otros son objetos que facilitan el desarrollo de la psicomotricidad [7]. El juego es además un instrumento socializante que brinda una experiencia altamente placentera que es adaptable al contexto educativo, social, médico, psicológico entre otras tantas opciones en las cuales podemos utilizar técnicas y objetos lúdicos como agente mediador entre el niño y los distintos procesos que debe afrontar en aspectos como el aprendizaje, la parte médica (rehabilitación) y otros aspectos que conlleva la infancia. Según [8], el juego aparte de ser una actividad de entretenimiento, también le ofrece a las personas un medio para poder socializarse, comunicarse, aprender valores y autocontrol, elementos importantes para una estabilidad emocional y mental de las personas. Así también el juego fomenta el seguimiento de instrucciones y realizar acciones a través de la definición de reglas.

Los juegos serios se han convertido actualmente en una herramienta que apoya los procesos terapéuticos y rehabilitación para niños y adultos con diferentes tipos de discapacidad, este tipo particular de juego que tiene como objetivo no solamente el entretenimiento y el ocio, originan un nuevo concepto, el de juegos serios [9],[10]. En la actualidad existen juegos serios con interfaces tangibles[[5]](#footnote-5) que se enfocan en la rehabilitación de niños y adultos con algún tipo de discapacidad pero al revisar la literatura en busca del caso particular de aplicaciones que estén dirigidas a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva, podemos evidenciar que es muy poco lo que se ha trabajado en este tema, así mismo si buscamos en la literatura evidenciamos la poca o nula existencia de definiciones formales de patrones de diseño para el desarrollo de juegos serios y objetos tangibles orientados al caso particular que en este trabajo abordamos. Esas deficiencias en el proceso de diseño de juegos serios conllevan dificultades para el usuario final en la comprensión de la actividad de rehabilitación que se está realizando, asimismo para el cumplimiento de los objetivos de ésta.

En trabajos anteriores los autores identifican patrones de diseño para juegos serios como en [11], otros autores han presentado propuestas de patrones de diseño tradicionales enfocados al software [12], sin embargo, cabe destacar que a pesar de todo el trabajo realizado, no se cuenta con patrones de diseño específicos para juegos serios en la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva ni para los objetos tangibles (juguetes o elementos mediadores) que los apoyan. Podemos concluir que las propuestas de juegos serios existentes no cubren la totalidad de las necesidades que pudiera tener un niño con discapacidad auditiva. Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo contribuir a la mejora de la interacción entre el juego serio dirigidos a la rehabilitación psicomotriz y el niño con discapacidad auditiva a partir de un conjunto de patrones que permita el diseño adecuado de los objetos de interacción tangible?

# **ESTADO DEL ARTE**

## 2.1 Marco teórico

### **2.1.1 Juego**

En [13] Vigotsky define el juego como una realidad cambiante y sobre todo impulsora del desarrollo mental del niño. El juego es el conductor principal del aprendizaje psicomotor, que sitúa al niño no sólo frente a situaciones de equilibrio muy variadas, diferentes coordinaciones y habilidades gimnásticas, multitud de posiciones de apoyo y posibilidades de desplazamiento, sino que además le permite aprender estrategias de resolución de problemas y favorece la toma de decisiones [14].

### **2.1.2 Juego serio**

Un juego serio es definido con una finalidad educativa, de rehabilitación u otro de manera explícita, que no se juega principalmente por diversión. Así abordamos el término “juego serio”, término que se refiere a un tipo particular de juego donde además actúa como mecanismo lúdico o de entretención, este posee un componente o un fin “serio”, varios autores dan definiciones al término “juego serio” como en [3], son video juegos, simuladores, micro mundos cuyo objetivo principal, es la formación antes que el entretenimiento.

### **2.1.3 Patrón de Diseño**

En [12] los autores definen patrón como la descripción de un problema que se presenta en un ámbito o entorno de manera repetitiva y así también describe la solución al problema. Otro autor define los patrones de diseño como: un problema que ocurre infinidad de veces en nuestro entorno, así como la solución al mismo, de tal modo que podemos utilizar esta solución un millón de veces más adelante sin tener que volver a pensarla otra vez [15].

### **2.1.4 Video Juego**

Un video juego es creado y utilizado principalmente con el objetivo de entretener, está basado en la interacción entre una o más personas, también para explorar hasta dónde llegan las capacidades y habilidades de los usuarios, además pueden tener otros fines diferentes al entretenimiento como por ejemplo para educar, para enseñar motivar para rehabilitar [16].

### **2.1.5 Interfaces de Usuario Tangible (TUI)**

A diferencia del modelo de comunicación actual interface gráfica de usuario (GUI[[6]](#footnote-6)), las interfaces tangibles de usuario (TUI) permiten al usuario tocar directamente la información con sus manos, manipular literalmente los datos. Estas interfaces, se caracterizan por no intimidar a los usuarios no expertos así como promover actividades exploratorias, expresivas y experimentales [17].

### **2.1.6 Objeto Aumentado**

Un objeto aumentado se refiere a un objeto común, el cual ha sido provisto de características extra, gracias a sistemas computacionales o software integrado, que le hacen ganar nuevas funcionalidades [2].

