



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**LA ENSEÑANZA DE LA BIOME CÁNICA A  
TRAVÉS DEL DEPORTE COMO ESTRATEGIA  
PARA PROMOVER APRENDIZAJE EN  
CIENCIAS NATURALES: UNA PROPUESTA  
BASADA EN LA TEORÍA DE LOS CAMPOS  
CONCEPTUALES**

Sebastián Realpe Saldarriaga  
Juana Geraldine Lemus Jaramillo  
Cristian Fernando Suaza Bedoya

Universida d de Antioquia  
Faculta d de Educación

Licenciatura en Educación Básica con énfasis en  
Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Medellín, Colombia

2018





**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Facultad de Educación**

LA ENSEÑANZA DE LA BIOMECÁNICA A TRAVÉS DEL DEPORTE COMO  
ESTRATEGIA PARA PROMOVER APRENDIZAJES EN CIENCIAS NATURALES: UNA  
PROPUESTA BASADA EN LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES.

SEBASTIÁN REALPE SALDARRIAGA  
JUANA GERALDINE LEMUS JARAMILLO  
CRISTIAN FERNANDO SUAZA BEDOYA

Trabajo de grado para optar al título de:  
Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Asesora:

GLORIA MARIA CARDONA CASTAÑO

Doctora en Enseñanza de las Ciencias

**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS NATURALES  
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

MEDELLÍN

2018



### **Dedicatoria**

A mi familia por su apoyo incondicional, por sus cálidos consejos y por estar siempre presentes en mi vida personal y académica.

Sebastián Realpe Saldarriaga

A mi mamá que siempre ha iluminado mi camino cuando se torna difícil, impreciso y borroso. Por tanto, amor y apoyo incondicional que me ha brindado.

A mi abuelita por tantas lecciones y experiencias que ha compartido conmigo y me han permitido hoy construir una nueva realidad.

A mi tiita Martha por sus buenos consejos que me aterrizan y me hacen florecer con más colores y fuerza.

A toda mi familia por su amor y paciencia, porque mis sueños y logros también son de ellos.

A mi novio por su amor, su confianza y su apoyo en mi crecimiento académico y emocional.

Y a todos mis profesores y amigos que compartieron sus saberes y experiencias significativas conmigo y me han ayudado a realizarme como persona y profesional.

Juana Lemus Jaramillo

A mi familia, amigos y las personas especiales en mi vida. No encuentro palabras para agradecer todo el esfuerzo, comprensión, dedicación y apoyo que me han dado. Gracias por estar ahí cuando más los he necesitado, por sus consejos y su incondicional amor.

Cristian Fernando Suaza Bedoya



### **Agradecimientos**

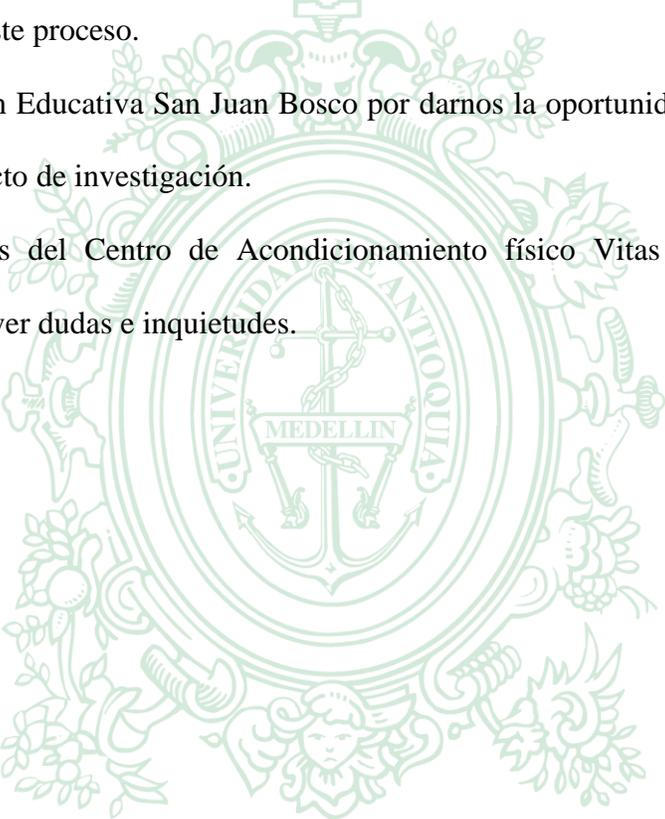
A nuestra querida alma máter la Universidad de Antioquia.

A la Facultad de Educación, el lugar que transformó nuestras vidas durante muchos años.

A nuestra asesora la Doctora Gloria María Cardona Castaño por su profesionalismo y acompañamiento en este proceso.

A la Institución Educativa San Juan Bosco por darnos la oportunidad de ser profesores y realizar nuestro proyecto de investigación.

A las personas del Centro de Acondicionamiento físico Vitas Bancolombia por su disposición para resolver dudas e inquietudes.



