

INGENIERÍA BIOMÉDICA

PUCP-UPCH



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA



PUCP

“Diseño de un Dispositivo Ortésico Dinámico para el Tratamiento no Invasivo en Adolescentes con Escoliosis Idiopática”

INTEGRANTES:

Torres Rivera, Joao Marco
Nieto Valencia, Sofia Milagros
Orihuela Flores, María Cristina
Zavaleta Medina, Claudia Adriana
Medina Celiz, Jorge Eduardo

CURSO:

Proyectos de Biodiseño 1

ASESOR:

Rueda Ruez, Luis Daniel

2022-2

1. PROBLEMÁTICA (Hito 1) - Empatizar y Definir

1.1 Marco teórico:

A. Definiciones básicas:

a.1. Conceptos:

i. Escoliosis:

El término escoliosis deriva del griego antiguo “skolios” [1]. La escoliosis es una dorsopatía que involucra la deformación tridimensional de la columna vertebral en los planos coronal y sagital, e involucra además una rotación sobre su propio eje [2,3], una representación de esta deformación se puede observar en la **Figura 1**.

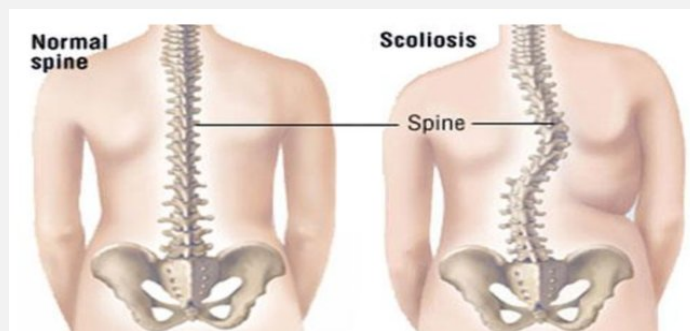


Figura 1: Obtenido de [4]. Comparación entre la columna de una persona sana y otra con deformación identificada como escoliosis.

Se denomina escoliosis a toda deformación espinal que presenta un ángulo de curvatura (medido en base al ángulo de Cobb) mayor a 10° y es clasificada de acuerdo a las causas de la deformación (etiología), la población afectada, la gravedad de la deformación y tipo de curvatura.

ii. Ángulo de Cobb:

En el método Cobb, se dibujan dos líneas en una radiografía posteroanterior de la columna vertebral, una que se extiende desde la parte superior de la vértebra superior más inclinada (ápex superior) y la otra desde la parte inferior de la vértebra inferior más inclinada (ápex inferior). El ángulo formado por estas líneas es el ángulo de Cobb, como se muestra en la **Figura 2**.

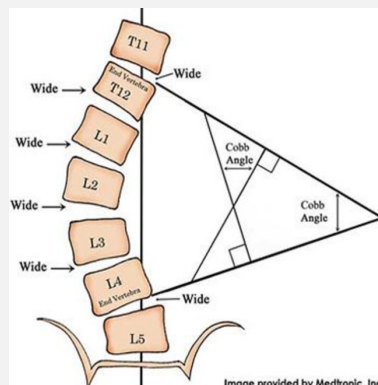


Figura 2: Obtenida de [4] Método manual para la medición del ángulo de Coob en pacientes con escoliosis.

iii. Clasificación de Lenke:

El sistema de clasificación de Lenke está organizado según el tipo de curva (1-6) con un modificador torácico sagital y un modificador de columna lumbar (A, B, C). Las curvas estructurales se definen como aquellas que son de al menos 25°. Cuando hay múltiples curvas, se define a la curva más grande como la principal, mientras que las curvas menores se denominan estructurales. La base de este sistema de clasificación era determinar qué niveles vertebrales eran apropiados para una artrodesis.

Type	Curve	Proximal thoracic	Main thoracic	Thoracolumbar /lumbar
1	Main thoracic	Not structural	Structural*	Not structural
2	Double thoracic	Structural	Structural*	Not structural
3	Double major	Not structural	Structural*	Structural
4	Triple major	Structural	Structural*	Structural
5	Thoracolumbar/lumbar	Not structural	Not structural	Structural*
6	Thoracolumbar/lumbar-main thoracic	Not structural	Structural	Structural*

Lumbar spine modifier	Modifiers		
	CSVL to lumbar apex	Thoracic sagittal profile	
A	CSVL between pedicles	- (below normal)	< 10°
B	CSVL touches apical bodies	N (normal)	10°-40°
C	CSVL completely medial	+ (above normal)	> 40°

*Major curve; CSVL = center sacral vertical line.

Tabla 1: Obtenida de [5]. Clasificación de Lenke para la valoración de curvas dependiendo de la región y sus características.

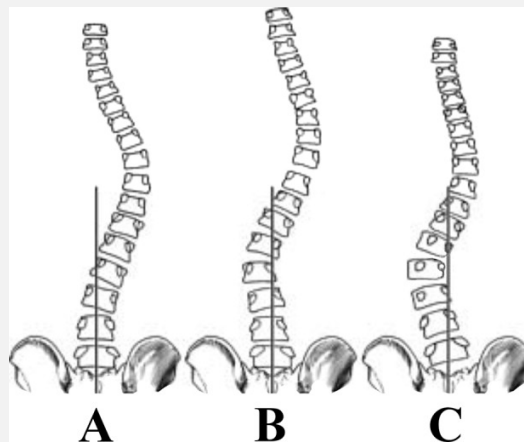


Figura 3: Obtenida de [5] A-C Modificadores lumbares de Lenke. (A) El tipo A tiene la línea vertical sacra central (CSVL) entre los pedículos del vértice lumbar. (B) El tipo B tiene la CSVL tocando el cuerpo vertebral apical.(C) El tipo C tiene la CSVL completamente medial al cuerpo vertebral.

El valor de confiabilidad de este sistema es variable y se requiere de una descripción completa de todos los tipos de curvas para permitir que el sistema tenga valor tanto para guiar las opciones de tratamiento como para futuras investigaciones sobre EIA [5].

iv. Clasificación de la escoliosis según etiología

De acuerdo a la etiología de la enfermedad, la escoliosis se puede clasificar en dos grandes grupos: la idiopática y la no idiopática.

- Escoliosis no idiopática: Se refiere al tipo de escoliosis cuya causa es conocida, esta se clasifica en:

1. Escoliosis congénita: Aunque no identificada durante el nacimiento, esta es desarrollada durante la adolescencia [1]. Los genes asociados al desarrollo de la enfermedad han sido identificados y reportados, por ejemplo, por Bulman *et. al.* en [6].
 2. Escoliosis neuromuscular: Esta es causada por insuficiencia de estabilizadores musculares activos de la columna, como en los casos de parálisis cerebral, atrofia muscular espinal, espina bífida, distrofias musculares y lesiones de la médula espinal [1].
 3. Escoliosis Mesenquimal: Esta es causada por insuficiencia de los estabilizadores pasivos de la columna [1], presente, por ejemplo, en casos de osteogénesis imperfecta, enfermedades inflamatorias o estado posoperatorio luego de una cirugía torácica como la realizada durante las cirugías de corazón abierto [1].
- Escoliosis idiopática: La escoliosis idiopática se identifica como aquella que no tiene una etiopatogénesis conocida. Igualmente se siguen los procedimientos del Test de Adams e imagenología por rayos X [2, 3, 7].

La escoliosis idiopática corresponde a un 80% de las deformidades estructurales coronales [3]. La escoliosis idiopática es clasificada, a su vez, por la etapa de vida al momento de la enfermedad, así pues tenemos la escoliosis infantil que abarca de 0 a 3 años, escoliosis juvenil desarrollada a la edad de 4 a 10 años y escoliosis adolescente para pacientes de 11 a 18 años.

a.2. Síntomas y diagnóstico para escoliosis idiopática:

Existen métodos de diagnóstico diferencial para poder determinar un caso de escoliosis como el Test de Adams aplicado en nuestro país, el cual consiste en hacer que el paciente lleve el tórax hacia adelante con los hombros paralelos, de modo que si se evidencia alguna disparidad en la altura de estos se detectará un caso de escoliosis [3, 7]. Se puede estimar el ángulo de Cobb a través de un instrumento llamado escoliómetro [3, 7]. Luego, se hace pasar al paciente una serie de procedimientos diferenciales cuyo objetivo es encontrar la causa de la deformación, si esta no se encuentra pasado este proceso, se concluye escoliosis idiopática, es decir, se trata de un diagnóstico diferencial por exclusión, esta práctica se aplica en nuestro país [7], como en otras partes del mundo [2, 3]. Sin embargo, este no indica la gravedad real de la deformación por lo que es necesario realizar una radiografía anteroposterior del tórax, abdomen y pelvis [2, 7]. Con la imagen obtenida se procede a hacer la medición del ángulo de Cobb.

a. 3. Tratamientos disponibles para Escoliosis Idiopática del Adolescente:

Los tratamientos disponibles para la escoliosis pueden ser conservativos, como la terapia física y el uso de corsé, y no conservativos como la intervención quirúrgica. El tipo de tratamiento requerido depende del tipo y grado de la curva, la edad del niño o adolescente y los años de crecimiento que faltan hasta que alcance la madurez esquelética [8]. Adicionalmente, el tratamiento puede diferir según el enfoque de tratamiento de cada país [3].

i. Observación

Esta opción se emplea en los pacientes a los que todavía les queda crecimiento y que poseen una curva leve; en Estados Unidos se considera “leve” si es inferior a 20°, mientras que en la guía de práctica clínica del Perú para el tratamiento y diagnóstico de la EIA el rango aceptado para curvas leves es hasta los 25° [7]. Si solo se usa este método, el médico debe controlar la curva regularmente para ver que no empeora progresivamente. Se podría indicar un control cada 3 a 6 meses [8].

ii. Terapia Física

El objetivo de la fisioterapia es prevenir el agravamiento de la deformidad en casos leves (curvas menores a 25°) y mejorar el efecto de un aparato ortopédico. La terapia física consiste en una combinación de actividades deportivas prescritas y monitoreadas, además de cinesiterapia para aumentar la coordinación, la propiocepción espinal y el control del movimiento. Este tipo de tratamiento, como rehabilitación ambulatoria y hospitalaria, ha sido ampliamente recomendada como la primera línea de tratamiento para curvas pequeñas y aquellas con un bajo riesgo de progresión [3]. Algunos de los métodos más empleados para pacientes con escoliosis idiopática son:

- Ejercicio convencional: Incluye ejercicios respiratorios y posturales, ejercicios para flexibilizar la columna, estiramientos globales y ejercicios de fortalecimiento enfocados al tronco, pelvis, cintura escapular y los músculos del lado convexo de la curva.
- Método SEAS (Scientific Exercise Approach to Scoliosis): Se trata de un método de autocorrección tridimensional. Mediante los ejercicios de este método se pretende automatizar la posición más correcta posible del paciente y tratar de mantenerla durante las actividades diarias.
- Método Schroth: Este método está basado en dividir imaginariamente el cuerpo en bloques para explicar las deformidades y compensaciones presentes en el paciente escoliótico. Los ejercicios planteados se rigen por la autoelongación, desviación, desrotación, respiración rotacional y estabilización. Tiene como objetivo reducir el hundimiento del tronco en las áreas cóncavas de la curva así como las prominencias existentes en las zonas convexas.
- Ejercicios de estabilización o "core training": Este tipo de ejercicios consisten en mejorar la fuerza, resistencia y control neuromuscular de los músculos que nos permiten mantener la columna alineada y estable, por ejemplo: el transversal abdominal, recto anterior del abdomen, oblicuos interno y externo, etc.
- Método Klapp: Este método se centra en ejercicios realizados en posición de cuadrupedia, basado en la observación de animales cuadrúpedos, que no presentan desviaciones de la columna en el plano frontal, mientras que sí lo hacen los seres humanos en bipedestación.
- Ejercicio orientado a la tarea: Se realizan los ejercicios convencionales de estiramiento, fortalecimiento, flexibilidad pero siempre con un foco externo al que prestar atención durante el ejercicio [9].

iii. Uso de elementos ortopédicos

Para curvas mayores a 25° se recomienda el uso de corsé con el objetivo de impedir que la curva escoliótica empeore. Hay varios tipos de corsé, la mayoría calzan debajo de los brazos, pero para que el aparato ortopédico tenga éxito, la curva existente debe conservarse por debajo de los 45° hasta que el paciente alcance la madurez ósea completa. Existen diversos tipos de corsé, sin embargo, los aparatos ortopédicos de Milwaukee, Wilmington, Spinecor y Boston parecen ser superiores a otros, aparentemente la inclusión de fuerzas adicionales al control tradicional basado en la técnica de los tres puntos de presión muestra una aproximación más sofisticada de la columna vertebral en crecimiento y su corrección [2].