### **2.1.7 Computación Ubicua**

Se entiende por computación ubicua la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los sistemas computacionales no se perciban como objetos diferenciados, haciendo dichos sistemas disponibles e invisibles al usuario [18].

### **2.1.8 Motricidad**

Se refiere a la capacidad de un ser vivo para producir [movimiento](http://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento) por sí mismo, ya sea de una parte corporal o de su totalidad, siendo éste un conjunto de actos voluntarios e involuntarios coordinados y sincronizados por las diferentes [unidades motoras](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Unidad_motora&action=edit) ([músculos](http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsculo)) [19]. Entre las habilidades que todo niño debe adquirir se encuentran las fundamentales, las perceptivas y las cognitivas.

**Motricidad Gruesa**: Son las acciones y las actividades que se pueden realizar usando todas las partes del cuerpo, se estimulan acciones como la coordinación, la movilidad y el equilibrio.

**Motricidad Fina**: Son las actividades que requieren un alto nivel de equilibrio y precisión que requieren de una madurez por parte del sistema nervioso, como dibujar, recortar, modelar, entre otros [19].

### **2.1.9 Psicomotricidad**

En [14] definen la palabra psicomotricidad como la conformación del prefijo " psico “, qué significa mente, y " motricidad “, que se deriva de la palabra motor, qué significa movimiento. Analizando el término y haciendo referencia a su composición podemos decir que psicomotricidad hace referencia a la existencia de una relación directa entre la mente y el movimiento.

## 2.2 Antecedentes

La rehabilitación puede ser una tarea aburrida y agotadora especialmente para niños los cuales no entienden la importancia de la terapia en su proceso de rehabilitación. Así desde el 2013 hasta la fecha, encontramos que los videojuegos incorporan no solo diversión sino técnicas que permiten apoyar procesos adicionales a la lúdica, estos desarrollos aplican algunos patrones y técnicas de diseño de juegos serios e interacción entre el niño y el juego, a continuación, exponemos los principales trabajos en los últimos años.

En 2014 Antoni Jaume-i-Capó, Biel Moyà-Alcover y Javier Varona [20] proponen un juego serio para la terapia de rehabilitación de pacientes con problemas motrices y de balance, el juego consiste en el borrado de una serie de elementos que aparecen en una pantalla en frente del paciente; la silueta del jugador es escaneada y se proyecta también en la pantalla dentro de un área gris, el jugador debe realizar movimientos del tronco de su cuerpo de sus brazos y manos para alcanzar los elementos que debe ir borrando. Los autores proponen además una serie de “patrones” de diseño que deberían seguir otros investigadores para lograr el éxito en la creación de juegos serios para terapias de rehabilitación siendo estos: el paradigma de desarrollo, el mecanismo de interacción, los elementos interactivos, retroalimentación (feedback), adaptabilidad, monitoreo, y evaluación clínica. Los resultados del estudio fueron positivos y en las pruebas se tomó una población de nueve personas, siete hombres y dos mujeres, de los cuales todos completaron con éxito la terapia y al final estuvieron dispuestos a continuar en sesiones futuras, ellos manifestaron que al contrario de las terapias con fisioterapeutas tradicionales no se sintieron aburridos durante las sesiones y no fue una tarea agotadora.

También en 2014 Paula Alexandra Rego, Pedro Miguel Moreira y Luís Paulo Reis [21] proponen una arquitectura para el diseño de juegos serios con el objetivo de aumentar la motivación en los pacientes en su proceso de rehabilitación, esta arquitectura toma en cuenta tanto los avances en el desarrollo de videojuegos comerciales como los trabajos previos en el desarrollo de juegos serios para rehabilitación, los autores identificaron tres características relevantes: interacción multimodal y natural, habilidades sociales (colaboración y competitividad), y monitoreo del progreso.

La arquitectura propuesta en este trabajo se compone de los siguientes módulos: módulo de motor de juego, módulo de base de datos, módulo de red social, módulo de colaboración/competición, módulo de manejo de usuario y perfiles, módulo de login y monitorización, módulo de jugadores virtuales, módulo de manejo de la terapia, módulo de manejo de modalidad de entradas. Mediante el prototipo desarrollado en este trabajo se hicieron pruebas con 20 usuarios sanos y se probaron tres formas de entradas de datos: mouse, sonido y movimiento corporal, encontrando que las entradas por sonido y movimiento fueron las que presentaron mayor aceptación. Los autores buscan en trabajos futuros testear la adaptabilidad de los métodos de entrada de datos para acomodarse a pacientes con discapacidades físicas y disminuir la fatiga física y mental del proceso de rehabilitación. También en un futuro los autores buscan conseguir una manera más natural de simular interacciones con el sistema y la inclusión de jugadores virtuales para mantener la competitividad y colaboración.