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



**Contenido**

	Pág.
Resumen	10
Introducción	11
1. Justificación y problema de investigación	14
1.1. Justificación	14
1.2. Problema y pregunta de investigación	16
1.3. Objetivos de investigación	20
1.3.1 Objetivo general.	20
1.3.2 Objetivos específicos.	20
2. Marco referencial	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1 Dificultades en el aprendizaje de conceptos relacionados a la Biomecánica.	21
2.1.2 Importancia del estudio de la Biomecánica.	22
2.2. Fundamentación teórica	25
2.2.1 Teoría de los Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud.	25
2.2.2 Fisiología y anatomía humana.	26
2.2.3 Biomecánica del cuerpo humano.	29
2.2.4 Interdisciplinariedad.	30
3. Propuesta pedagógica	30
3.1. Conceptos y relaciones del objeto de estudio	31
3.2. Configuración del campo conceptual	33
3.3. Diseño de la Unidad Didáctica	35
4. Metodología de la investigación	36
4.1. Paradigma de investigación cualitativo	36
4.2. Método: Estudio de caso	36
4.3. Participantes y criterios de selección	37
4.4. Descripción del contexto	38
4.5. Estrategias para el registro de información	39
4.5.1 Primera etapa.	39



**Facultad de Educación**

4.5.2	Segunda Etapa.	39
4.6.	Estrategias para organizar y analizar la información: Análisis de contenido	44
4.7.	Categorías de Análisis	45
4.7.1	Aprendizajes Conceptuales.	45
4.7.2	Representaciones asociadas a los conceptos.	46
4.8.	Proceso de triangulación de la información	47
4.9.	Protocolo ético	47
5.	Análisis de la información e interpretación de los resultados	49
5.1.	Primera etapa	49
5.1.1	Reconocimiento del cuerpo con funcionamiento mecánico.	58
5.2.	Segunda etapa	61
5.2.1	Representaciones asociadas al uso de conceptos.	63
5.2.2	Representación de la fisiología interna.	63
5.2.3	Representaciones de la biomecánica.	76
5.2.4	Representaciones biomecánicas.	81
6.	Consideraciones finales y recomendaciones	89
6.1.	Consideraciones finales	88
6.1.1	Sobre los conocimientos previos del campo conceptual de la Biomecánica: Uso de conceptos.	88
6.1.2	Sobre los conocimientos previos del campo conceptual de la Biomecánica: Uso de representaciones.	89
6.1.3	Respecto a las progresiones a nivel conceptual y representacional.	90
6.1.4	Potencialidades y debilidades del abordaje del campo conceptual de la Biomecánica en la articulación ciencia y deporte.	90
6.1.5	Acerca de la propuesta pedagógica, diseño de estrategias y situaciones.	91
6.1.6	Aportes del referente teórico elegido y de la metodología de investigación.	92
6.2.	Recomendaciones	93
	Referencias	95
	Anexos	99



Lista de tablas

	Pág.
<i>Tabla 1.</i> Campo conceptual de biomecánica.	34
<i>Tabla 2.</i> Categorías y subcategorías de análisis.	47
<i>Tabla 3.</i> Información textual aportada por las estudiantes sobre las estructuras internas	49
<i>Tabla 4.</i> Información textual aportada por los estudiantes sobre el movimiento	51
<i>Tabla 5.</i> Información textual aportada por las estudiantes sobre ideas iniciales sobre lesiones	53
<i>Tabla 6.</i> Información textual sobre las respuestas de las estudiantes a situaciones sobre esquemas motores en gestos deportivos	54
<i>Tabla 7.</i> Información textual sobre las respuestas de las estudiantes a situaciones de afectación del funcionamiento del cuerpo en lesiones.	56
<i>Tabla 8.</i> Información textual aportada por las estudiantes sobre conceptos de física vinculados a la biomecánica	60
<i>Tabla 9.</i> Respuestas textuales sobre las respuestas de las estudiantes a situaciones sobre el funcionamiento mecánico del cuerpo	61

**Lista de figuras**

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Mapa conceptual de referencia.	32
<i>Figura 2.</i> Representación inicial de la fisiología del brazo E1	64
<i>Figura 3.</i> Representación inicial de la fisiología del brazo E2	65
<i>Figura 4.</i> Representación inicial de la fisiología del brazo E3	66
<i>Figura 5.</i> Representación inicial de la fisiología del brazo E4	67
<i>Figura 6.</i> Representación de la fisiología en el movimiento E1	68
<i>Figura 7.</i> Representación de la fisiología en el movimiento E2	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Figura 8.</i> Representación de la fisiología en el movimiento E3	69
<i>Figura 9.</i> Representación de la fisiología en el movimiento E4	70
<i>Figura 10.</i> Representación de la fisiología articular del brazo E1	72
<i>Figura 11.</i> Representación de la fisiología articular del brazo E2	73
<i>Figura 12.</i> Representación de la fisiología articular del brazo E3	74
<i>Figura 13.</i> Representación de la fisiología articular del brazo E4	75
<i>Figura 14.</i> Representación sobre la biomecánica del brazo E1	77
<i>Figura 15.</i> Representación sobre la biomecánica del brazo E2	78
<i>Figura 16.</i> Representación sobre la biomecánica del brazo E3	79
<i>Figura 17.</i> Representación sobre la biomecánica del brazo E4	80
<i>Figura 18.</i> Representaciones sobre las fuerzas y las palancas E1	81
<i>Figura 19.</i> Representaciones sobre las fuerzas y las palancas E2	82
<i>Figura 20.</i> Representaciones sobre las fuerzas y las palancas E3	83
<i>Figura 21.</i> Representaciones sobre las fuerzas y las palancas E4	84
<i>Figura 22.</i> Representación de las palancas y las fuerzas en las prácticas deportivas E1	85
<i>Figura 23.</i> Representación de las palancas y las fuerzas en las prácticas deportivas E2	86
<i>Figura 24.</i> Representación de las palancas y las fuerzas en las prácticas deportivas E3	86
<i>Figura 25.</i> Representación de las palancas y las fuerzas en las prácticas deportivas E4	87