El corsé debe usarse durante 18-23 horas al día en promedio. Para los pacientes con curvas de menos de 35° es recomendable el uso del corsé por un tiempo parcial o por la noche, mientras que para aquellos con curvas iguales o mayores de 35° se recomienda el uso a tiempo completo. Los aparatos ortopédicos deben continuar durante 18 a 24 meses luego del sexto mes que continúa el final del crecimiento y desarrollo óseo [3], momento en el cual el riesgo de progresión de la curva y el riesgo de cirugía disminuyen considerablemente [2].

iv. Intervención quirúrgica

Si la curva es mayor a 45° y la persona aún está creciendo, el médico podría recomendar cirugía para conseguir la corrección de la deformidad. Generalmente, se realiza mediante la colocación de tornillos y barras en las vértebras implicadas, y con diferentes instrumentales se realiza la realineación. Se han mejorado las instrumentaciones en cirugía de columna y se consiguen mejores tasas de corrección. Además, la introducción de la monitorización neurofisiológica intraoperatoria ha añadido mayor seguridad durante las intervenciones para evaluar el estado de la médula durante el procedimiento [10].

Internacionalmente las guías de práctica clínica pueden variar levemente, en el Perú se indica la corrección quirúrgica si no hay respuesta al tratamiento ortopédico y si la progresión mensual de la curva es igual o mayor a 1°. Los criterios específicos para indicar un procedimiento quirúrgico son:

- Curvas >40° en niñas pre-menárquicas de baja madurez esquelética y post-menárquicas inmaduras esqueléticamente, cuya curva progresa, pese al uso de corsé.
- Curvas >30° asociadas a lordosis dorsal severa con disminución de volumen torácico.
- Curvas >50° en esqueleto maduro.
- Curvas >40° en varones menores a 16 años.
- Curvas entre 40-50° en esqueleto maduro, asociado a severa deformidad de tronco.

Se requiere de un equipo multidisciplinario que incluya la participación de un pediatra, cardiólogo pediátrico, neumólogo pediátrico, genetista o endocrino, neurólogo, fisioterapeuta y un hematólogo [7].

B. Análisis de los efectos (económico/social/personal-poniendo cifras con sus referencias):

b.1. Contexto económico:

i. Global:

Empezaremos desarrollando los costos asociados al tratamiento quirúrgico, el hecho de reconocer las variables que intervienen en los costos involucrados a este tipo de tratamientos como costo anual de tratamiento, hospitalización, del procedimiento y complicaciones ayudarían a dilucidar de mejor manera el impacto de estos procedimientos, permitiendo al personal de salud iniciar medidas que sean costo-efectivas.

En Estados Unidos en 2009, hubo más de 3600 altas hospitalarias para cirugías espinales para corregir EIA, donde se encontró que el costo total ascendió a aproximadamente 514 millones de dólares [11], siendo este tipo de procedimientos los segundos más caros luego de las intervenciones de apendicitis entre niños de 10 a 17 años [11].

Por otro lado, Bozzio *et. al.* reportaron que de una población de 6417 costos individuales en hospital fueron analizados para 42 casos consecutivos de EIA con una edad promedio de 15 años y ángulo de Cobb de 55° [12], de estos 39 pasaron por corrección únicamente posterior, mientras que 3 por procedimientos antero-posteriores [12] y el número de vértebras fue 8 en promedio. El cargo promedio del hospital fue de \$126,284, mientras que el costo promedio fue de \$44,126. El tiempo promedio de estadía en el hospital fue de 5 días con un costo promedio por día de \$8825 [12]. Los mayores contribuyentes sobre todo el costo hospitalarios fueron implantes espinales en 31% (\$13,679), y el trabajo del departamento cirugía en un 23% (\$10,093), la cama de cirugía en un 19% y los recursos relacionados al quirófanos en un 9%, tiempo en Unidad de Cuidado Intensivo (UCI) en un 6%, injertos óseos en un 3% y otros [12].

Además, [13] explora las diferencias entre la reducción de costos asociados al hospital cuando el paciente es dado de alta en un periodo de tiempo corto a comparación de variables

intraoperatorias bajo control del cirujano, y concluyeron que los costos asociados variables intraoperatorias como el uso de injertos óseos y tornillos para implantes que están bajo decisión del cirujano contribuye mucho más que un programa de alta rápida postoperatoria [13]. En ese sentido, es relevante tener en cuenta la experiencia del cirujano tratante, cuyas decisiones juegan un rol importante en variar los costos relacionados a cirugía, como menciona [7], muchos de los parámetros relacionados al tratamiento quirúrgico.

En un estudio de modelo de análisis de decisión se realizó para un menor de 10 años, femenino con una curva torácica de 35° con inmadurez esquelética, para evidenciar las diferencias de costo-utilidad entre la observación (aplicada para curvas menores a 25° [7]) y el corsé, y se concluyó que el uso del corsé estuvo asociado con un menor costo neto de vida (\$60,377 en corsé vs. \$85,279 con observación) y mayor índice de años de vida de calidad ajustado [14].

Sabemos que una de las maneras conservativas de tratar la escoliosis idiopática es el uso de corsé, estimar el costo asociado al diseño y manufactura de este tipo de tratamientos es complicado debido a las variaciones en cuenta al proveedor y región. De acuerdo a [15] el costo promedio de un corsé ronda entre \$2000-\$2300, sin contar costos asociados a modificaciones y ajustes para el adecuado acoplamiento al cuerpo.

Respecto del impacto de las condiciones socioeconómicas relacionadas al agravamiento de la enfermedad, no se aprecia relación directa entre estas variables [16, 17].

Analizando los costos asociados al manejo de la enfermedad “escoliosis” en el sistema de salud de Brasil estima que para el 2016, el costo total para manejo de pacientes con escoliosis fue de \$4,702,278, siendo el mayor contribuyente los costos a pacientes internos (que están en el hospital) de \$3,880,282 más asociado a costos hospitalarios, mientras que el manejo de los pacientes fuera fue de \$821,996. De hecho, en Brasil el Instituto Nacional de seguridad social donó más de 1 millón de dólares para beneficios por discapacidades a trabajadores del sector privado en 2008, la mayoría de ellos por desórdenes de la columna vertebral [18], lo que lleva a pensar que un manejo fuera del hospital puede ayudar a reducir los costos intrahospitalarios relacionados y también los gastos por discapacidad.

ii. Nacional/Regional:

Revisando tarifas en las distintas empresas de seguros encontramos a Rimac Seguros que nos ofrece una cirugía de corrección de deformidades vertebrales (escoliosis cifosis) a un precio con una cobertura máxima de S/6,493.50 [19]. La . Los costos relacionados a la cobertura de corsé solo es de 391.5 soles [19].

Según el tarifario puesto a disposición por el Hospital Nacional Cayetano Heredia los costos asociados para la detección de escoliosis para el 2017, considerando la tarifa hospitalaria, privada, SOAT, SIS, trabajador son para análisis de columna toracolumbar de pie son 32 y 26.64 soles para SOAT y SIS, no contempla otro tipo de tarifas, incluso la hospitalaria, mientras que para el análisis en columna torácica de pie es 40 soles solo para SOAT [20].

Los costos de cobertura relacionados a la aplicación de corsé en tarifario son de 23.00, 46.00, 44.00, 23.00 y 9.00 soles para cada uno de los tarifarios mencionados antes respectivamente. Mientras que el tarifario para corrección quirúrgica de columna es de 301.00, 602.00, 821.14, 265.64 y 120.00 [20]. De estos datos podemos observar que para los tratamientos relacionados a escoliosis el seguro SOAT es el que tiene los índices más altos de costo, mientras que el tarifario para persona afiliada a SIS suele ser menor, excluyendo el tarifario por trabajador.

Pocos estudios se han hecho con respecto a identificar la prevalencia real de la escoliosis idiopática en nuestro país y su posible relación con el estrato socioeconómico de los pacientes; sin embargo con el objetivo de aliviar esta falencia, para el año 2018 se diseñó un estudio

observacional, analítico y de corte transversal en 6 colegios de Lima Norte entre julio y septiembre de ese año con el fin de obtener la frecuencia de escoliosis idiopática adolescente [21]. Para esto se consideraron alumnos de 1° a 5° año de secundaria, es decir, entre 11 a 18 años. Se consideraron también diferentes sectores socioeconómicos en las categorías A2, B, B2, C1 y D [21]. El estudio contó con 191 pacientes, 62.30% varones, en 6 colegios relacionados según la clasificación del nivel socioeconómico. Los resultados relacionados al factor socioeconómico fueron: La mayor cantidad de casos positivos se obtuvo en el nivel socioeconómico C con 59,62% y le siguen el D con 19,23%, la B con 13,46% y finalmente la A con un 7,69% [21].

Además, pocos datos recopilatorios se encuentran debido a la deficiencia de la investigación respecto de la EIA en nuestro país.

b.2. Contexto social:

La escoliosis idiopática ocurre en jóvenes de 10 a 20 años, donde Lonstein y Carlson demostraron riesgos de progresión en función de la gravedad de las curvaturas en el momento de la detección precoz; el riesgo de progresión es del 10% para una curvatura de 5°, del 20% para una curvatura de 10°, del 80% para una curvatura de 20° y del 100% para una curvatura de 30° [22]. Cuando el ángulo de Cobb es menor a 40°, los pacientes se someten a tratamientos no quirúrgicos, según Weinstein, 61% de los pacientes sufren posteriormente de un dolor crónico en el espaldar que disminuye la calidad de vida del paciente [23]. Asimismo, en el 10% de los casos, el ángulo de Cobb supera los 40°, provocando problemas de salud como déficit pulmonar, incapacidad funcional, dolor de columna, trastornos psicológicos, problemas estéticos y una alteración de la calidad de vida, lo que restringe su actividad de soporte vital. Por lo anterior, el paciente se somete a una cirugía que es necesaria para casos graves de escoliosis, sin embargo, la cirugía puede provocar un trauma psicológico y cambios en el estilo de vida asociados con una estancia prolongada en el hospital y la pérdida de vínculos sociales [24]. Con ello, podemos afirmar que existe una correlación negativa entre la gravedad de la escoliosis y la calidad de vida del paciente.[25]

b.3. Personal:

Diversos estudios muestran que la EIA disminuye la función psicosocial y merma la autoestima [26,27,28]. Asimismo, la angustia psicológica que experimentan estos pacientes por lo general se atribuye a la aparición de la deformidad del tronco y la probabilidad de trastornos mentales y tendencias suicidas es alta. Sanders et al (2018) examinaron a 92 adolescentes, de los cuales el 32% presentaba trastornos psicológicos y emocionales como depresión y altos niveles de ansiedad [29].

Por otro lado, la calidad de vida de los pacientes con escoliosis idiopática está determinada en gran medida por la presencia del síndrome de dolor [30].

C. Análisis de las causas:

c.1. Diagnósticos Tardíos:

Según la Scoliosis Research Society la identificación temprana puede prevenir el desarrollo de esta deformidad como el dolor crónico y efectos negativos en la función cardiopulmonar. Un estudio acerca de la prevalencia en Noruega propone que la detección temprana es el factor más importante en la prevención de la progresión. Actualmente, existen diversos métodos para la detección de EIA como la prueba de Adams, el del escoliómetro y la radiografía como el estándar [31].

Por otra parte, la escoliosis idiopática en adolescentes se comienza a manifestar a partir de los 10 años, siendo este tipo de escoliosis la más común al afectar entre 2 y 4% de los adolescentes entre 10 y 16 años. Debido a esta gran incidencia de casos es que actualmente la Academia Americana de Cirujanos ortopédicos, la Sociedad de Investigación en Escoliosis y la Sociedad Pediátrica Ortopédica de Norte América recomiendan que a las mujeres adolescentes entre 10 y 12 años se les realice dos veces al año una radiografía de columna, mientras que a los hombres de entre 13 y 14 años se les recomienda realizarse una radiografía de columna una vez al año. Este tipo de radiografías ayudará a identificar a los pacientes cuyas necesidades requieren ser monitoreadas [32].