En 2016 Hui Liang, Jian Chang [22] proponen una aplicación de narrativa de cuentos por medio de marionetas virtuales que responden a movimientos y gestos específicos de manos. La aplicación propuesta sigue los mismos principios de las narrativas clásicas de cuentos que buscan la adquisición de habilidades de trabajo en grupo y reforzar lazos de compañerismo entre los niños, además promover el uso de tecnologías de enseñanza en aulas de clase. También como beneficio social la aplicación ayuda a niños con discapacidades o dificultades de aprendizaje a vencer las barreras de la comunicación con adultos y sus semejantes, mediante la apropiación de un rol activo. El juego se basa en la historia griega clásica “el cuervo y la jarra” donde el niño con movimientos y gestos de mano que son interpretados por un sensor de movimiento profundo debe desarrollar la historia, el objetivo es desarrollar habilidades cognitivas y motrices las cuales son evaluadas y posterior a la sesión de juego entregan una retroalimentación, así se proponen patrones de interacción por medio del uso de las manos con movimientos hacia los lados, hacia arriba y abajo, y gestos para darle a la marioneta movimiento en todas las direcciones y poder recoger objetos.

El trabajo propuesto por los autores logra mejorar las habilidades narrativas además de las motrices ya que el juego requiere que los movimientos de las manos sean suaves y constantes contribuyendo a que el niño desarrolle habilidades de motricidad fina en sus extremidades superiores.

En 2016 [23], Braad, Eelco Žavcer, Gregor Sandovar, Alyea estudian una serie de modelos que describen procesos para el diseño y desarrollo de juegos serios bajo una serie de perspectivas generales: organización del proyecto, tecnología, dominio de conocimiento, investigación de usuarios y diseño de juegos. Dentro de los modelos que se evalúan se encuentra el ciclo ADDIE que es una propuesta que busca disminuir la complejidad de diseño y los costos de desarrollo, además de mejorar la usabilidad, la jugabilidad y el aprendizaje. Se hace un análisis de “three-cycle model of design science” [24] el cual es un modelo que logra combinar exitosamente la investigación a través del proceso de diseño y desarrollo, este modelo consta de tres fases (Fase de problemas y oportunidades, Fase de diseño y fase de artefactos), siendo la más importante la fase de diseño la cual evalúa (iterativamente) y mejora los artefactos entregados en la última fase. También se describe un marco de trabajo que explica cómo usar la propuesta de diseño centrado en el usuario para evaluar el aprendizaje de una segunda lengua en un juego serio. En este marco de trabajo el aporte al diseño por parte del usuario se realiza mediante “focus groups” y evaluaciones.

En 2017 Sandra Cano, Víctor Peñeñory, César Collazos [25] proponen un modelo para establecer la relación que deben tener los pacientes sordos con las terapias de juego. Cada relación (jugador-juego, juego-terapia y jugador-terapia) considera aspectos a tener en cuenta en el diseño del juego en contexto con la rehabilitación. El caso de estudio en este trabajo se lleva a cabo con una serie de juegos ya existentes para computador, incluyendo Prelingua [26], Vivoso [27]. Se aplicaron dos métodos de evaluación; observación directa y recorrido cognitivo. Para el primer juego (Vivoso) que se analizó se utilizó observación directa, para (prelingua) se realizó un estudio de experiencia de usuario y usabilidad, de los resultados respecto a eficiencia, se pudo analizar que las tareas fueron fáciles de llevar a cabo para los niños, el aspecto del aprendizaje también tuvo influencia, el 48% de los niños llevaron a cabo las actividad con poca dificultad, en cuanto a las emociones para este juego se observó que el 47% de los niños mostraron mayor grado de intensidad en sus emociones. En este trabajo se encontró que el uso de juegos serios en la rehabilitación de niños con problemas de habla y escucha fue exitoso en el fortalecimiento de sus terapias, los niños se encontraron realizando las actividades con mayor dedicación sobre todo para los juegos más divertidos, también se observó que los niños lograron un mejor progreso al utilizar los juegos en tablets, así los autores buscan en un futuro llevar el aprendizaje mediante juegos serios hacia plataformas móviles como tablets donde se encontraron los mejores resultados.

En [28] se desarrollan una serie de juegos para apoyar habilidades cognitivas en niños que se encuentren en un proceso de rehabilitación, así los juegos comprenden una serie de retos para mejorar la atención, la concentración, la memoria, la percepción, entre otros. Esta serie de juegos tienen un soporte multiplataforma que permite utilizarlos mediante un computador o una Tablet, así tiene en cuenta que a algunos niños se les facilita más poder trabajar con pantallas táctiles debido a alguna dificultad motriz al tomar un mouse. Los resultados arrojados son buenos teniendo en cuenta las opiniones de los niños que los utilizaron ya que sintieron confianza al utilizar el sistema y no sintieron impedimentos físicos para lograr los objetivos propuestos, también encontraron que el juego era fácil de aprender a utilizar pues contaba con interfaces sencillas que respondían al tacto y a la voz.