**Lista de anexos**

	Pág.
<i>Anexo 1. Unidad didáctica</i>	99
<i>Anexo 2. Protocolo ético</i>	1178



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

### **Resumen**

Esta investigación tiene como objetivo: Analizar los aprendizajes del campo conceptual de la biomecánica referida a la locomoción humana que construyen las estudiantes de la I.E San Juan Bosco, cuando resuelven situaciones que vinculan la biología y el deporte. Para lograr lo anterior, tuvimos en cuenta los aportes de la teoría de Campos Conceptuales propuesta por Gerard Vergnaud, realizando especial énfasis en cuestiones conceptuales y representacionales.

En relación con la metodología de la investigación, nuestro estudio asume el paradigma cualitativo y el estudio de caso como método, cuya estrategia para tratar la información fue el análisis de contenido; la cual, a nuestro juicio y en concordancia con la teoría de los Campos Conceptuales reconoce la importancia de las unidades de contexto que en este caso son aquellas situaciones en las cuales surgen las explicaciones y representaciones de las estudiantes participantes.

En relación con los resultados de la investigación podemos decir que hay un acercamiento al campo conceptual de la Biomecánica por parte de las estudiantes; lo que les permite apropiarse y comprender algunos saberes y conceptos relacionados con las Ciencias Naturales aplicadas a la actividad deportiva. A modo de conclusión principal, consideramos que nuestra propuesta permite promover el uso de algunos saberes de la Biología y la Física asociados a la locomoción humana y el uso de representaciones para exteriorizar sus aprendizajes y conocimientos que les puede ayudar incluso a prevenir lesiones cuando practican algún deporte.

Palabras clave: Campos Conceptuales, Enseñanza de las Ciencias, Biomecánica, Locomoción humana, Deporte.

## **Introducción**

La enseñanza de la locomoción humana tiene relevancia porque aporta a los estudiantes bases conceptuales para comprender el movimiento en seres complejos, como los humanos; no obstante, es difícil encontrar una delimitación del campo conceptual de la locomoción humana desde el área de Ciencias Naturales en la Básica secundaria. La locomoción desde la biología es tratada en cuestiones tales como: la alimentación, la caza, escapar del peligro, relación con el entorno, explorar nuevos territorios, etc. Además de involucrar otras actividades culturales como el deporte. En este sentido una enseñanza que abogue por un campo de conocimiento paulatinamente olvidado requiere de atención en cuestión del porqué del movimiento humano.

La biomecánica, es el área de conocimiento que engloba todas las disciplinas que rodean el movimiento humano, es el reconocimiento de aquellas estructuras internas que permiten el movimiento y el funcionamiento mecánico propio de estas, aspectos directamente relacionados con la locomoción y motricidad humana. Por esto, siendo necesaria una apropiación mayor y una visión más general de lo correspondiente al movimiento humano, la enseñanza de la biomecánica aparece como una alternativa en la educación básica secundaria. Los conocimientos relacionados a la locomoción humana por lo general son abordados desde el área de educación física, sin tener un enfoque desde las ciencias naturales.

La importancia de una perspectiva biomecánica en la enseñanza de la locomoción humana, radica en que plantea una visión más integral sobre el cuerpo y el movimiento, una disciplina que puede ser necesaria en la enseñanza de la locomoción. Según Suárez (2009): “debido a la gran cantidad de nociones actuales, nuevas áreas del conocimiento están siendo desarrolladas y otras viejas redimensionadas” (p.15). Esta nueva área del conocimiento como es

la biomecánica, aplicada en la formación en la escuela, se puede adaptar a la necesidad del aprendizaje del movimiento humano.

Identificados con la valía de unir áreas de conocimiento con objetivos comunes, en la presente investigación se plantea la oportunidad de vincular conocimientos biológicos y físicos con el deporte. Hechos plasmados en la construcción de una propuesta de investigación que puede transversalizar dichas áreas y en el diseño de un proyecto pedagógico centrado en un conjunto de situaciones que les permite a los estudiantes encontrar la conexión entre la ciencia y el deporte. En la propuesta se asume la biomecánica como la función de explicar el comportamiento biológico y mecánico del cuerpo, las relaciones entre las estructuras y sistemas que permiten el movimiento, y las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo al momento de practicar algún deporte.

Con esta intencionalidad se configura un campo de conocimiento general sobre biomecánica, partiendo de la teoría de los Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud, para delimitar diferentes conceptos, esquemas y situaciones relacionadas con el contexto y experiencias de los estudiantes. Las situaciones problema se plantearon en grado de dificultad y complejidad, vinculando las ciencias naturales, el movimiento y el deporte.