En caso la escoliosis idiopática no sea tratada a tiempo y se presente un caso muy grave el ángulo de Cobb podría alterarse desde $29^{\circ} \pm 11^{\circ}$ a $45^{\circ} \pm 21^{\circ}$, de acuerdo a un seguimiento realizado por 42 años a una población con escoliosis idiopática [33].

c.2. Falta de adherencia al Tratamiento ortopédico:

El uso de un aparato ortopédico rígido es el tratamiento conservador más efectivo que permite ralentizar o detener la progresión de la curva, se recomienda en curvas de entre 25° a 40° [7]. Sin embargo, para curvas superiores a 40° su efectividad es baja, donde el 15% de los pacientes con tratamientos ortopédicos termina sometiéndose a la cirugía [34]. Si bien, el tratamiento ortopédico impide la progresión de la curvatura hasta el umbral para la cirugía y presenta un mayor beneficio a mayor tiempo de uso de la órtesis [35], el paciente puede ser afectado física y psicológicamente, provocando que no cumpla con el tiempo de tratamiento prescrito por el médico. (baja adherencia), disminuyendo la efectividad del tratamiento.

En el Perú, el corsé de Boston y Milwaukee son extremadamente utilizados, y su tiempo de uso oscila entre los 18 y 20 horas por día [7], lo que provoca efectos físicos negativos en el torso del paciente debido a la alta presión de la órtesis. Entre ellos tenemos a la aparición de úlceras, cambio de color de piel, presión intragástrica y una disminución en la capacidad pulmonar total [36].

Asimismo, el tratamiento ortopédico se asocia con altos niveles de estrés y mala calidad de vida, debido a su material rígido que no permite la movilidad del paciente [37]. Matsunaga et al. obtuvieron que se produjo un aumento del 7.6% al 82.1% en el porcentaje de pacientes afectados de manera psicológica pasado 1 mes del inicio del tratamiento [36].

c.3. Falta de investigación, desarrollo e información sobre tratamientos contra la escoliosis idiopática:

Debido al poco conocimiento sobre la etiología de la escoliosis idiopática, se dificulta la investigación y desarrollo de tratamientos para esta deformidad. En el Perú, no se presentan datos estadísticos sobre esta deformidad con respecto al tipo de población, por lo que, dificulta conocer su incidencia y prevalencia a nivel nacional [38]. Por ende, se utilizan datos de países cercanos al contexto del Perú, no obstante, tanto en África como en Latinoamérica la información e investigación, en relación a la escoliosis, es escasa [39].

Actualmente, no se ha logrado determinar qué tipo de tratamiento (fisioterapéutico, ortopédico o quirúrgico) es el más eficaz, ya que el nivel de progresión de la curva en la columna varía en diferentes pacientes, por lo que, para su diagnóstico temprano, el médico se basa en los métodos convencionales, su previsión y su experiencia en el campo de la escoliosis [40]. Asimismo, solamente en el campo ortopédico se ha evaluado extensamente la eficacia del corsé tipo Milwaukee y Boston, no obstante, a comparación de otros aparatos ortopédicos que no presentan datos recopilados exhaustivos en amplios grupos de estudio aleatorizado comparar su eficacia sería inoportuna [41].

c.4. Ausencia de métodos de monitoreo:

La ausencia de métodos de monitoreo por parte de los centro de salud para los pacientes con escoliosis idiopática se ve evidenciada en la “Guía Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de Escoliosis Idiopática”, 2018 elaborada por el Instituto de Rehabilitación del Niño de San Borja. En ese manual se detalla que el único método de monitoreo es el apersonamiento del paciente al centro de salud donde ha sido tratado, esto inclusive si el paciente no reside en Lima, lo cuál hace que su proceso de chequeo sea obstaculizado para él al mismo tiempo que debe invertir una suma de dinero para desplazarse hacia la capital de ser el caso. Sumado a ello es que uno de los métodos de monitoreo para los pacientes con postoperatorio de escoliosis idiopática es la cirugía de revisión la cual de ser aplicada resulta en un proceso bastante invasivo para el paciente [7].

c.5. Sobre tratamientos invasivos:

El tratamiento quirúrgico es un tratamiento prescrito para pacientes con ángulos de Cobb $>40^\circ$ [42]. Alrededor del 10% de los pacientes con EIA requiere cirugía de fusión y corrección [43]. Asimismo, Noshenko et al. informó que casi un tercio de los pacientes que se sometieron a un tratamiento con corsé rígido no lograron prevenir la progresión de la deformación, por lo que requirieron cirugía [44]. Si bien se considera como un tratamiento de prevención de la progresión, de la aceptabilidad de la autoimagen y de la reducción de la curvatura [45]; los cirujanos reportan complicaciones entre el 5% y el 25% de los casos [46]. Uno de los más destacados implicó la gran pérdida de sangre durante la cirugía, donde se encontró que alrededor del 25% de todos los pacientes con EIA recibieron transfusiones. Además, existe riesgo de progresión de la curva después de la cirugía. Luhmann et al. después de haber realizado 1057 fusiones vertebrales de EIA, encontraron que la operación era necesaria para el 4 % de los pacientes, donde el 26% de ellos tenían pseudoartrosis y el 34%, infección. Mediante la relación riesgo/recompensa del tratamiento quirúrgico podemos concluir que es desfavorable, debido a la alta tasa de reintervenciones, las complicaciones a largo plazo y el retorno regular de la deformidad [47]. Finalmente, se obtuvo que el 40% de los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos se definieron legalmente como gravemente discapacitados [48].

c.6. Falta de personal médico especialista en escoliosis idiopática:

La escoliosis idiopática al ser una deformación vertebral sin causa conocida, presenta un complejo mecanismo fisiopatológico, al igual que su nivel de evolución o progresión en el paciente [49]. Por ende, los médicos generales derivan al paciente a tratamientos con traumatólogos y ortopedistas especialistas en escoliosis. Sin embargo, según el Compendio Estadístico: Información de Recursos Humanos del Sector Salud Perú 2013 - 2021, en el Perú, solo se encuentran disponibles 509 traumatólogos y ortopedistas, de los cuales la mayoría no son especialistas en escoliosis [50]. Asimismo, para realizar el tratamiento quirúrgico, es necesario la presencia de un equipo de neurocirujanos especializados, no obstante, solo se encuentran disponibles 158 [50], por lo que, la eficacia del tratamiento disminuye al no tener equipo adecuado que evite complicaciones durante la cirugía.

c.7. Elitización-centralización de los centros de atención especializados en escoliosis idiopática:

En el Perú la cirugía para la corrección de escoliosis idiopática gestionados por el gobierno únicamente se realiza en los centros de salud de mayor nivel resolutivo del país, es decir en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati y en el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen [51], además del Instituto Nacional de Salud del Niño gracias a un convenio firmado entre esta entidad y EsSalud en 2018 [52] se asegura ser el primer centro de atención para los casos que requieran cirugía para casos infantil, juvenil y adolescente. A estos centros de salud

se les debe agregar a la Clínica San Juan de Dios, la cual realiza esta intervención quirúrgica de manera particular [53]. Esto demuestra que el acceso a una cirugía para la corrección de escoliosis idiopática resulta ser bastante centralizada ya que una persona que no residente en Lima se ve forzada a desplazarse hasta la capital para realizar la cirugía correctiva, con lo cual necesita realizar una inversión tanto de tiempo como económica. Además resulta en una elitización ya que solo 4 centros de salud en todo el país se encargan de la cirugía para la escoliosis idiopática, lo cual hace inaccesible el correcto tratamiento de los casos más graves de escoliosis, por lo que la disponibilidad de tratamiento quirúrgico para un amplio número de pacientes es ineficiente. Ningún estudio se ha realizado sobre la cantidad de cirugías relacionadas a escoliosis idiopática, la frecuencia de las intervenciones y los resultados a largo plazo se han hecho en nuestro país según la bibliografía revisada.

D. Prevalencia y/o cifras relevantes a nivel nacional e internacional: [Joao]

- Global:

A nivel internacional existe un consenso que permite identificar un caso de escoliosis como tal, y es que se tiene que observar un ángulo de Cobb mayor a 10° [1]. Partiendo de esa premisa, varios estudios alrededor del mundo se han llevado a cabo con la intención de establecer una prevalencia general que pueda ayudar a ver el impacto de la enfermedad en la sociedad. La EIA afecta al 1 a 3% de la población entre 10 a 16 años en riesgo de desarrollo de la curvatura [3].

La escoliosis idiopática representa el 80% de todos los casos de escoliosis diagnosticados [54]. La principal dificultad que se halló al momento de tratar de encontrar una prevalencia absoluta es que los métodos usados de diagnóstico de escoliosis varían dependiendo de la región de estudio, de esta manera se obtienen diferentes valores de prevalencia. Se consideran factores epidemiológicos a: género, edad, raza o genética.

Respecto a la prevalencia de la enfermedad, según un estudio de revisión se muestra que la prevalencia de la escoliosis idiopática del adolescente, varía entre un 0.47 a 5.2% [1]. La data que se obtuvo en [1] (estudio en escolares en distintos países para identificar la prevalencia de escoliosis idiopática) respecto a factores como edad y género ayudan a dilucidar ciertas conclusiones tales como que la prevalencia en la población femenina es mayor respecto de la masculina en todas las edades y en diferentes regiones geográficas, esto es independiente de otros factores como el de raza/factores genéticos, como se muestra a continuación:

Table 1 Detailed data of school screening studies

Study	Country	Children	Girls	Boys	Age (years)	Prevalence combined (%)	Prevalence girls %	Prevalence boys %
Kamtsiuris	Germany	17,641	8,656	8,995	0–17	5.2	6.0	4.4
							11–13 years: 8.3	11–13 years: 5.0
							14–17 years: 13.5	14–17 years: 9.0
Daruwalla	Singapore	110,744	60,167	50,577	6–7	1.0	6–7 years: 0.15	6–7 years: 0.10
					11–12		11–12 years: 1.67	11–12 years: 0.44
					16–17		16–17 years: 3.12	16–17 years: not tested
Wong	Singapore	72,699	37,141	35,558	6–7	0.59	6–7 years: 0.05	6–7 years: 0.02
					9–10		9–10 years: 0.24	9–10 years: 0.15
					11–12		11–12 years: 1.37	11–12 years: 0.21
					13–14		13–14 years: 2.22	13–14 years: 0.66
Nery	Brasil	1,340	684	656	10–14	1.4	1.98	0.87
Suh	Korea	1,134,890	550,336	584,554	10–12	3.26	4.65	1.97
					13–14			
Cilli	Turkey	3,175	1,538	1,637	10–15	0.47	0.65	0.31
Soucacos	Greece	82,901	40,962	41,939	9–14	1.7	2.6	0.9

Fuente: Tomado de [1]: Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis, Current Concept Review, Table 1, Markus Rafael Konieczny, Hu"sseyin Senyurt, Ru"diger Krauspe, 2012.

Un resultado interesante que contrasta lo propuesto por [21] es el estudio de Kamtsiuris en Alemania el año 2007 donde se concluyó que el estatus social y su calidad de vida asociada no presentaron un factor determinante para la aparición de la AIS [55].

Además, se ve que el porcentaje de prevalencia tiende a aumentar conforme aumenta la edad del paciente. Siendo la más afectada la población femenina, donde esta llega hasta de 7.2 casos en mujeres por cada caso en varones para curvas mayores 40° [1], como se muestra a continuación:

Table 2 Prevalence and female to male ratio of different Cobb angles

Cobb angle of curve	Prevalence (%)	Female: male ratio
11°–20°	1.5–3	1.4:1
21°–40°	0.2–0.5	2.8–5.4:1
>40°	0.04–0.3	7.2:1

Fuente: Tomado de [1]: Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis, Current Concept Review, Table 2, Markus Rafael Konieczny, Hu"sseyin Senyurt, Ru"diger Krauspe, 2012.