En [29] los autores crean un modelo para integrar el trabajo de terapeutas y desarrolladores de juegos serios para terapias de rehabilitación, además de esto tratan una serie de conceptos que son relevantes para tener maneras distintas de control de los juegos teniendo en cuenta que los niños que los utilizaran tienen distintas expectativas, distinto gustos y se les facilita más de una u otra manera la interacción con objetos de control. Así por ejemplo, se idea un juego en el que se recogen de un jardín una serie de muñecas las cuales tienen comportamientos distintos para apoyar las terapias según el objetivo, esto lo hacen con la ayuda de un Kinect. También hay juegos en los que se hace el uso de controles de wii que mueven estructuras, pero hacen uso externo de pesos “cómodos” para cada niño y cambio de posiciones para apoyar la terapia. Además, se hace uso como otra opción de “Wii Fit balance board”, donde el niño hace exploración de áreas virtuales las cuales se desbloquean a medida que el realiza determinados movimientos de rotación y pedaleo en un dispositivo que asemeja una bicicleta con controles wii, los conceptos anteriores se evaluaron además por los profesionales del área de rehabilitación encontrando que el concepto aplicado asociado con la rotación y además el pedaleo que asemeja la exploración en una bicicleta fue el más adecuado puesto que aplica muy bien para la mayoría de pacientes teniendo en cuenta más de una actividad psicomotriz asociada.

La identificación de patrones de diseño para juegos serios se ha hecho a través de varias áreas del conocimiento como la psicología, usabilidad, educación, ingeniería, entre otros. Así, un patrón debe servir para establecer un lenguaje de comunicación entre los diferentes actores que participan en el diseño de un juego serio.

En [11] se identifican varios patrones de diseño para juegos, los autores proponen 11 categorías de agrupación así:

**Categoría de patrones identificados.**

De comunicación y presentación, por estructuras de objetivos, de comunicación y presentación, por estructuras de objetivos, de acciones y eventos, para secciones de juegos, para estructura de narrativa, para juego de dominio y equilibrio, productibilidad e inmersión, para meta-juegos, de interacción social, re-jugabilidad y curvas de aprendizaje

por objetivos.

Estas categorías surgen del análisis de 200 juegos por parte de los autores. En [30] los autores definen 6 categorías de patrones como se enseña en la tabla 1:

**Tabla 1 Categorías de patrones**

|  |  |
| --- | --- |
| **Categoría** | **Definición** |
| Categoría A (Contexto) | Se enfoca en el concepto de juegos serios y el sub-concepto de juegos basados en aprendizaje. |
| Categoría B (aspectos de aprendizaje) | Describe patrones capaces de dar interacción, el cual menciona elementos capaces para la adquisición de conocimientos/habilidades. |
| Categoría C (indicadores) | Patrones de recomendaciones para ayudar a los usuarios en ir más allá que un simple entrenamiento. |
| Categoría D (información) | Contiene patrones de información extra. |
| Categoría E (Aspectos de diversión) | Patrones que proveen a los usuarios incentivos para seguir avanzando en el juego, el cual relaciona las recompensas y diversión. |
| Categoría F (Ayudas en el juego) | Contiene patrones que ayudan a los jugadores avanzar en el juego y en la adquisición de su conocimiento o habilidades, está relacionado con los retos y niveles del juego. |

Así mismo en [25] se propone una metodología en la cual se analizan los contextos de salud y educación y de esta manera se proponen incorporar 5 patrones de diseño en su propuesta metodológica, patrón juego serio que consiste en tener una interacción avanzada para activar a los usuarios, patrón instructivo de máquinas de juego que consiste en usar una interacción adaptativa al tipo de conocimiento que se quiere adquirir, patrón tiempo para acción - tiempo para pensar consiste en el uso de fases para participar y entrenar, fases y niveles menores para pensar y reflexionar, patrón Mesum consiste en que el entorno que se le ofrece le permite adquirir conocimiento y aprender de él de acuerdo a la información que se le presenta al usuario, patrón entretenimiento recompensa problema consiste en mostrar a los jugadores la promesa de recompensa por su desempeño.

En [18] se propone un conjunto de 31 directrices que conducen a la construcción de videojuegos para la educación de niños sordos, donde involucran los siguientes elementos: definición de los objetivos de aprendizaje, interfaces gráficas, animaciones apropiadas para la edad, lenguaje fácil de comprender, alcance y profundidad del contenido, retroalimentación constante, entre otros. Pero el trabajo propuesto está enfocado hacia la educación de niños con discapacidad auditiva y no cubre los objetivos de rehabilitación psicomotriz que es el objeto de este trabajo, aunque parte del trabajo se puede reorientar en pro del objetivo principal.

En el análisis sistemático realizado para este proyecto se identifican aportes muy importantes en cuanto a patrones de diseño e interacción, metodologías y arquitecturas encaminadas al desarrollo de juegos serios enfocados al proceso de rehabilitación de distintos individuos, hombres, mujeres y niños con algún tipo de necesidad especial. No obstante, se evidencio que en las propuestas presentadas hace falta profundizar aún más o carecen de patrones formales para el diseño de juegos serios para la rehabilitación de niños con discapacidad auditiva, así también las propuestas están enfocadas en un público en general y algunos patrones de diseño e interacción, arquitecturas y metodologías identificadas no son adecuadas o no son aplicables para el diseño de juegos serios orientados a la rehabilitación de la población objetivo de este proyecto.