Se construyó una intervención didáctica donde en primer lugar se indagó por los conocimientos iniciales sobre la fisiología y mecánica del cuerpo humano, a la vez de preguntar sobre las concepciones relacionadas sobre la importancia del movimiento, de igual forma sobre los propósitos de este, posteriormente se presentaron un conjunto de situaciones a los estudiantes, planteadas como tareas cognitivas en correspondencia a cuestiones sobre el funcionamiento de los sistemas en el movimiento, las modificaciones de ese sistemas como las

lesiones, y por último situaciones que las enfrentan a la mecánica del cuerpo y a la interacción de fuerzas.

Posteriormente se diseñó una metodología de investigación enfocada en un paradigma cualitativo, necesario para valorar e interpretar la realidad de las estudiantes y sus percepciones sobre los temas que se estaban abordando. Por consiguiente, se escogió el método de estudio de caso para facilitar el análisis particular y el alcance de mayor información sobre el campo de conocimiento que se pretendía valorar. Se establecieron unos parámetros de selección para escoger las participantes, que para efectos de la presente investigación son cuatro casos ~~escogidos~~, pertenecientes a la Institución Educativa San Juan Bosco de Medellín.

El trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera, en el primer capítulo se aborda la importancia y justificación del trabajo, seguido del problema y pregunta de investigación que trazan el proyecto, por último, los objetivos de la investigación. En el segundo, se agrupa el marco referencial, que está dividido en antecedentes concernientes a la temática del proyecto y los referentes teóricos que fundamentan el mismo. El capítulo tres atiende la propuesta pedagógica implementada en el aula y la forma en la que está construida. El capítulo cuatro, recoge el enfoque metodológico utilizado en la investigación y el contexto en el que se ejecuta. En el capítulo cinco se recogen, analizan e interpretan los datos registrados en el trascurso del proyecto, es decir, se realiza una organización de la información que facilita la valoración. El capítulo seis se expone las consideraciones finales del trabajo, las apreciaciones de los investigadores y por último las referencias bibliográficas.

## **1. Justificación y problema de investigación**

En este capítulo se presentan las razones e intereses que movilizan la propuesta de trabajo, de igual forma se expone el problema que suscitó el proyecto y la pregunta de investigación, y, por último, el objetivo general y los específicos.

### **1.1. Justificación**

La enseñanza de ciencias debe procurar facilitar espacios en los cuales los estudiantes encuentren sentido y relación de la cotidianidad y los conocimientos con los cuales están siendo cuestionados. Es decir, la educación en ciencias debe estar encaminada por: “objetivos y contenidos procedimentales con la finalidad de que el alumnado aprenda qué es la ciencia y la tecnología y cómo trabajan, para adquirir destrezas que les permitan razonar mejor y resolver problemas de la vida cotidiana” (Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2001. p. 367).

Por consiguiente, la enseñanza de ciencias naturales como lo son la biología y la física debe favorecer relaciones con las experiencias de los estudiantes. Esta investigación se centró en crear una correspondencia al momento de enseñar ciencia de dos disciplinas que tienden a estar separadas, utilizando un campo del conocimiento relativamente novedoso como es la biomecánica y aplicar ese campo de conocimiento a una práctica más cercana a un estudiante como es el deporte y la actividad física.

Se pretende encontrar una propuesta de enseñanza que parta de los aspectos generales de la locomoción humana para explicar el funcionamiento mecánico del cuerpo, además, de algunos conceptos de mecánica y del movimiento, que tienden a ser paulatinamente expuestos por algunos libros de texto. Marqués, Salvador y Moreira (2010), en un trabajo realizado con estudiantes de una diplomatura en educación física, ofrecieron múltiples ejercicios de

biomecánica a los estudiantes los cuales no eran capaces interpretar los enunciados, ya que no conocían el completo funcionamiento morfológico del ser humano.

En este sentido, es importante una propuesta que vincule los conocimientos de la fisiología y el funcionamiento mecánico del cuerpo, en el momento de la enseñanza de la locomoción humana. Es necesario ir más allá de una transmisión de conceptos de sistemas del cuerpo y enriquecer este campo del conocimiento con el deporte y la biomecánica, la cual se entiende como las bases mecánicas de la biología, la actividad muscular, el estudio de los principios y relaciones implicadas.

Con este enfoque de la locomoción humana se puede potencializar una comprensión del cuerpo humano con un funcionamiento mecánico, el cual se puede optimizar a su máximo, para esto se trabaja con dos sistemas humanos los cuales son: óseo y muscular, ya que estos permiten evidenciar de una forma muy visual muchos conceptos de la física que actúan en nuestro cuerpo. Estos sistemas son propuestos por la National Association for Sport and Physical Education (NASPE) y la Biomechanics Academy, en su búsqueda por solucionar algunos de los algunos problemas planteados con anterioridad.