- Regional:

García et al. observaron que la escoliosis idiopática adolescente (EIA) representa el 85% de los casos de escoliosis en Chile y afecta entre el 1% a 3% de los adolescentes, siendo los casos graves considerados una patología de resolución quirúrgica con garantías explícitas, en el

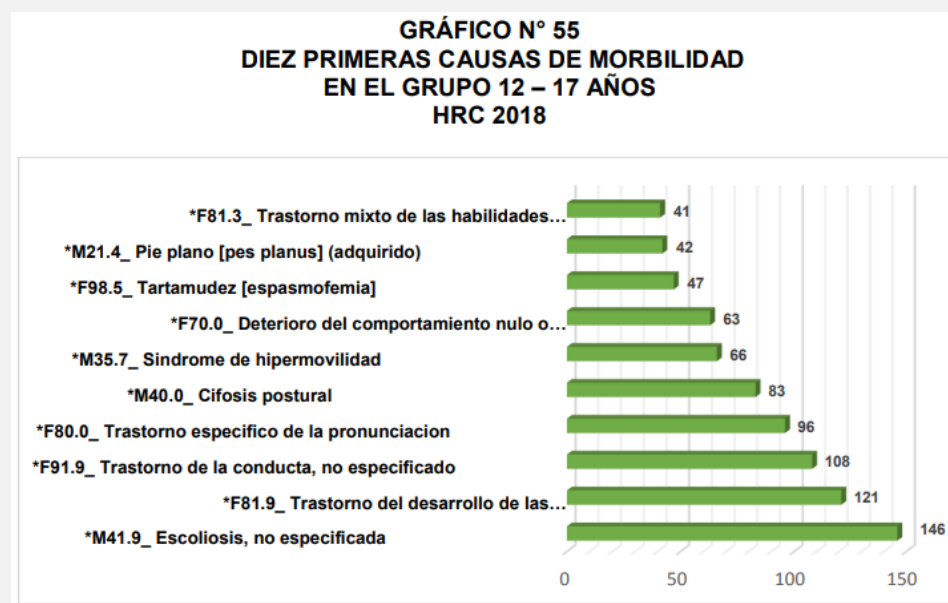
sistema de salud chileno. Además, ratifican la eficiencia del tratamiento con corsé, indicando que hay un nivel de evidencia alto (1B) para detener progresión de la curva [56].

En Guayaquil (Ecuador) se realizó una investigación donde se analizaron 272 casos de los cuales 195 fueron diagnosticados con escoliosis idiopática juvenil, de estos 68% fueron niñas y 32% fueron niños. Referente a la edad de mayor incidencia en EIA es 14 años. Respecto al tratamiento que reciben estos pacientes un 68% de los casos se basa en terapia física y natación [57].

Sin embargo, si la enfermedad progresa y el ángulo de Cobb supera los 45° se recomienda un tratamiento quirúrgico. Un estudio tipo serie de casos donde se incluyeron pacientes operados entre 2011 y 2017 en Montevideo, Uruguay, halló que el 25,6% de los pacientes presentaron complicaciones, siendo la más frecuente la infección [58].

- Nacional (En Perú existe una carencia de información e investigaciones sobre la prevalencia de esta enfermedad)

El gobierno regional del Callao realizó un análisis situacional de salud en el Hospital de Rehabilitación del Callao, donde se determinó que durante el año 2018, en el grupo etario de 12 a 17 años, la prevalencia dentro de las diez primeras Morbilidades es "Escoliosis, no especificada" con 146 casos, la segunda más prevalente es "Trastorno del desarrollo de las habilidades escolares" con 121 casos y en tercer lugar se encuentra "Trastorno de la conducta, no especificado" con 108 casos [59].



En Lima Norte la frecuencia de escoliosis idiopática del adolescente fue del 27,23 %, resultado obtenido a partir de un estudio donde se incluyeron 191 participantes: 119 varones y 72 mujeres. Los hombres representaron el 86,56 % de los resultados positivos y la edad promedio de los participantes fue 14 años [60].

Para poder justificar el impacto que tiene la escoliosis en el Perú, y al mismo tiempo el futuro impacto que tendrá una alternativa de solución propuesta por el equipo se tuvo que realizar una búsqueda más profunda en el REUNIS [61] (Repositorio Único Nacional de Información en Salud administrado por el Ministerio de Salud del Perú). Para estos propósitos se pudo acceder a "datos crudos" en la sección de morbilidad [62], considérese el hecho de padecer cierta

sintomatología o estar la categoría de "no sano" durante un periodo de tiempo y espacio determinados. Entonces, en esta categoría encontramos la categoría dorsopatías (afección de la columna vertebral) y datos clasificados (aunque no cruzados como se esperaría en la medida de lo ideal) según región, departamento, género, edad del paciente, etc, y el factor de conteo es el número de personas atendidas en cada categoría. De lo cual se quiso clasificar la aparición de la enfermedad escoliosis por sí misma siguiendo los filtros de región, etapa de vida y género a través del tiempo durante los últimos 4 años, los resultados fueron los siguientes:



Figura 5. Fuente: Elaboración Propia. Fuente de la data: [61] REUNIS. Repositorio Único Nacional de Información en Salud - Ministerio de Salud.

Se concluye que la enfermedad ha tenido un decremento en el número de nuevos casos, tanto en la población femenina como en la masculina durante los últimos 4 años, esto implica además la disminución en el número de nuevos casos por género en el mismo periodo de tiempo.

Se mantiene en todo momento el número de casos atendidos con mayor frecuencia en la región costa.

Por último si queremos ver la variación en porcentaje de la incidencia de la enfermedad clasificado por género, y región obtenemos:

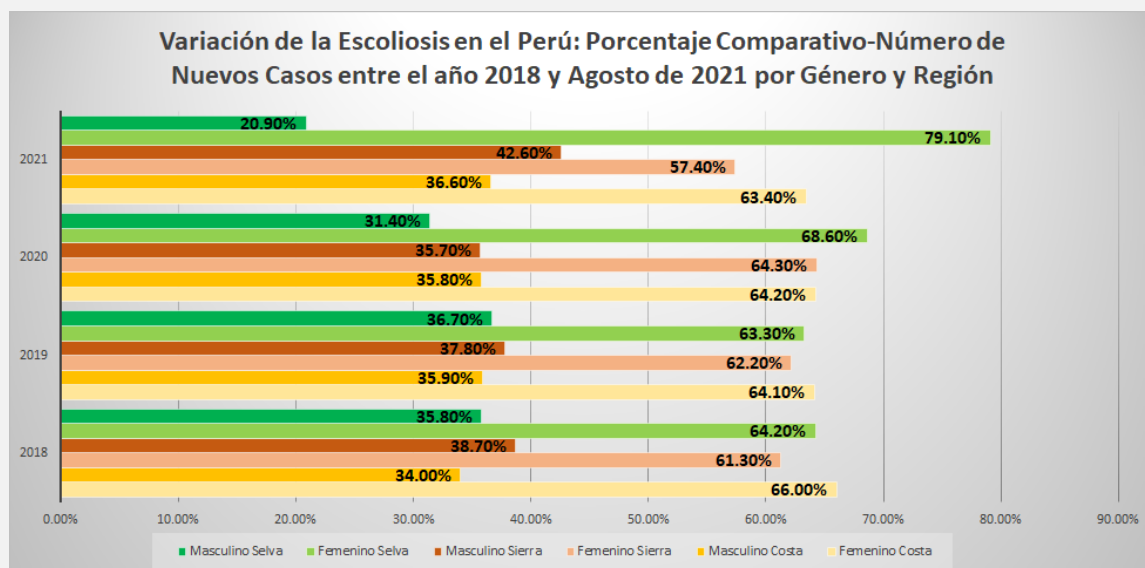


Figura 6. Fuente: Elaboración Propia. Fuente de la data: [61] REUNIS. Repositorio Único Nacional de Información en Salud - Ministerio de Salud.

Por lo tanto se comprueba, de acuerdo a la literatura, que la población más afectada a lo largo del tiempo y de manera constante, es la población femenina. Así pues, el porcentaje en cada región y a través del tiempo respecto del número de casos totales en esa región y en ese periodo de tiempo se mantiene, para todos los casos, entre un 60 a 79% para la población masculina, frente a un 20 a 39% de los casos totales en la población masculina.

1.2 Planteamiento del problema:

a. Entendiendo el problema:

Luego de analizar la epidemiología y el impacto social, económico y personal de la escoliosis idiopática, procedemos a plantear preguntas que consideramos oportunas para establecer un problema visto desde distintos ángulos. Así pues, por recomendación explícita de nuestro asesor se siguió un debate en grupo para responder las preguntas que ayuden a profundizar en la importancia del problema para luego plantear tres conceptos que abordan este problema desde perspectivas distintas de solución, por esto se usó la herramienta: Preguntas preparatorias que se muestra a continuación:

Preguntas preparatorias (Adaptar las preguntas al contexto del problema y responderlas en grupo)					
¿Cuál?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cómo?
¿Cuál es el problema?	¿Por qué esto es un problema?	¿Quién tiene este problema?, ¿Quién tiene una necesidad?	¿Cuándo ocurre el problema?	¿Dónde ocurre el problema?	¿Cómo se viene resolviendo el día de hoy?
Falta de una alternativa de tratamiento no invasivo para controlar la progresión de la curva en pacientes de EIA.	El paciente se somete a tratamientos quirúrgicos que presenta complicaciones médicas y psicológicas.	Adolescentes de 12 a 17 años. Traumatólogos Ortopedistas	Cuando los especialistas de salud determinan los parámetros del tratamiento y del diseño del dispositivo.	En la vida diaria. En los hospitales e institutos nivel 4 o en clínicas privadas que cuentan con los especialistas.	Tratamiento conservativos basado en corsés rígidos y tratamientos fisioterapéuticos.
Definición del problema					
Como podríamos nosotros [¿que?] desarrollar un sistema biomecatrónico que sirva como alternativa a los métodos tradicionales de tratamiento ante la EIA para así poder evitar la progresión de la curva en pacientes de EIA que sea de fácil manejo y que pueda realizar el monitoreo al paciente		Como podríamos nosotros [¿que?] diseñar un sistema no invasivo que permita la movilidad del paciente para no interferir en su vida diaria y aumentando la adherencia		Como podríamos nosotros [¿que?] Diseñar una alternativa de monitoreo que sea capaz de monitorear el tratamiento del paciente	
para [¿quien?] los adolescentes diagnosticados con escoliosis idiopática en etapa moderada		para [¿quien?] las ortopedias locales o diseñadores de órtesis		para [¿quien?] que los fisioterapeutas/traumatólogo y ortopedista	
tal que [¿sus necesidades?] puedan mejorar su calidad de vida y que puedan confiar en el tratamiento		tal que [¿sus necesidades?] la personalización del diseño de la ortopedia, dependiendo de las necesidades especiales del paciente, sea más sencillo gracias a los materiales usados para su manufactura.		tal que [¿sus necesidades?] los datos cuantitativos sean útiles para evaluar el progreso real del tratamiento del paciente	
tomando en cuenta que la funcionalidad de los métodos no invasivos actuales es bastante limitada y afectada por la disponibilidad de material/personal y que en nuestro país se basa en solo un tipo de corsé (Boston) de los muchos que hay actualmente.		tomando en cuenta que los casos moderados de EIA necesitan de la intervención de las ortopedias para obtener tratamiento.		tomando en cuenta que actualmente uno de los mayores problemas de los pacientes con EIA y sus proveedores de salud es la ausencia de datos cuantitativos y que la evaluación de la efectividad real del tratamiento depende mucho de la sinceridad del paciente.	

De esta manera, logramos obtener tres perspectivas interesantes para abordar el problema que se complementan entre sí, basadas en sistemas mecatrónicos, materiales textiles para un interfaz cuerpo/dispositivo y un sistema de monitoreo.