## 2.3 Aporte investigativo

Los aportes de este trabajo de grado desde la perspectiva de investigación, se enfocan en la generación de nuevo conocimiento orientado al proceso de diseño de objetos con interacción tangible en juegos serios, para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva. Para tal fin se construirá un conjunto de patrones de diseño que permitan mejorar la interacción con objetos tangibles en herramientas o sistemas interactivos como juegos serios que puedan contribuir y brindar una hoja de ruta para los diseñadores y constructores de juegos serios.

El trabajo teórico se lleva al campo práctico con el desarrollo de un prototipo de juego serio con interfaz tangible, que adopte el conjunto de patrones de diseño especificados y construidos en el desarrollo del trabajo de grado, este conjunto se validará en un centro médico de atención a niños con discapacidad auditiva.

# **OBJETIVOS**

## 3.1 Objetivo general

Proponer un conjunto de patrones de diseño, de objetos de interacción tangible en juegos serios para rehabilitación psicomotriz, que contribuya a mejorar la interacción entre el juego serio y niños con discapacidad auditiva entre 3 a 5 años, mediante una revisión sofisticada.

## 3.2 Objetivos específicos (OE)

* **OE1:** Explorar los lineamientos y principios de diseño, de objetos de interacción tangible en los juegos serios enfocados en rehabilitación psicomotriz, realizando una revisión sistemática de la literatura, para la construcción del conjunto de patrones a proponer.
* **OE2:** Construir un conjunto de patrones de diseño, de objetos de interacción tangible en los juegos serios enfocados en rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva mediante la clasificación a partir de su ergonomía, simbolismo y su interactividad.
* **OE3:** Construir un prototipo de juego serio que use interfaces tangibles para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva mediante el uso y puesta en práctica del conjunto de patrones propuestos.
* **OE4:** Evaluar la interacción entre los niños con discapacidad auditiva y el juego serio enfocado en la rehabilitación psicomotriz, a través de un estudio de caso, utilizando el prototipo generado en un centro médico de atención a niños con este tipo de discapacidad.

# **ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA**

## 4.1 Metodología de trabajo

Para llevar a cabo la ejecución del proyecto propuesto, se utilizará el método Investigación-Acción con múltiples ciclos de forma lineal [31]. Para realizar la evaluación de la propuesta se realizará mediante un Grupo Focal [32]. Teniendo en cuenta las fases y actividades propuestas por esta metodología, para el desarrollo se llevará a cabo 4 ciclos de investigación. A continuación, se describen los ciclos y las actividades que se llevarán a cabo de manera secuencial e incremental para el desarrollo del proyecto.

### **4.1.1 Ciclo 1 Análisis conceptual**

En esta fase se llevará a cabo la investigación del estado actual del arte acerca de patrones de diseño de interacción de juegos serios existentes, que usen interfaces u objetos tangibles para ambientes enfocados en la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva, con el fin de poder identificar, entender y clasificar las diferentes propuestas encontradas en la literatura actual acerca del tema, como también resaltar las propuestas más relevantes y útiles para construir de manera óptima la solución.

### 4.1.1.1 Revisión del estado del arte sobre patrones de diseño de objetos con interacción tangible en juegos serios.

### 4.1.1.2 Llevar a cabo un estudio más en profundidad sobre patrones de diseño de objetos con interacción tangible.

### 4.1.13 Destacar los estudios más relevantes y de utilidad para proponer el prototipo de juego serio con interfaz u objetos tangibles.

### **4.1.2 Ciclo 2. Definición de la propuesta**

En esta fase se llevará a cabo la definición o adaptación de los patrones de diseño a partir del uso de interfaces u objetos tangibles en juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva y construir un prototipo de juego serio que use interfaces u objetos tangibles usando el conjunto de patrones propuestos.

### 4.1.2.1 Identificar los patrones de interacción existentes.

### 4.1.2.2 Definir o adaptar un conjunto de patrones de diseño a partir del uso de interfaces u objetos tangibles en juegos serios dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva.

### 4.1.2.3 Construir un prototipo de juego serio que use interfaces u objetos tangibles usando el conjunto de patrones propuestos.

### **4.1.3 Ciclo 3. Evaluación de la propuesta**

La evaluación de la propuesta se llevará a cabo mediante la técnica de estudio de caso [36] en un centro médico de atención a niños con discapacidad auditiva , utilizando como herramienta principal el prototipo de juego serio generado a partir de los patrones propuestos.

### 4.1.3.1 Se lleva a cabo la capacitación, coordinación, organización y diseño de la prueba del prototipo.

* + - 1. Se ejecuta la prueba del prototipo de juego serio teniendo en cuenta la planificación y diseño planteado en la actividad anterior.

### 4.1.3.3 Se obtienen los datos producto de la interacción del prototipo de juego serio propuesto con los niños de un centro médico que preste la atención a niños con este tipo de discapacidad.