Los dos sistemas son conceptos claves en esta investigación, ya que gracias a estos podemos explicar varias funciones que cumple nuestro cuerpo al momento de realizar una actividad y las razones de múltiples lesiones que se pueden llegar a generar por una mala postura o un mal movimiento, como lo expone Aedo y Bustamante (2008) en su trabajo: Conceptualización de la Biomecánica Deportiva y Biomecánica de la Educación Física. Se toma la decisión de abordar este enfoque, ya que en la institución educativa en la cual se realiza la investigación, las estudiantes presentan un gran interés por el deporte y han ganado múltiples reconocimientos en esta área. De esta manera, se trata de hallar un punto en el cual se conecte la

biomecánica y una buena comprensión del cuerpo humano, y se pueda favorecer en las estudiantes la interiorización de conocimientos al darle sentido en prácticas deportivas.

De este modo buscamos mejorar la interpretación y la relación de aspectos motrices y fisiológicos del cuerpo humano para lograr una vinculación de las ciencias naturales con el deporte, para así facilitar la comprensión de muchos conceptos relacionados con la biomecánica.

## **1.2. Problema y pregunta de investigación**

La educación científica en el país es orientada por varios documentos expedidos por el Ministerio de Educación Nacional, entre ellos los lineamientos curriculares, los estándares básicos de competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA). Dada su importancia como directrices nacionales, en esta investigación se realizó una revisión de la forma como se asume el tema de la locomoción humana en dichos documentos.

En los DBA pertenecientes al área de Ciencias Naturales de todos los grados de educación básica y media, no se alude a la locomoción humana, tampoco se definen los movimientos que esta realiza. En cuarto grado, los DBA establecen la importancia de la enseñanza de máquinas simples, fuerzas y cambios en movimientos de objetos que están sujetos a fuerzas, los cuales son conceptos afines con temas tratados en esta investigación, al igual que las relaciones existentes entre células, tejidos, órganos y sistemas, que son planteados para su estudio en grado quinto.

De igual forma, al revisar las mallas curriculares del área de Educación Física de esta institución, porque hasta el momento no existen los DBA para esta área, encontramos que desde el grado tercero se empieza a mencionar las formas básicas del movimiento humano y el desarrollo de habilidades motrices básicas. Para grado sexto, según las mallas curriculares, se identifican principios fisiológicos que permiten la realización de algunas acciones motrices

básicas, además de ejecutar diferentes gestos técnicos básicos para la práctica de algunos deportes individuales y de conjunto para alcanzar un buen desempeño.

En los estándares básicos de competencias de Ciencias Naturales no se explicita una conexión relevante entre la enseñanza de ciencia, el movimiento, los análisis físicos (mecánicos) y las prácticas deportivas, en la que se analice el cuerpo humano, para así poder entender el funcionamiento de este.

Esta situación puede repercutir en la forma de presentar la enseñanza de la locomoción humana en la educación secundaria, la cual no profundiza, ni da relevancia a algunos conceptos vinculados a la biomecánica. A pesar de que los conceptos de locomoción humana y la biomecánica, tienen una mínima presencia en diversas áreas del currículo, pueden ser contemplados en una posible unidad didáctica desde las ciencias biológicas y físicas, en diferentes grados de escolaridad, donde regularmente se plantea la enseñanza desde la exposición de los sistemas musculares, óseo, nervioso y patrones motores, entre otros, de forma aislada y fragmentada. Argumentando esta postura López (2012) señala que: “aparecen múltiples factores que interactúan de una manera tal cual no son aislables, reducibles y por ende no pueden ser descritos y explicados simplemente por enfoques parciales de distintas especialidades que los estudian de forma independiente” (p.372). Buscando destacar la importancia de estudiar esta temática de forma integrada.

En el caso específico de la Institución Educativa San Juan Bosco, el tema de la locomoción humana, se incluye en el plan de área de Ciencias Naturales de grado séptimo; no obstante, su forma regular de instrucción, no se ajusta a una propuesta de enseñanza que considere condiciones del contexto, por ejemplo su tradición deportiva, o el planteamiento de situaciones como tareas cognitivas que le den sentido a los conceptos estudiados; igualmente,

tampoco se aborda desde posibles relaciones entre la biología y el deporte. Para la enseñanza de dichas temáticas es necesario revisar métodos y formas de enseñanza para mejorar dicha formación.

En la literatura revisada se encontró que los estudiantes presentan dificultades en el aprendizaje de la locomoción humana y la biomecánica, considerando los conceptos como difíciles de aprender (Marques, Salvador y Moreira, 2010). Los temas relativos a la biomecánica son de bajo nivel de comprensión y asimilación por parte de los estudiantes de secundaria; cuando se les presenta este tipo de contenido de biología, se sienten preocupados o desmotivados, ya que no logran superar los bajos resultados en las evaluaciones, siguiendo la idea de Marques, Salvador y Moreira, (2010). La mayoría de los estudiantes no son capaces de aplicar lo que se les enseña, aprenden de forma reproductiva, de memoria y eso se evidencia en el momento de demostrar los conocimientos adquiridos.

De acuerdo con Nodal (2010), algunas dificultades relacionadas al aprendizaje de la biomecánica son: no hay un claro dominio de los conceptos más básicos por parte de los estudiantes en relación con esta disciplina, dada esta situación no alcanzan los aprendizajes y habilidades del campo de la biomecánica, tampoco un pensamiento crítico para el análisis de las cuestiones estudiadas cercanas al estudiante. Por esto, los estudiantes no están muy preparados para analizar con éxito situaciones ligeramente distintas a las estudiadas en clases. De igual manera, los docentes también presentan dificultades a la hora de enseñar biomecánica, puesto que la misma exige tiempo para su planificación. En consecuencia, sólo se aspira a lograr en el alumno un nivel de asimilación de los contenidos del tema, de tipo reproductivo.