Antes de definir el problema al cual orientaremos nuestra solución, fue necesario plantearnos algunas preguntas para comprender el contexto en el que se desarrolla dicho problema y la complejidad del mismo. Basándonos en la herramienta **5WH**, se realizaron las preguntas: ¿Cuál es el problema?, ¿quién está involucrado?, ¿cuándo el problema se vuelve una necesidad?, ¿dónde ocurre?, ¿por qué es importante?, ¿cómo beneficiaría la solución del problema?. entre otras que se muestran a continuación:

What?	Who?	When?	Where?	Why?	How?
¿Cuál es el problema?	¿Quién esta involucrado?	¿Cuándo el problema se vuelve una necesidad para los involucrados?	¿Dónde ocurre el problema?	¿Por qué este problema es importante?	¿Cómo beneficiaría a los involucrados si el problema llegara a resolverse?
Falta de una alternativa de tratamiento no invasivo para controlar la progresión de la curva en pacientes con escoliosis idiopática.	Familia del paciente, Personal médico: Traumatólogo, Fisioterapeuta, Ortopedista, Neurocirujano, Cirujano de columna	Cuando el paciente presenta un riesgo de desarrollo rápido de la progresión de la deformación	En la vida diaria. En los hospitales e institutos nivel 4 o en clínicas privadas que cuentan con los especialistas.	El paciente se somete a tratamientos quirúrgicos que presenta complicaciones médicas y psicológicas.	Con la resolución del problema, el paciente puede evitar llegar a un tratamiento quirúrgico que empeore su calidad de vida. Asimismo, puede evitar la progresión de la curvatura y mejorar su adherencia con el tratamiento. También, los médicos especializados pueden obtener un seguimiento más seguro sobre el progreso del paciente.
¿Qué es lo que se conoce del problema?	¿Quién es el afectado por el problema?	¿Cuándo los involucrados son conscientes del problema?	¿Dónde se resuelve actualmente?	¿Por qué ocurre este problema?	¿Cómo podría resolverse?
Poblacion mayoritariamente mujeres. El tratamiento ortopedico se aplica solo en curvas moderadas. La disponibilidad de tratamiento quirurgico (casos graves) y ortopedico(moderado) es limitada.	Directamente el paciente adolescente de 12 a 17 años que sufre escoliosis idiopática	Cuando el paciente no puede acceder a un tratamiento no invasivo que se ajuste a sus necesidades. Cuando, al realizar el tratamiento, se dan cuenta que no es efectivo, en términos de grado de corrección y adherencia.	En el Perú, actualmente, no se ha conocido un lugar que haya realizado una nueva alternativa de solución a este problema. Al día de hoy, las órtesis rígidas y flexibles para el tratamiento de escoliosis idiopática son importadas del extranjero hasta los institutos y clínicas especializadas en deformidades	Porque los tratamientos no invasivos como la órtesis rígida afecta psicológicamente al paciente, y a la vez, afecta su calidad de vida, ya que no permite el libre movimiento de su columna. Además, no se presentan soluciones tecnológicas que complementen al tratamiento no invasivo(ortopédico) y que presenten datos cuantitativos sobre el cumplimiento diario del tratamiento en el paciente.	Desarrollando una dispositivo ortésico dinámico de material textil que ajuste automáticamente las fuerzas en los puntos claves de la curvatura y que controle el tiempo de uso de la órtesis en el paciente.
¿Qué es lo que se conoce del problema?	¿Quién es el afectado por el problema?	¿Cuándo los involucrados son conscientes del problema?	¿Dónde se resuelve actualmente?	¿Por qué ocurre este problema?	¿Cómo podría resolverse?
Poblacion mayoritariamente mujeres. El tratamiento ortopedico se aplica solo en curvas moderadas. La disponibilidad de tratamiento quirurgico (casos graves) y ortopedico(moderado) es limitada.	Directamente el paciente adolescente de 12 a 17 años que sufre escoliosis idiopática	Cuando el paciente no puede acceder a un tratamiento no invasivo que se ajuste a sus necesidades. Cuando, al realizar el tratamiento, se dan cuenta que no es efectivo, en términos de grado de corrección y adherencia.	En el Perú, actualmente, no se ha conocido un lugar que haya realizado una nueva alternativa de solución a este problema. Al día de hoy, las órtesis rígidas y flexibles para el tratamiento de escoliosis idiopática son importadas del extranjero hasta los institutos y clínicas especializadas en deformidades	Porque los tratamientos no invasivos como la órtesis rígida afecta psicológicamente al paciente, y a la vez, afecta su calidad de vida, ya que no permite el libre movimiento de su columna. Además, no se presentan soluciones tecnológicas que complementen al tratamiento no invasivo(ortopédico) y que presenten datos cuantitativos sobre el cumplimiento diario del tratamiento en el paciente.	Desarrollando una dispositivo ortésico dinámico de material textil que ajuste automáticamente las fuerzas en los puntos claves de la curvatura y que controle el tiempo de uso de la órtesis en el paciente.
¿Qué es lo que nos gustaría conocer?	¿Quién es el que toma decisiones?	¿Cuándo se determina las alternativas de solución para este problema?	¿Dónde ocurren situaciones similares?	¿Por qué todavía no se ha resuelto?	¿Cómo este problema ha tratado de resolverse antes?
Cual es el tipo de poblacion mas comun en nuestro pais, y en que etapa de la enfermedad se encuentra cuando van a consultorio por primera vez. Oportunidades de mejora relacionada a los tratamientos disponibles (conservativo y no conservativo).	El paciente(cuando decide colocarse la órtesis), la familia del paciente, Personal médico: Traumatólogo, Fisioterapeuta, Ortopedista, Neurocirujano, Cirujano de columna	Cuando los involucrados se dan cuenta que el tratamiento no logra detener o ralentizar la progresión de la curvatura. Cuando el paciente no sigue el tratamiento indicado.	En los hospitales y clínicas especializadas en deformaciones vertebrales del resto del mundo, especialmente, en Latinoamérica y en países cercanos al contexto del Perú.	Porque la escoliosis es una deformación compleja y sin causa conocida, por lo que, en el Perú, existen escasos estudios sobre el nivel de eficacia de cada tipo de tratamiento sobre la escoliosis.	Tratamiento conservativos basado en corsés rígidos y tratamientos fisioterapeúticos.
¿Qué se esta haciendo actualmente con respecto a este problema?	¿Quiénes serían los principales beneficiarios si se resuelve el problema?	¿Cuándo el problema no resuelto se convierte en un problema mayor?	¿Dónde se podría resolver?	¿Por qué este problema representa una necesidad?	¿Cómo este problema puede volverse una oportunidad?
A fin de evitar intervencion quirurgica se usa tratamiento con corse. Muchos avances tecnologicos se basan en la medida de tiempo de uso del dispositivo ortesico, uso de materiales textiles para incrementar la adherencia, implementacion de sistemas mecanicos o electronicos para emular el efecto de ortesis rigidas sobre el cuerpo.	Los adolescentes de entre 12 a 17 años con escoliosis idiopática y los médicos especialistas encargados del monitoreo del paciente	Cuando el paciente presenta un mayor avance en su curvatura que no se puede corregir mediante un tratamiento no invasivo. Debido a ello, el paciente que se somete a un tratamiento quirurgico obligatoriamente puede presentar una gran pérdida de sangre, infecciones, lesiones neuronales, etc. durante la operación.	En instituciones médicas y clínicas especializadas que cuenten con investigadores y especialistas capaces de brindar una alternativa de solución.	Porque aumenta la posibilidad de que el involucrado se someta a un tratamiento quirúrgico (invasivo) que afecte a su calidad de vida	Nos da la oportunidad de crear nuevas opciones de tratamiento no invasivos basados en una corrección automática mediante herramientas electrónicas y digitales. Asimismo, con la solución, se puede obtener un seguimiento de la adherencia del paciente con el tratamiento

De las respuestas que se obtuvieron destacamos aquellas que consideramos más relevantes dentro del proceso de identificación y planteamiento del problema. Las ideas más destacadas son:

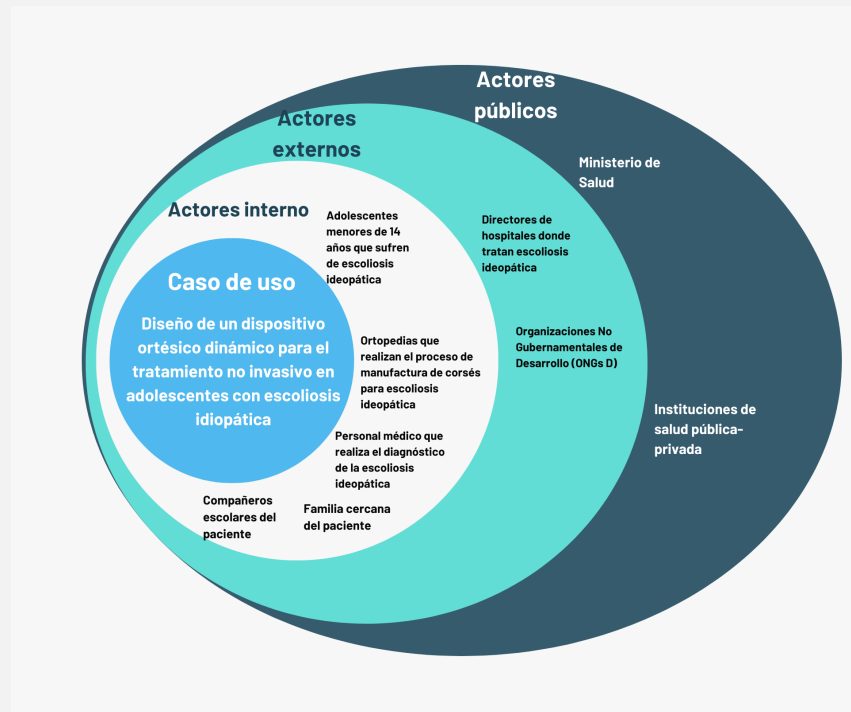
- La población más afectada se encuentra en la etapa adolescente, mayoritariamente mujeres, en donde se presenta un desarrollo más rápido de la progresión de la curva.
- Los tratamientos no invasivos son necesarios, a fin de evitar las complicaciones de los tratamientos quirúrgicos que afectan la calidad de vida del paciente. Sin embargo, su bajo desarrollo para la comodidad y corrección de la curvatura, no permite que el paciente cumpla con lo indicaciones de su tratamiento.
- Se denota la ausencia de información e investigación sobre la escoliosis idiopática. Esto afecta a la capacidad de desarrollo médico de los tratamientos no invasivos para mejorar su adherencia.

Se realizaron entrevistas exploratorias a los médicos cirujanos Ismael Iparraguirre y Edgar Morales Vásquez, especialistas en cirugía de columna de pacientes con Escoliosis Idiopática; al ortopedista [Nombre], al médico traumatólogo Diego Raúl Ramírez Montalbán y a una paciente anónima. Estas entrevistas nos permitieron conocer aspectos del problema que no se habían contemplado con anterioridad.

Nombre del entrevistado:		Andrea Lines	
Fecha y lugar:		El 3 de setiembre del 2022 en Bellavista, Callao	
Contexto:		Andrea es una paciente de escoliosis idiopática, fue diagnosticada cuando era adolescente.	
Introducción (preguntas para romper el hielo)			
¿Cuál es su nombre y qué edad tiene?	Mi nombre es Andrea y tengo 32 años.	¿De dónde es? ¿Ha vivido ahí toda su vida?	Vivo en el Callao.
¿Qué le gusta hacer en sus ratos libres?	No tengo mucho tiempo de distracción, el trabajo es pesado. Los fines de semana, por lo general, pasé con mi novio y mi perro. No tengo mucha actividad física.		
¿A qué se dedica?	Actualmente, trabajo en el sector público.		
Preguntas centrales (para entender las esperanzas, miedos y motivaciones de los entrevistados)			
¿Ha tenido alguna dificultad en su salud en el transcurso de los años?	Tenía dolor de espalda, cansancio, contracturas y de hecho soy más propensa de que a partir de una pequeña torcedura, el dolor se agudize y se forme un esguince.	¿Cuándo le dieron el diagnóstico? ¿qué pruebas le hicieron?	Cuando era adolescente me tomaron unas placas y encontraron una desviación ligera y con los años se fue agudizando, por eso es que hago terapias frecuentemente para que el dolor no se agudize
¿Qué tratamiento le recomendaron al momento de su diagnóstico?	En su momento, tratando fisioterapéutico.	Desde su punto de vida, ¿cuánto aproximadamente le costó el tratamiento hasta en total?	1500 por año, 400 mensuales para el tratamiento fisioterapéutico. Además, cuando hay dolor tengo que tomar pastillas.
¿Alguna vez le recomendaron el tratamiento ortopédico, con corsé?	Sí, me recomendaron el uso de un corsé. Lo usé por un tiempo, después ya no, porque era muy incómodo.	¿La escoliosis le ha afectado psicológicamente?	Sí, me causa incomodidad, pero bueno, creo que la mente es poderosa, igual trato de hacer mi vida normal.
¿Ha escuchado hablar acerca del tratamiento por cirugía?	Sí, pero no he investigado mucho sobre la cirugía.		
¿Le han hecho un monitoreo y considera que estos son necesarios?	Sí, me he hecho otras placas y sale la curvatura igual. Claro, para que puedan ver si esta avanza o no, darles algunas		
¿Ha tenido dificultad para acceder al tratamiento médico o a los especialistas?	No he tenido ninguna dificultad.	progresado favorablemente? cuál era su ángulo de Cobb al inicio y ahora?	encorvada, no ha avanzado tanto, se ha mantenido sin contar el dolor.
Conclusión			
¿Qué potencial cree que tendrá un corsé hecho a base de tela que permite la movilidad y ajuste las fuerzas?	De hecho, creo que es bastante bueno, pero me resulta incómodo, creo que ya es un tema personal, me siento un poco ajustada, tengo que estar demasiado erguida, pero sé que ayuda bastante porque te ayuda a mantener la postura recta y evitar la encurvatura.		