### **4.1.4 Ciclo 4 Documentación y socialización**

Este ciclo se realizará de manera transversal al proyecto. En esta fase se espera llevar a cabo las siguientes actividades:

### 4.1.4.1 Elaboración de la monografía y los anexos que resulten durante la realización del trabajo de grado o documento final.

* + - 1. Elaboración de un artículo de investigación que describa los resultados obtenidos durante la realización y evaluación de la propuesta.

### 4.1.4.3 Presentar y sustentar los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto.

## 4.2 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades para este proyecto se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2: Cronograma de actividades**



# **RECURSOS, PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN**

Teniendo en cuenta los aspectos financieros establecida por el Comité de Investigaciones de la FIET, para la elaboración del presupuesto en anteproyectos, el costo del rubro de personal es el calculado del producto de las horas dedicadas (hora/ semana), duración del proyecto (36 semanas), puntos asignados por personal (2.5 para director, 1.5 por tesista) y el valor del punto salarial (para el año en curso COP $13.598). En la Tabla 3 se presenta el presupuesto y fuentes de financiación del proyecto y el costo total del proyecto en pesos.

**Tabla 3: Presupuesto y financiación del proyecto**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Rubro/Justificación** | **Recursos** | | **Total** |
| **FIET – Unicauca** | **Estudiantes** |
| **Recursos Humanos** | $4.895.280 | $29.371.680 | $34.266.960 |
| **Equipos** | $0 | $2.500.000 | $2.500.000 |
| **Recursos Software:** | $0 | $0 | $0 |
| **Bibliografía** | $0 | $0 | $0 |
| **Materiales** | $0 | $400.000 | $400.000 |
| **Servicios técnicos** | $0 | $0 | $0 |
| **Comunicaciones** | $0 | $200.000 | $200.000 |
| **TOTAL** | $4.895.280 | $32.471.680 | $37.366.960 |

# **CONDICIONES DE ENTREGA**

Al finalizar el desarrollo de este proyecto, se espera obtener los siguientes productos:

* **Monografía del trabajo de grado:** documento que describe el trabajo realizado para alcanzar los objetivos del proyecto, tales como el análisis y diseño de la propuesta, las conclusiones del trabajo y algunas recomendaciones para trabajos futuros.
* **Prototipo de juego serio:** herramienta hardware con interfaz u objetos tangibles que permita la rehabilitación psicomotriz de niños sordos.
* **Anexos:** documentación adicional que no será incluida en la monografía.
* **Artículo técnico:** elaboración de artículo de investigación que describa los resultados del proyecto, siguiendo el formato IEEE. El artículo será publicado en el sitio web del Departamento, y sometido a un proceso de evaluación en un evento y/o revista científica.
* **Disco compacto:** Un disco compacto con la información en formato digital utilizada o generada en el transcurso del proyecto.

# **REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

[1] J. L. (Contribuyente) Vázquez-Barquero and Á. (Traductor) Bilbao Bilbao, *Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud CIF*. 2001.

[2] B. H. Nieto, “El desarrollo motor y perceptivo del niño discapacitado,” no. 1993.

[3] B. Marcano, “Juegos serios y entrenamiento en la sociedad digital.” 2008.

[4] H. J. Huizinga, “Homo ludens,” 2002.

[5] UNESCO, *El niño y e l juego*. 1980.

[6] V. A. Sancho, C. E. I. de Gauna, J. A. Molina, and A. R. de Velasco Galvez, *El juego simbólico*. EDITORIAL GRAO, 2011.

[7] “El desarrollo psicomotriz, juguetes y juegos - El Blog Alternativo.” [Online]. Available: https://www.elblogalternativo.com/2011/07/22/el-desarrollo-psicomotriz-juguetes-y-juegos/. [Accessed: 15-Oct-2018].

[8] V. M. P. Beltrán, “Metodología para el diseño de juegos serios que usen objetos tangibles para la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva,” 2016.

[9] B. Sawyer, *Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation*. 2002.

[10] D. R. Michael and S. L. Chen, “Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform,” *Education*, vol. October 31. pp. 1–95, 2005.

[11] S. Björk, S. Lundgren, and J. Holopainen, “Game Design Patterns,” *Lev. Up Digit. Games Res. Conf. 2003*, pp. 4–6, 2003.

[12] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, “Design Patterns – Elements of Reusable Object-Oriented Software,” *A New Perspect. Object-Oriented Des.*, p. 334, 2002.

[13] T. Andrés Tripero, “Vigotsky y su teoría constructivista del juego.” [Online]. Available: https://biblioteca.ucm.es/BUCM/revcul/e-learning-innova/5/art382.php. [Accessed: 17-Oct-2018].

[14] R. Pérez, *Teoría y Praxis del Desarrollo Psicomotor en la Infancia*. 2004.

[15] M. S. et alt. Christopher Alexander, Sara lshikáwa, *A pattern language/ Un lenguaje de patrones*. Barcelona, 1980.

[16] J. P. Gee, “What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy JAMES,” vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2003.

[17] Y. Rogers, P. Marshall, and E. Hornecker, “Are tangible interfaces really any better than other kinds of interfaces ?,” *CHI’07 Work. Tangible User Interfaces Context Theory*, no. i, p. 28, 2007.