Otra gran dificultad en el aprendizaje de la locomoción humana y de algunos conceptos asociados con el tema, está relacionada con los medios que se utilizan para la enseñanza de estos.

Los libros de textos se presentan como el principal instrumento a la hora de iniciar este proceso de formación, y a estos le subyace una propuesta didáctica. Un ejemplo son los libros de hipertextos de Santillana para el grado séptimo, en estos textos el enfoque de ilustración se direcciona a enseñar cómo se estructura el cuerpo, pero bajo conceptos aislados y en desunión, poco basados en el contexto, ni tampoco en grupos de conceptos que respondan a situaciones afines a los estudiantes. Los libros de texto escolares no dedican especial atención a desarrollar las temáticas del movimiento humano, su presentación está centrada en sistemas y no tanto en el funcionamiento, en estos, aparecen simples clasificaciones, siendo notable la falta relación de la forma y la función, es decir, se clasifican y se enseñan sin objetivos que integren toda la temática.

Es necesario destacar que la biomecánica estudia las leyes del movimiento de los sistemas vivos, a partir de la biología y la mecánica, pero también está íntimamente ligada al campo deportivo. La actividad deportiva podría tener gran repercusión en la enseñanza de la biomecánica. Esta articulación biología-deporte, podría favorecer el aprendizaje de la biomecánica en los estudiantes, al replantear la forma tradicional de enseñanza de esta disciplina. Consideramos necesario interrelacionar la base teórica con otras habilidades, capacidades y hábitos que presentan los estudiantes para que se motiven y comprendan el tema. Por lo cual, consideramos necesario empezar a cambiar la forma cómo los contenidos relacionados con la biomecánica se orientan en la escuela. Por lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente pregunta de investigación.

¿Cómo expresan los estudiantes de grado séptimo de la Institución Educativa San Juan Bosco aprendizajes del campo conceptual de la Biomecánica referida a la locomoción humana cuando se les presentan situaciones que vinculan la ciencia y el deporte?

### **1.3. Objetivos de investigación**

Se plantean los siguientes objetivos de investigación tanto general como específicos en concordancia con la pregunta.

#### **1.3.1 Objetivo general.**

Analizar algunos aprendizajes del campo conceptual de la biomecánica referida a la locomoción humana que construye un grupo de estudiantes de grado séptimo de la I. E. San Juan Bosco, cuando resuelven situaciones que vinculan Ciencias Naturales y el deporte.

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- Indagar los conocimientos previos del campo conceptual de la Biomecánica que presentan las estudiantes al afrontar situaciones sobre la locomoción humana que demandan el uso de aprendizajes conceptuales y representaciones asociadas a los conceptos.
- Identificar posibles avances a nivel conceptual y representacional que logran las estudiantes sobre el campo conceptual de la Biomecánica en situaciones que articulan saberes de la ciencia y el deporte.
- Determinar las potencialidades y debilidades del abordaje del campo conceptual de la Biomecánica para promover aprendizajes de las ciencias naturales en relación con la actividad deportiva.

## **2. Marco referencial**

En este capítulo se presentan algunos antecedentes que exploraron propuestas similares, de igual forma, se exponen los referentes teóricos que fundamentan el proyecto de investigación.

### **2.1. Antecedentes**

Este trabajo busca interpretar los aprendizajes de conceptos y representaciones básicos de la biomecánica centrándose en la locomoción humana, mostrando con la ayuda de investigaciones, artículos, entre otros, la razón de ser de esta investigación.

#### **2.1.1 Dificultades en el aprendizaje de conceptos relacionados a la Biomecánica.**

Una de las investigaciones realizadas con estudiantes de pregrado es la de Marqués, Salvador y Moreira (2010) en una diplomatura en educación física, de una Universidad ubicada en Porto Alegre, Brasil, quienes plantean el objetivo de identificar las dificultades al momento del aprendizaje de la biomecánica con un enfoque en la física desde la cinética y cinemática. Para esto, los investigadores se basaron en la solución de ejercicios sacados de libros de texto, que arrojaron múltiples resultados, que ellos denominaron dificultades de orden conceptual y dificultades de tipo procedimental, en las cuales se demostró la necesidad de tener un rumbo diferente de enseñanza. También, en esta investigación se evidenció que muchos docentes que trabajan la biomecánica como una asignatura universitaria, toman conceptos biológicos y matemáticos para realizar ejercicios de libros de textos, lo que ha generado en los estudiantes desmotivación, ya que los conceptos extraídos tienden a ser demasiado complejos y poco aplicables.