Podemos reconocer que el paciente tiene una vida sedentaria con presencia de dolor espaldas hasta el día de hoy, lo que no le permite realizar su actividad diaria como desearía. También se reconoce su falta de adherencia con el tratamiento, debido a la incomodidad del tratamiento ortopédico. Finalmente, denotamos que el usuario fue diagnosticado en su etapa adolescente, lo que demuestra la falta de accesibilidad a los métodos de diagnóstico y tratamientos. Entrevista al doctor Edgar Morales Vásquez: [Anexo 1]

Subsiguientemente, es vital considerar a todos los stakeholders involucrados en el cuidado del paciente y que lo acompañan durante su “viaje” a través de la enfermedad, para esto se desarrolla el mapa de interesados, actores que pueden tener interés en que se desarrolle una nueva tecnología que atienda sus posibles necesidades, en esta oportunidad, para el uso de la herramienta: **Mapa de interesados**, tendremos al paciente como eje principal, y obtuvimos:

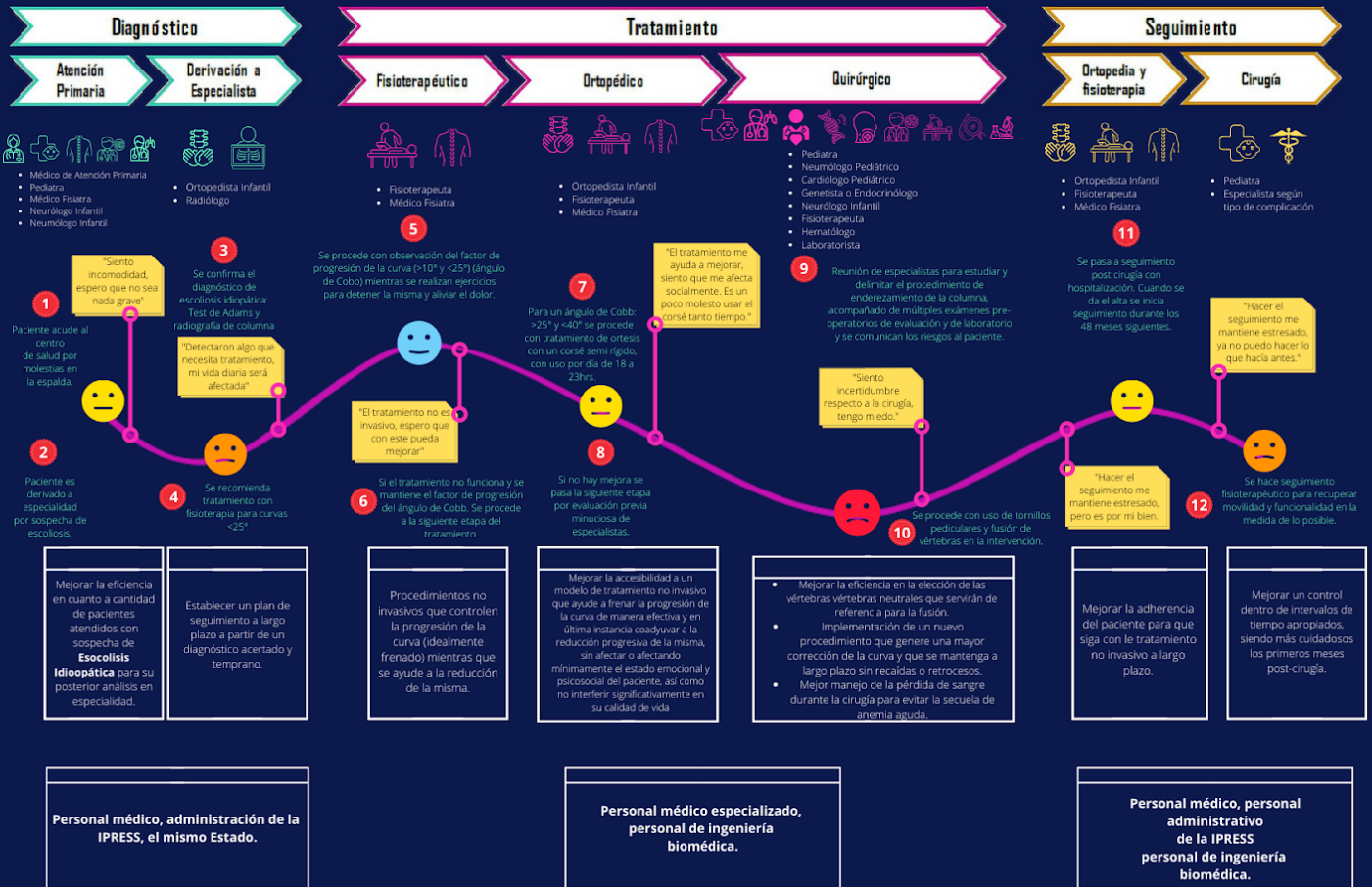


De aquí podemos ver que nuestro principal eje es el paciente y procederemos a evaluar a los actores que se encuentran alrededor de este, desde un punto más cercano hasta actores que no se encuentran relacionados con el directamente. De esto podemos obtener que de manera más interna a nuestro caso de uso, tenemos a nuestro paciente, los proveedores de tratamientos basados en corsé del tipo conservativo, de manera más temprana, los profesionales médicos que realizan el diagnóstico de la enfermedad, esto luego de haber revisado el contenido de [7]. La familia es un factor importante a tener en cuenta puesto que son los que proveerán soporte emocional, psicológico e incluso económico en todo el viaje del paciente a través de los estadios de la enfermedad, además de que tienen la capacidad de influir en gran medida en muchas de las decisiones del paciente e incluso de tener la potestad de aceptar o rechazar una alternativa de tratamiento. Como actores externos ponemos a las IPRESS (Instituciones Prestadora de Servicios de Salud) que son el centro donde el paciente muchas veces hará el diagnóstico, tratamiento y seguimiento, y en el mejor de los casos evitar la cirugía y determinar una tratamiento exitoso, por tanto la injerencia económica que el estadio dentro del hospital signifique respecto del paciente es un sector a tener en cuenta de modo que el hospital pueda atender a más pacientes en un menor periodo de tiempo. Colocamos además algunas ONG que se encargan de facilitar el acceso a, por ejemplo, tratamientos quirúrgicos y se forma un conglomerado de gente afectada por la misma enfermedad, es decir, se genera un sentido de pertenencia a grupo por parte del paciente. Y finalmente colocamos entidades públicas o privadas que tienen una relación indirecta con el manejo del paciente, y en general de todos los pacientes. Para complementar esto presentamos un mapa de viaje del paciente:

Caso general de un paciente (pertenecer a la población de Escoliosis Idiopática del Adolescente) siente incomodidades en la columna. En primera instancia, acude a su centro de salud para realizar las pruebas correspondientes y seguir la ruta de diagnóstico, tratamiento y seguimiento conforme va progresando la enfermedad.

La meta a lo largo de todo el proceso es, en la perspectiva del paciente, la cura de la patología diagnosticada. Las expectativas son: que la ruta de diagnóstico, tratamiento y seguimiento no dure, a su perspectiva, mucho; que el tratamiento sea lo menos invasivo y doloroso; no tener incertidumbre de una posible complicación.

Internal Ownership



b. Observando el problema


Luego de haber planteado y definido la información que queremos conocer, procedemos con la observación, complementando con la experiencia de haber visitado centros especializados como hospitales o la interacción con actores involucrados en el cuidado de nuestro paciente. Las entrevistas (en especial hecha a la paciente) nos ayuda a obtener mayor información de lo que siente el paciente, y encontrar la relación entre lo que dice, siente y hace. Para esto usamos la herramienta del **mapa de empatía** para el usuario:



Pues, consideramos 4 secciones: Dice y hace, observa, escucha y siente. Además de la entrevista con la paciente se tomó como referencia para trabajar con esta herramienta el documento: Vivencias de las jóvenes diagnosticadas de escoliosis idiopática, Carrasco, 2016, que nos ayuda a tener una visión más profunda sobre la opinión de quien sufre en carne propia la enfermedad [63]. De aquí, podemos corroborar que el impacto psicológico de la enfermedad se tiene que tener en cuenta en el tratamiento, por ejemplo, cuando ve personas moviéndose libremente o cuando se ve en el espejo. Justamente en la etapa de desarrollo de la autopercepción es vital proporcionar seguridad para con una alternativa de tratamiento y que el paciente se sienta a gusto con este. Sobrepasando los límites de los estudios reportados en artículos, una mirada más humana nos permitió ver también que el tratamiento quirúrgico puede ser aterrador para el paciente y que sienta que no tiene opciones de tratamiento disponibles de calidad que se ajusten a sus necesidades en particular y que además el tratamiento basado en fisioterapia o analgésicos representan una carga mental y económica que también le preocupa. Consideramos importante incluir una sección de frustraciones, puesto que de aquí podemos tener ideas de oportunidades sobre qué cosa valora más el paciente con respecto a su comodidad, estética, opciones de tratamiento, y a qué está dispuesto con tal de resolver estas frustraciones, así pues, la calidad de vida que se ve afecta resulta ser el factor más importante a tener en cuenta, puesto que de aquí se desprenden valores importantes para la evaluación del tratamiento como la adherencia.

Lógicamente, esto está vinculado a las posibles necesidades que el paciente sienta que son importantes.

Ahora, con la finalidad de tener una imagen más realista y centrada sobre el paciente/usuario, que sería beneficiado si una solución es capaz de atender su problema, se desarrolla su **perfil** basado en una persona ficticia, pero teniendo en cuenta toda la experiencia y aspectos que hemos recopilado sobre nuestro paciente hasta ahora, nos centramos en hacer de este ejercicio lo más real posible, y obtenemos:

Nombre: Alondra Ruiz		
Descripción del usuario (1) Describe al carácter ficticio que representa a los usuarios Alondra tiene 15 años, es estudiante de secundaria en Lima. Es paciente de escoliosis idiopática desde hace un año (a partir de su diagnóstico), se queja constantemente de dolor y tiene baja autoestima.	Bosquejo (6) 	Tareas del usuario (2) ¿Qué tarea desarrolla el usuario? ¿Dónde/como puede ser ayudado? Alondra es una adolescente que estudia en las mañanas y asiste a sus sesiones de fisioterapia por las tardes. Además, ella tiene un corsé rígido, pero no lo usa el tiempo recomendado porque ella lo considera muy incómodo. Alondra requiere un tratamiento no invasivo que evite la progresión de su curva.
Influencers (7) Describe quienes tienen influencia en el usuario Alondra vive con sus padres y hermanas, ellos son sus principal soporte emocional en su vida diaria. En el colegio, ella es influenciada mucho por sus compañeros de clase, escucha a menudo comentarios negativos sobre su deformidad que afectan en gran medida su autoestima.		Frustraciones (4) ¿Cuáles son los problemas y desafíos que tiene el usuario? No puede realizar sus actividades con normalidad debido a dolores de espalda. Su actual tratamiento con corsé es muy incómodo y no puede medir exactamente el tiempo efectivo que lo usa. Además, tiene un déficit de autoconfianza que desencadena en pesimismo y ansiedad.
Tendencias (8) Que tendencias influyen al usuario A Alondra le gusta aprender cosas nuevas, le gusta viajar y cocinar. Ella es buena estudiante, pero a raíz de su deformidad, se ha sentido muy triste y su rendimiento ha bajado considerablemente.	Caso de uso (3) ¿Dónde el usuario hace uso de nuestra propuesta? ¿Cómo lo hace? Alondra haría uso de nuestra tecnología/solución en su tratamiento, ella podrá saber el tiempo efectivo del uso de un corsé blando y cómodo que impida que la curvatura de la columna progrese.	Ganancias (5) ¿Cuáles son las posibilidades y beneficios que tiene o podría tener el usuario? Al tener la solución que mida el tiempo efectivo de uso, ella sabrá si está siguiendo apropiadamente el tratamiento. Asimismo, debido a que el material del corsé es blando, ella se sentirá más cómoda.