[18] H. Ishii and B. Ullmer, “Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits, and atoms,” *Proc. 8th Int. Conf. Intell. user interfaces*, no. March, pp. 3–3, 1997.

[19] G. Vivanti, “Enciclopedia del Comportamiento y el Desarrollo del Niño.” 2011.

[20] A. Jaume-i-Capó, B. Moyà-Alcover, and J. Varona, “Design Issues for Vision-Based Motor-Rehabilitation Serious Games,” A. L. Brooks, S. Brahnam, and L. C. Jain, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014, pp. 13–24.

[21] P. A. Rego, P. M. Moreira, and L. P. Reis, “Architecture for Serious Games in Health Rehabilitation,” 2014, pp. 307–317.

[22] H. Liang, J. Chang, I. K. Kazmi, J. J. Zhang, and P. Jiao, “Puppet Narrator: Utilizing Motion Sensing Technology in Storytelling for Young Children,” *VS-Games 2015 - 7th Int. Conf. Games Virtual Worlds Serious Appl.*, 2015.

[23] E. Braad, G. Žavcer, and A. Sandovar, “Processes and Models for Serious Game Design and Development,” in *Entertainment Computing and Serious Games*, vol. Lecture No, 2016.

[24] A. R. Hevner, “A three cycle view of design science research.,” *Scandinavian Journal of Information Systems.*, vol. 19, no. 2. pp. 87–92, 2007.

[25] S. Cano, V. Peñeñory, C. Collazos, H. M. Fardoun, and D. M. Alghazzawi, “Model for Design of Serious Game for Rehabilitation in Children with Cochlear Implant BT - ICTs for Improving Patients Rehabilitation Research Techniques,” 2017, pp. 94–105.

[26] W. R. Rodríguez, O. Saz, and E. Lleida, “A prelingual tool for the education of altered voices,” *Speech Commun.*, vol. 54, no. 5, pp. 583–600, Jun. 2012.

[27] A. D. Castillo Saavedra and L. S. Quintero Velasco, *Herramienta Software didáctica como soporte en la enseñanza del lenguaje oral para niños con dificiencia auditiva “Vivoso.”* 2001.

[28] P. A. Rego, R. Rocha, B. M. Faria, L. P. Reis, and P. M. Moreira, “A Serious Games Platform for Cognitive Rehabilitation with Preliminary Evaluation,” *Journal of Medical Systems*, vol. 41, no. 1. 2017.

[29] J. Cheng, D. Anderson, C. Putnam, and J. Guo, “Leveraging Design Patterns to Support Designer-Therapist Collaboration When Ideating Brain Injury Therapy Games,” *Proc. Annu. Symp. Comput. Interact. Play - CHI Play ’17*, pp. 291–303, 2017.

[30] B. Huynh-kim-bang, J. Wisdom, and J. Labat, “Design Patterns in Serious Games : A Blue Print for Combining Fun and Learning Introduction : Making Learning Fun,” *Journal for Computer Game Culture*. pp. 1–18, 2010.

[31] S. Epistemol- and A. Knowledge, “Research methods in information systems,” *Int. Fed. Inf. Process.*, vol. 9, no. 3, pp. 189–192, 1984.

[32] D. Stewart and P. Shamdasani, *Focus groups: Theory and practice*, vol. 20. 2015.

**Acta de propiedad intelectual**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**ACTA DE ACUERDO SOBRE LA PROPIEDAD INTELECTUAL DE LA TESIS DE**

**PREGRADO**

En atención al acuerdo del Honorable Consejo Superior de la Universidad del Cauca, número 008 del 23 de febrero de 1999, donde se estipula todo lo concerniente a la producción intelectual en la institución, los abajo firmantes, reunidos el día 3 del mes de diciembre de 2018 en el salón del Consejo de Facultad, acordamos las siguientes condiciones para el desarrollo y posible usufructo del siguiente proyecto.

Materia del acuerdo: Trabajo de grado para optar el título de **Ingeniero de Sistemas.**

Título del proyecto: **Patrones de interacción para juegos serios con interfaces tangibles dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva.**

Objetivo del proyecto: **Proponer un conjunto de patrones de interacción para juegos serios que usan interfaces u objetos tangibles dirigidos a la rehabilitación psicomotriz de niños con discapacidad auditiva.**

Duración del proyecto: **9 meses.**

Organismo financiador: **Universidad del Cauca y el estudiante, en la naturaleza, cuantía y porcentajes de los costos del trabajo establecidos en la tabla de presupuesto contenida en el anteproyecto.**

Los participantes del proyecto, los señores estudiantes de pregrado **José Rodrigo Ordoñez Latorre**, identificada con la cédula de ciudadanía número **4.612.703** y **José Gregorio Hernández Hurtado**, identificado con cedula de ciudadanía número **10.307.986,** a quienes en adelante se les llamará "estudiantes", el ingeniero en calidad de Director del trabajo de grado, **Víctor Manuel Peñeñory Beltrán (estudiante de Doctorado Ciencias de la Electrónica)**  identificado con la cédula de ciudadanía número **16.929.754**, y **PhD**. **César Alberto Collazos Ordóñez** en calidad de Codirector del trabajo de grado, identificado con la cédula de ciudadanía número **76.309.486** a quien en adelante se les llamará "docentes", y la Universidad del Cauca, representada por el Decano de la FIET, manifiestan que:

1.- La idea original del proyecto es de los docentes quienes la propusieron y presentaron al Departamento de Sistemas, que la aceptó como tema para el proyecto de grado en referencia.