En relación con la educación superior, los investigadores Marques, Salvador y Moreira (2010) identificaron también, que: “todavía hay una creencia de que la Biomecánica es una rama del conocimiento científico al servicio únicamente del deporte de alto rendimiento, razón por la

cual sería desechada de la Educación Física Escolar” (p. 686). Esto repercute, que en efecto en la revisión de la literatura la biomecánica aparece relacionada directamente al deporte de alto rendimiento y es el área temática con el mayor número de investigaciones, pero se resalta que este no es el único campo de esta disciplina, y que se puede utilizar por profesores de educación básica, sin la necesidad de relacionar la biomecánica con el deporte de alto rendimiento.

De acuerdo con lo anterior, se plantea la necesidad latente por mejorar la conceptualización referida a estas temáticas desde edades más basales, para de este modo aumentar la comprensión sobre el cuerpo humano en estudiantes de educación secundaria.

### **2.1.2 Importancia del estudio de la Biomecánica.**

Es relevante el estudio de la biomecánica, como lo declara la profesora Yuly Sánchez del Departamento de Física de la Universidad Nacional, y organizadora del evento “La biofísica en la escuela” manifestando a la agencia de noticias de la UNAL que “su principal objetivo es esparcir conocimientos de esta ciencia en todos los niveles. Los estudiantes aprenden que pueden resolver un problema engranando física, química y biología”. Universidad Nacional, (2016, p. 1), Agencia de Noticias Universidad Nacional. Reflejando el interés ya existente por enseñar de física, química y biología interdisciplinariamente. Este evento se realiza con estudiantes de décimo y undécimo grado del Instituto Pedagógico Ramírez Montufar –IPARM- de la Universidad Nacional, a quienes les enseñaron cómo pueden aplicar la ciencia para su vida cotidiana, todo esto formaba parte de la semana de la Biofísica.

La biomecánica por su carácter interdisciplinar entre física y biología, “permite apreciar nuevos horizontes de los objetos de estudio al ser tratados con mayor una amplitud desde todas las perspectivas posibles” (López, 2012 p. 371-372). La interdisciplinariedad posibilita el abordaje de problemas que no son reducibles a una disciplina, pudiendo abarcar otras

perspectivas de conocimiento y ahondar en su complejidad, como lo plantea Aiziczon y Cudmani (2012) del Departamento Biomecánico de la Facultad de Medicina y del Instituto de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) de Argentina, en una investigación que se realiza en los primeros años de la carrera de enfermería, quienes diseñan y evalúan construcciones metodológicas en clases de biofísica referidas a la hidratación y fenómenos relacionados con el “mal de altura”; los investigadores crearon dos casos clínicos relevantes y cotidianos para la vida de los estudiantes, buscando una perspectiva de prevención y promoción de la salud (Aiziczon y Cudmani, 2012).

En el mismo sentido, López (2012) argumenta:

Así pues, los estudios interdisciplinarios necesitan esfuerzo y dedicación por parte de los propios investigadores, deben estar abiertos al diálogo con las demás disciplinas y no querer imponerse y dominar a otras disciplinas, las cuales se creen menos importantes o no se les preste tanta importancia. Así el hombre debe ser estudiado desde los diferentes puntos de vista, y los investigadores deben conseguir una interdisciplinariedad verdadera y no solamente en la teoría (p. 374).

Nuestra investigación asume la interdisciplinariedad articulando las disciplinas de biología y física en un campo conocido como la biomecánica, para enseñar conceptos de ambas a estudiantes de séptimo grado y cómo pueden ser aplicados en sus prácticas deportivas. Así se podrá abordar la locomoción humana desde diferentes puntos de vista articulados y no fragmentada, quedándonos con una pequeña porción del conocimiento, como lo menciona López (2012). Se trata de potenciar la enseñanza del tema al considerar su interdisciplinariedad, no pretendemos disminuir su dificultad, pero si aumentar el contenido interespecífico que le estamos brindando a nuestros estudiantes. Por ejemplo, los educandos podrían intentar

interiorizar y/o utilizar reflexiones como la reportada en el estudio realizado por Barreto, Villarroya-Apricio y Calero (2017) en un artículo publicado en la Revista Cubana de Investigaciones Biomecánicas, en la cual se plantea “la duración del ciclo de la marcha atlética es significativamente menor al de la marcha normal, debido a la disminución del tiempo de apoyo, tras el apoyo del talón se produce un desplazamiento rápido de la carga al antepié” (Barreto, Villarroya-Apricio y Calero, 2017, p.17). Este análisis cinemático forma parte de una investigación propiamente biomecánica con análisis cinéticos, en los cuales por medio de la utilización de la física y la biología se logran optimizaciones en las prácticas deportivas.

Según Aguado (1993), “en las clases de educación física se suelen plantear un buen número de problemas cuya solución puede estar en la biomecánica [...] y cuyas soluciones debería conocer el profesor, ya que, sin lugar a dudas, redundaran en un aprendizaje más eficaz” (p.29). Esta cita refleja la importancia de abordar estos tipos de conocimientos en la escuela actual, y demarca la necesidad de que los docentes también tengan comprensión de ellos. Aguado (1993) en su libro Eficacia y Técnica Deportiva Análisis del Movimiento Humano, resalta el propósito de “brindar una biomecánica que permita analizar el movimiento humano desde la educación física, con contenido orientado a situaciones prácticas en el campo de la motricidad” (Aguado, 1993, p.178). Siendo una herramienta fundamental para docentes, no únicamente de educación física, si no, de las múltiples áreas en las que se pueda abordar los movimientos humanos, que, para el caso de esta investigación, es la locomoción humana.