El perfil del usuario nos permite conocer a más detalle al paciente, esto es, sus frustraciones, tendencias, ganancias, influencers, tareas entre otros, con el fin de empatizar con el usuario e identificar las oportunidades de mejora. Para este caso, el principal problema de Alondra es evitar la progresión de la curva, para ello, ella sigue el tratamiento de fisioterapia y usa un corsé rígido, pero le resulta incómodo e impreciso, ya que no puede saber exactamente el tiempo efectivo de uso y tampoco realizar sus actividades con normalidad.

c. Definiendo el problema (Se debe plantear como una pregunta)

Luego de todo el análisis previamente realizado, se procede a plantear el problema con la herramienta: How might we...? Esta nos ayuda a plantear el problema considerando los actores involucrados, el usuario final, los productos esperados y la manera de medir el impacto de la solución propuesta. De modo que llegamos a la siguiente pregunta:

“¿Cómo podríamos nosotros ... **Diseñar un sistema de control y monitoreo como alternativa de tratamiento no invasivo** para **pacientes diagnosticados con escoliosis idiopática del adolescente con curvas moderadas**, **tal que permita reducir la progresión de la curva y que el personal médico pueda medir los parámetros de tratamiento**, considerando que la solución sea de bajo costo a fin de evitar la intervención quirúrgica para disminuir el tiempo de hospitalización, rehabilitación y seguimiento por complicaciones.”

Finalmente, luego de haber planteado la pregunta que define el problema, se procede a declarar los parámetros que guiarán los siguientes pasos durante el desarrollo del proyecto, para esto se usó la herramienta: “define success” que se muestra a continuación:

Define las preguntas	Respuestas	Evaluar y seleccionar	
Prepara la lista de preguntas relevantes. Por ejemplo: ¿Qué significa el éxito para los usuarios? ¿Qué significa el éxito para el equipo de diseño? ¿Qué significa el éxito para los demás interesados?	Debatir y recolectar las respuestas de todo el equipo y los "stakeholders"	Evaluar la relevancia de las respuestas.	
¿Qué significa el éxito para el ortopedista? ¿Qué significa el éxito para el cirujano de columna? ¿Qué significa el éxito para el hospital donde se trata escoliosis idiopática? ¿Qué significa el éxito para los padres de una adolescente con EIA? ¿Qué significa el éxito para un paciente con EIA? ¿Qué significa el éxito para el equipo de diseño?	(Sofía) El éxito para el equipo de diseño es crear un dispositivo que demuestre utilidad y usabilidad. (Joao) El éxito para el cirujano de columna significa tener cirugías con menor riesgo y carga de estrés. (Claudia) El éxito para el hospital implica la oferta de una alternativa de tratamiento que reduzca los costos asociados al tratamiento quirúrgico. (Joao) El éxito para el ortopedista significa manufacturar una ortesis que se adapte al paciente a largo plazo. (Claudia) El éxito para la madre significa que su hija evite un tratamiento invasivo o riesgoso. (Cristina) El éxito para el paciente significa minimizar la progresión de la curva. (Joao) El éxito para el paciente significa tener un tratamiento con el que se sienta cómodo y que se sienta seguro. (Jorge) El éxito para el hospital donde se trata escoliosis idiopática significa cubrir oportunamente las necesidades de los pacientes con EIA	El éxito para el paciente y sus familiares significa conseguir un tratamiento no invasivo, cómodo y seguro que minimice la progresión de la curva.	Más relevante  Menos relevante

De esta manera establecemos que nuestra manera de evaluar el éxito de la propuesta de solución para el problema identificado se centrará en el paciente, de modo que podamos proporcionar una alternativa de tratamiento seguro, no invasivo y cómoda que ayude a minimizar la progresión de la curva.

REFERENCIAS:

- [1] M. Konieczny, H. Senyurt and R. Krauspe, "Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis", *Journal of Children's Orthopaedics*, vol. 7, no. 1, pp. 3-9, 2013. Disponible en: 10.1007/s11832-012-0457-4 [Accessed 26 August 2022].
- [2] O. Yaman and S. Dalbayrak, "Idiopathic scoliosis", *Turkish Neurosurgery*, 2013. Disponible en: 10.5137/1019-5149.jtn.8838-13.0 [Accessed 26 August 2022].
- [3] S. Weinstein, L. Dolan, J. Cheng, A. Danielsson and J. Morcuende, "Adolescent idiopathic scoliosis", *The Lancet*, vol. 371, no. 9623, pp. 1527-1537, 2008. Disponible en: 10.1016/s0140-6736(08)60658-3 [Accessed 26 August 2022].

- [4] A. Safari, H. Parsaei, A. Zamani and B. Pourabbas, "A Semi-Automatic Algorithm for Estimating Cobb Angle", *Journal of Biomedical Physics and Engineering*, vol. 9, no. 3, 2019. Disponible en: 10.31661/jbpe.v9i3jun.730 [Accessed 26 August 2022].
- [5] C. Slattery, K. Verma, "Classifications in Brief: The Lenke Classification for Adolescent Idiopathic Scoliosis". *Clinical orthopaedics and related research*. 2018. Disponible en: <https://europepmc.org/backend/ptpmrender.fcgi?accid=PMC6259994&blobtype=pdf>
- [6] M. Bulman et al., "Mutations in the human Delta homologue, DLL3, cause axial skeletal defects in spondylocostal dysostosis", *Nature Genetics*, vol. 24, no. 4, pp. 438-441, 2000. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/74307>
- [7] B. virtual, "Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y el Tratamiento de Escoliosis Idiopática: Traumatología.", Disponible en: <https://bibliotecavirtual.insnsb.gob.pe/guia-de-practica-clinica-para-el-diagnostico-y-el-tratamiento-de-escoliosis-idiopatica-traumatologia/> [Accessed 30 July 2022].
- [8] POSNA (Sociedad Ortopédica Pediátrica de Norte América). "Escoliosis idiopática en niños y adolescentes (Idiopathic Scoliosis in Children and Adolescents)". Disponible en: <https://orthoinfo.aaos.org/es/diseases--conditions/escoliosis-idiopatica-en-ninos-y-adolescentes-idiopathic-scoliosis/>
- [9] Escalza Jiménez, A., 2020. *ORCID*. [En línea] Orcid.org. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0002-5408-6263>. [Accessed 14 September 2022]
- [10] Álvarez García de Quesada, L. and Núñez Giralda, A., 2022. *Escoliosis idiopática*. [En línea] Revista Pediatría de Atención Primaria • Vol. XIII. N.º 49. Enero/marzo 2011. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322011000100014. [Accessed 14 September 2022].
- [11] Weinstein S, Dolan L, Wright J, Dobbs M. Effects of Bracing in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *New England Journal of Medicine*. 2013;369(16):1512-1521.
- [12] BOZZIO A, HU X, LIEBERMAN I. Cost and Clinical Outcome of Adolescent Idiopathic Scoliosis Surgeries—Experience From a Nonprofit Community Hospital. *International Journal of Spine Surgery*. Disponible en: 2019;13(5):474-478.
- [13] B. Raudenbush, D. Gurd, R. Goodwin, T. Kuivila and R. Ballock, "Cost analysis of adolescent idiopathic scoliosis surgery: early discharge decreases hospital costs much less than intraoperative variables under the control of the surgeon", *Journal of Spine Surgery*, vol. 3, no. 1, pp. 50-57, 2017. Disponible en: 10.21037/jss.2017.03.11.
- [14] I. Ikwuezunma, K. Wang, A. Margalit, P. Sponseller and A. Jain, "Cost-utility Analysis Comparing Bracing Versus Observation for Skeletally Immature Patients with Thoracic Scoliosis", *Spine*, vol. 46, no. 23, pp. 1653-1659, 2021. Disponible en: 10.1097/brs.0000000000004189 [Accessed 13 September 2022].
- [15] "Spinal Cord Injuries: Practice Essentials, Background, Anatomy", *Emedicine.medscape.com*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://emedicine.medscape.com/article/793582-overview#a30>. [Accessed: 13- Sep- 2022].
- [16] T. Russell et al., "Healthcare disparities in adolescent idiopathic scoliosis: the impact of socioeconomic factors on Cobb angle", *Spine Deformity*, vol. 8, no. 4, pp. 605-611, 2020. Disponible en: 10.1007/s43390-020-00097-2.
- [17] T. Lin et al., "Influence of Insurance Status on Curve Magnitude in Adolescent Idiopathic Scoliosis in Mainland China", *Global Spine Journal*, vol. 10, no. 6, pp. 754-759, 2019. Disponible en: 10.1177/2192568219875121 [Accessed 13 September 2022].
- [18] R. Carregaro, E. da Silva and M. van Tulder, "Direct healthcare costs of spinal disorders in Brazil", *International Journal of Public Health*, vol. 64, no. 6, pp. 965-974, 2019. Disponible en: 10.1007/s00038-019-01211-6.
- [19] 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.rimac.com.pe/uploads/Calculo_Reembolso.pdf. [Accessed: 13- Sep- 2022].
- [20] [13]H. Cayetano Heredia, "Tarifa 2017", *Peru.gob.pe*, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/13147/PLAN_13147_2017_TARIFARIO_HCH_MARZO_2017-ILOVEPDF-COM-PRESSED.PDF. [Accessed: 13- Sep- 2022].
- [21] A. Vázquez-Lazarte, C. Berta-Benites and F. Runzer-Colmenares, "Frecuencia de escoliosis idiopática del adolescente en alumnos de secundaria en seis colegios de Lima Norte", *Horizonte Médico (Lima)*, vol. 20, no. 4, p. e1172, 2020.
- [22] P. Mahaudens, A.V. Bruyneel, "Escoliosis idiopática: evidencias científicas e implicaciones clínicas". *Kinesiterapia – Medicina física*, vol. 41, no.1, pp.1-14, 2020 [En línea]. Disponible en: <https://bibvirtual.upch.edu.pe:2051/#!/content/emc/51-s2.0-S1293296519432866>
- [23] S.L. Weinstein, L.A. Dolan, J.C. Cheng, A. Danielsson, J.A. Morcuende JA, "Escoliosis idiopática del adolescente". *Lanceta*, 2008 [En línea]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18456103/>
- [24] G. Pyatakova, O. Okoneshnikova, A. Kozhevnikova and S. Vissarionov, "Psychological aspects of treatment and rehabilitation of patients with adolescent idiopathic scoliosis: research analysis", *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*, vol. 7, no. 2, pp. 103-115, 2019. Disponible en: 10.17816/ptors72103-115 [Accessed 14 September 2022].
- [25] M. Leal-Hernández, F. Martínez-Monje, M. Pérez-Valencia, R. García-Romero, R. Mena-Poveda and J. Caballero-Cánovas, "Análisis de la calidad de vida en los pacientes afectados de escoliosis vertebral", *Medicina de Familia. SEMERGEN*, vol. 44, no. 4, pp. 227-233, 2018. Disponible en: 10.1016/j.semerg.2016.11.011 [Accessed 14 September 2022].