2.- La idea mencionada fue acogida por el estudiante como proyecto para obtener el grado de ingeniero en sistemas, quien la desarrollará bajo la dirección del docente.

3.- Los derechos intelectuales y morales corresponden al docente y a los estudiantes.

4.- Los derechos patrimoniales corresponden al docente, a los estudiantes y a la Universidad del Cauca por partes iguales y continuarán vigentes, aún después de la desvinculación de alguna de las partes de la Universidad.

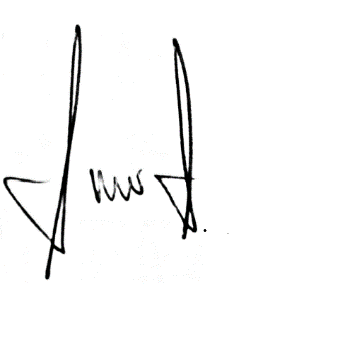
5.- Los participantes se comprometen a cumplir con todas las condiciones de tiempo, recursos, infraestructura, dirección, asesoría, establecidas en el anteproyecto, a estudiar, analizar, documentar y hacer acta de cambios aprobados por el Consejo de Facultad, durante el desarrollo del proyecto, los cuales entran a formar parte de las condiciones generales.

6.- Los estudiantes de comprometen a restituir en efectivo y de manera inmediata a la Universidad los aportes recibidos y los pagos hechos por la Institución a terceros por servicios o equipos, si el comité de Investigaciones declara suspendido el proyecto por incumplimiento del cronograma o de las demás obligaciones contraídas por los estudiantes; y en cualquier caso de suspensión, la obligación de devolver en el estado en que les fueron proporcionados y de manera inmediata, los equipos de laboratorio, de cómputo y demás bienes suministrados por la Universidad para la realización del proyecto.

7.- Los docentes y el estudiante se comprometen a dar crédito a la Universidad y de hacer mención del Fondo de Fomento de Investigación, en los informes de avance y de resultados, y en registro de éstos, cuando ha habido financiación de la Universidad o del Fondo.

8.- Cuando por razones de incumplimiento, legalmente comprobadas, de las condiciones de desarrollo planteadas en el anteproyecto y sus modificaciones, alguno de los participantes deba ser excluido del proyecto, los derechos aquí establecidos concluyen para él. Además, se tendrán en cuenta los principios establecidos en el reglamento estudiantil vigente de la Universidad del Cauca en lo concerniente a la cancelación y la pérdida del derecho a continuar estudios.

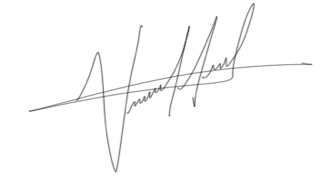
9.- El documento del anteproyecto y las actas de modificaciones si las hubiere, forman parte integral de la presente acta.

10.- Los aspectos no contemplados en la presente acta serán definidos en los términos del acuerdo 008 del 23 de febrero de 1999 expedido por el Consejo Superior de la Universidad del Cauca, del cual los participantes del acuerdo aseguran tener pleno conocimiento.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**José Gregorio Hernández Hurtado José Rodrigo Ordoñez Latorre**

C.C. 10.307.986 de Popayán, Cauca C.C. 4.612.703 de Popayán, Cauca

Estudiante Estudiante



**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Víctor Manuel Peñeñory Beltrán PhD. César Alberto Collazos Ordóñez**

C.C. 16.929.754 de Cali, Valle del Cauca C.C. 76.309.486 de Popayán, Cauca

Docente (Director)Docente (Codirector)

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**PhD. Francisco José Pino Correa**

C.C. 76.314.448 de Popayán, Cauca

Decano Facultad

1. Déficits: Falta o escasez de una cosa que se considera necesaria. [↑](#footnote-ref-1)
2. Limitaciones en la actividad: Son las dificultades que un individuo puede tener para realizar actividades. [↑](#footnote-ref-2)
3. Restricciones en la participación: son los problemas que puede experimentar un individuo para implicarse en situaciones vitales. [↑](#footnote-ref-3)
4. Vestibulares: El sistema vestibular incluye las partes del oído interno y del cerebro que ayudan a controlar el equilibrio y los movimientos oculares. [↑](#footnote-ref-4)
5. Interfaces tangibles: es una [interfaz](https://en.wikipedia.org/wiki/User_interface) en la que una persona interactúa con información digital a través del [entorno](https://en.wikipedia.org/wiki/Built_environment) físico. [↑](#footnote-ref-5)
6. Interface gráfica de usuario del nombre en inglés, graphical user interface. [↑](#footnote-ref-6)