- [26] Climent JM, Cholbi Llobell F, Rodríguez Ruiz C, Mulet Perry S, Mendéjar Gómez F, Pradas Silvestre J. La medida de la salud en la escoliosis. *Rehabilitación*. 2009; 43(6):299-305.
- [27] Carreon LY, Sanders JO, Diab M, Sucato DJ, Sturm PF, Glassman SD. The minimum clinically important difference in Scoliosis Research Society-22 Appearance, Activity, and Pain Domains after surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010; 35(23):2079-83.
- [28] Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JCY, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* [Internet]. 2008 Mar [cited 2015 Mar 30]; 371(9623):1527-37. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6T1B-4SDGP8F12/2/69bcb5753f6b09ab5f633b1cbdf6ea3a>
- [29] A. Sanders, L. Andras, S. Iantorno, A. Hamilton, P. Choi and D. Skaggs, "Clinically Significant Psychological and Emotional Distress in 32% of Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients*", *Spine Deformity*, vol. 6, no. 4, pp. 435-440, 2018. Disponible en: 10.1016/j.jspd.2017.12.014 [Accessed 13 September 2022].
- [30] G. Pyatakova, O. Okoneshnikova, A. Kozhevnikova and S. Vissarionov, "Psychological aspects of treatment and rehabilitation of patients with adolescent idiopathic scoliosis: research analysis", *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*, vol. 7, no. 2, pp. 103-115, 2019. Disponible en: 10.17816/ptors72103-115 [Accessed 13 September 2022].
- [31] M. Robles, G. Sánchez and A. Reyes, "Detección temprana de la escoliosis idiopática del adolescente: una estrategia en controversia", *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, vol. 59, no. 4, 2016. Disponible en: Link. [Accessed 25 August 2022].
- [32] M. Burton, "Diagnosis and Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis", *Pediatric Annals*, vol. 42, no. 11, 2013. Disponible en: <https://journals.healio.com/doi/10.3928/00904481-20131022-09>. [Accessed 13 September 2022].
- [33] M. Farshad, T. Götschi, D. Bauer, T. Böni, C. Laux and M. Kabelitz, "Long-term outcome of patients with adolescent idiopathic scoliosis seeking nonoperative treatment after a mean follow-up of 42 years", *Spine Deformity*, 2022. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43390-022-00541-5>. [Accessed 13 September 2022].
- [34] L. Dolan, S. Donzelli, F. Zaina, S. Weinstein and S. Negrini, "Adolescent Idiopathic Scoliosis Bracing Success Is Influenced by Time in Brace", *Spine*, vol. 45, no. 17, pp. 1193-1199, 2020. Available: 10.1097/brs.0000000000003506 [Accessed 14 September 2022].
- [35] S. Weinstein, L. Dolan, J. Wright and M. Dobbs, "Effects of Bracing in Adolescents with Idiopathic Scoliosis", *New England Journal of Medicine*, vol. 369, no. 16, pp. 1512-1521, 2013. Available: 10.1056/nejmoa1307337 [Accessed 14 September 2022].
- [36] R. Hawary, D. Zaaroor-Regev, Y. Floman, B. Lonner, Y. Alkhalife and R. Betz, "Brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis: risk factors for failure—a literature review", *The Spine Journal*, vol. 19, no. 12, pp. 1917-1925, 2019. Available: 10.1016/j.spinee.2019.07.008 [Accessed 14 September 2022].
- [37] Epidemiology Morbidity And Mortality. Statpearls Publishing. Hernandez, J., & Kim, P. (2020). Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547668/>
- [38] VAZQUEZ-LAZARTE, Ana Sofia; BERTA-BENITES, Carlos Alberto; RUNZER-COLMENARES, Fernando M.. Frecuencia de escoliosis idiopática del adolescente en alumnos de secundaria en seis colegios de Lima Norte. *Horiz. Med.*, Lima , v. 20, n. 4, e1172, oct. 2020 . Disponible en <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2020000400005&lng=es&nrm=iso>. accedido en 25 agosto 2022. <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2020.v20n4.05>.
- [39] Grivas TB, Wade M H, Negrini S, O'Brien J P, Maruyama T, Hawes M C, Rigo M, Weiss H R, Kotwicki T, Vasiliadis E S, Sulam L N & Neuhaus T. SOSORT Consensus paper: school screening for scoliosis. Where are we today? *Scoliosis*, 2:17, 2007.
- [40] L. Deng, Y. Hu, J. Cheung and K. Luk, "A Data-Driven Decision Support System for Scoliosis Prognosis", *IEEE Access*, vol. 5, pp. 7874-7884, 2017. Disponible en: 10.1109/access.2017.2696704 [Accessed 14 September 2022].
- [41] R. Fayssoux, R. Cho and M. Herman, "A History of Bracing for Idiopathic Scoliosis in North America", *Clinical Orthopaedics & Related Research*, vol. 468, no. 3, pp. 654-664, 2010. Disponible en: 10.1007/s11999-009-0888-5 [Accessed 14 September 2022].
- [42] H. Yang, X. Jia and Y. Hai, "Posterior minimally invasive scoliosis surgery versus the standard posterior approach for the management of adolescent idiopathic scoliosis: an updated meta-analysis", *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, vol. 17, no. 1, 2022. Disponible en: 10.1186/s13018-022-02954-4 [Accessed 25 August 2022].
- [43] A. Charalampidis, L. Rundberg, H. Möller and P. Gerdhem, "Predictors of persistent postoperative pain after surgery for idiopathic scoliosis", *Journal of Children's Orthopaedics*, vol. 15, no. 5, pp. 458-463, 2021. Disponible en: 10.1302/1863-2548.15.210090 [Accessed 25 August 2022].
- [44] M. Lenz et al., "Scoliosis and Prognosis—a systematic review regarding patient-specific and radiological predictive factors for curve progression", *European Spine Journal*, vol. 30, no. 7, pp. 1813- 1822, 2021. Disponible en: 10.1007/s00586-021-06817-0 [Accessed 8 August 2022].
- [45] Borden TC, Bellaire LL, Fletcher ND. Improving perioperative care for adolescent idiopathic scoliosis patients: the impact of a multidisciplinary care approach. *J Multidiscip Healthc*. 2016;9:435-445. Published 2016 Sep 14. doi:10.2147/JMDH.S9531

- [46] O. Al-Mohrej, S. Aldakhil, M. Al-Rabiah and A. Al-Rabiah, "Surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: Complications", *Annals of Medicine and Surgery*, vol. 52, pp. 19-23, 2020. Disponible en: [10.1016/j.amsu.2020.02.004](https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.02.004) [Accessed 14 September 2022].
- [47] I. Loukos, C. Zachariou, C. Nicolopoulos, D. Korres, and N. Efstathopoulos, "Analysis of the corrective forces exerted by a dynamic derotation brace (DDB)," *Prosthet. Orthot. Int.*, vol. 35, no. 4, pp. 365–372, Dec. 2011, doi: 10.1177/0309364611420477
- [48] C. Götze, A. Slomka, H. G. Götze, W. Pötzl, U. Liljenqvist, and J. Steinbeck, "Langzeitergebnisse der Lebensqualität nach Harrington Distraktionsspondylodese bei idiopathischen Thorakalskoliosen und deren gutachterliche Relevanz," *Z. Für Orthop. Ihre Grenzgeb.*, vol. 140, no. 5, pp. 492–498, Sep. 2002, doi: 10.1055/s-2002-34007.
- [49] A. Bruyneel, P. Mahaudens. Estrategia de rehabilitación de la escoliosis idiopática de la adolescencia. EMC - Kinesiterapia - Medicina Física. 2020. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(20\)44245-8](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(20)44245-8)
- [50] Censo Estadístico: Información de Recursos Humanos del Sector Salud Perú 2013 - 2021. Ministerio de Salud (MINSA). 2021. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/5883.pdf>
- [51] "Manual Institucional", *Essalud.gob.pe*, 2008. [En línea]. Disponible en: http://www.essalud.gob.pe/defensoria/manual_institucional.pdf. [Accessed: 13- Sep- 2022].
- [52] "CONVENIO DE COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE EL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO SAN BORJA-INSNSB Y EL SEGURO SOCIAL DE SALUD-ESSALUD", *Insnsb.gob.pe*, 2018. [En línea]. Disponible en: [https://www.insnsb.gob.pe/docs-trans/Informacion-Adicional/CONVENIO%20ENTRE%20ESSALUD%20Y%20EL%20INSNSB%20\(14.11.18\).pdf](https://www.insnsb.gob.pe/docs-trans/Informacion-Adicional/CONVENIO%20ENTRE%20ESSALUD%20Y%20EL%20INSNSB%20(14.11.18).pdf). [Accessed: 13- Sep- 2022].
- [53] Y. Díaz and M. Jave, "FACTORES ASOCIADOS A LA ESCOLIOSIS IDIOPATICA EN NIÑOS Y NIÑAS EN ETAPA ESCOLAR ATENDIDOS EN LA CLÍNICA SAN JUAN DE DIOS, DURANTE ENERO - DICIEMBRE DEL 2015", *Repositorio.udch.edu.pe*, 2016. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.udch.edu.pe/bitstream/UDCH/703/1/%28TO44_72157838%29%28TO44_71221474%29.pdf. [Accessed: 13- Sep- 2022]
- [54] S. Negrini et al., "2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth", *Scoliosis and Spinal Disorders*, vol. 13, no. 1, 2018. Disponible en: 10.1186/s13013-017-0145-8 [Accessed 14 September 2021].
- [55] Kamtsiuris P, Atzpodien K, Ellert U, Schlack R, Schlaud M., Prevalence of somatic diseases in German children and adolescents. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS), *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 50(5–6):686–700, 2007.
- [56] J.P. Otto, J. García Molina y A. Chahin, "Escoliosis idiopática del adolescente de bajo grado". *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 31, pp. 417-422, 2020 [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864020300651>
- [57] A. Bermeo, T. Katherine, J. Chancay, K. Maholy, "Prevalencia de la escoliosis idiopática en adolescentes". [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/43934/1/CD%203074-%20BERMEO%20TARAMUEL%20KATHERINE%20JACKELINE%20%20GAYBOR%20CHANCAY%20KARLA%20MAHOLY.pdf>
- [58] P. C. Curbelo-Nova, C. Silveri, A. Cuneo, "Escoliosis idiopática del adolescente, análisis postoperatorio. Serie de casos". *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, vol. 35, no. 2, pp. 126–132, 2021 [En línea]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-ortopedia-traumatologia-380-articulo-escoliosis-idiopatica-del-adolescente-analisis-S0120884521000377>
- [59] Unidad de Epidemiología y Salud Ambiental, "ANÁLISIS SITUACIONAL DE SALUD 2018 HOSPITAL DE REHABILITACIÓN DEL CALLAO" [En línea]. Disponible en: https://www.hrcallao.gob.pe/pdf/ASIS_2018_HRC.pdf
- [60] A. S. Vázquez-Lazarte, C. A. Berta-Benites, F. M. Runzer-Colmenares, "Frecuencia de escoliosis idiopática del adolescente en alumnos de secundaria en seis colegios de Lima Norte," *Horizonte Médico (Lima)*, vol. 20, no. 4, p. e1172, 2020 [En línea]. Disponible en: <https://www.horizontemedico.usmp.edu.pe/index.php/horizontemed/article/view/1172>
- [61] "REUNIS : Repositorio Único Nacional de Información en Salud - Ministerio de Salud", *Minsa.gob.pe*, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/morbilidad_HIS.asp.
- [62] J. Hernandez and P. Kim, "Epidemiology Morbidity And Mortality", *Ncbi.nlm.nih.gov*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547668/>. [Accessed: 13- Sep- 2022].
- [63] I.B. Carrasco y C. Ruiz Solano, "Vivencias de las jóvenes diagnosticadas de escoliosis idiopática". *Enfermería Global*, vol.15 no.44, 2016 [En línea]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412016000400002

ANEXOS:

A continuación se presenta un link con las entrevistas exploratorias hechas hacia un traumatólogo, paciente, neurocirujano y cirujano de columna mencionados anteriormente.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1J0iIM_2N8FG5MbqikHYo6CWjJf7okRuE/edit#gid=568830562