Tal vez a los atletas, que habitualmente siguen planes de entrenamiento establecidos, no les parezca demasiado útil esta disciplina, cuya aplicación dejan al entrenador o a científicos. Para ellos, no obstante, una biomecánica compuesta por una serie de sencillos principios podría contribuir a seleccionar su mejor plan de entrenamiento y su mejor

técnica deportiva, con los que conseguir mejores marcas. Así mismo, estos conocimientos podrían ayudarles a evitar algunas lesiones, frecuentes en deportes de alto nivel” (Aguado, 1993, p.30).

Es significativa la importancia que posee este planteamiento, ya que recoge la esencia de nuestros objetivos de investigación demostrando el potencial de la biomecánica para instituciones educativas con características similares a la Institución Educativa San Juan Bosco que posee una tradición deportiva muy demarcada en sus estudiantes.

## **2.2. Fundamentación teórica**

### **2.2.1 Teoría de los Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud.**

Este trabajo de investigación se fundamenta en la teoría de los Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud, propuesta en 1990. Para este autor el conocimiento se encuentra organizado en campos conceptuales y para dominarlo requiere de tiempo que implican madurez en el aprendizaje a partir de la experiencia. Un campo conceptual se entiende como “un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones del pensamiento, conectados unos a otros y probablemente, entrelazados durante el proceso de adquisición” (Moreira, Caballero y Vergnaud, 2009, p. 29)

De acuerdo con la Teoría de Campos Conceptuales “la conceptualización forma parte integrante de la organización de la actividad, donde el concepto de esquema, asociado a una clase de situaciones contiene necesariamente conceptualizaciones explícitas” (Moreira, et al, 2009, p. 19). Al generar relaciones y situaciones problemas frente a un tema se desarrolla la conceptualización, lo cual implica para la enseñanza de conceptos científicos, un planteamiento y una organización de secuencias de situaciones propias de un determinado campo conceptual para proponer a los estudiantes.

El aprendizaje y la experiencia tiene como base los conocimientos generados en la acción (Moreira, et al., 2009), lo que permite que se vaya construyendo un campo conceptual, a partir de la interacción entre los esquemas que tienen las personas y las situaciones, planteadas como tareas cognitivas que ofrecen retos en la búsqueda de alternativas de solución. En esta interacción se van construyendo significados y representaciones asociadas a los conceptos involucrados en dichas situaciones y problemas, siendo estas las que posibilitan ganar significancia y sentido a un concepto. Entendido este:

Un triplete de tres conjuntos, el primero hace referencia a las situaciones que le dan sentido al concepto, el segundo a los invariantes operatorios que estructuran los esquemas de pensamiento asociados a estas situaciones y el tercero asociado al sistema lingüístico o símbolos que permitan representarlo (Cardona, 2014, p.77).

Se asume en este estudio la biomecánica como campo conceptual que, para Aguado (1993), “es una disciplina que utiliza principios y métodos de la mecánica (que forma parte de la física) para el estudio de los seres vivos teniendo en cuenta las peculiaridades de éstos” (p.30). Relacionando el conocimiento biológico con un funcionamiento mecánico, y trabajando bajo la peculiaridad de buscar explicar el porqué de una serie de movimientos, potenciar estos o simplemente reducir el riesgo de una lesión.

### **2.2.2 Fisiología y anatomía humana.**

La anatomía y la fisiología, estudian las funciones y la forma del cuerpo, respectivamente. “La anatomía se define como el estudio de la estructura de un organismo y de la relación entre sus partes” (Thibodeau y Patton, 2007, p. 5). Por otro lado, la fisiología trata las funciones del organismo vivo y de sus partes. Para el estudio de la estructura y la función del cuerpo humano, se debe pensar en cómo están organizadas las partes, para que encajen entre sí y

funcionen eficazmente. Para ello, se puede hablar de un nivel sistémico anatómico y fisiológico del cuerpo humano, por ejemplo, el sistema muscular y esquelético.

El conocimiento de la anatomía y la fisiología nos permiten comprender, cómo respiramos, cómo digerimos, cómo nos reproducimos, cómo se contraen los músculos, cómo viajan los impulsos nerviosos de una parte del cuerpo a otra permitiendo movernos.

El movimiento, permite la supervivencia en el ser humano, ya que debemos conseguir alimento, defendernos, buscar protección y crear herramientas para lograr sobrevivir. De acuerdo a Thibodeau y Patton (2007), “muchos sistemas del cuerpo desempeñan cierto papel en la realización del movimiento, pero lo que realmente produce la mayor parte de los movimientos corporales es la actuación conjunta de los sistemas esqueléticos y muscular” (p. 224). Los huesos, las articulaciones y los músculos en conjunto hacen posible el movimiento.

#### Sistema muscular

El sistema muscular está conformado por las células musculares esqueléticas la cuales poseen ciertas características que les permiten funcionar. Thibodeau y Patton (2007) definen las siguientes funciones para estas células:

Tienen la capacidad de ser estimuladas, denominada excitabilidad. Estas células son excitables, por lo que pueden responder a los mecanismos reguladores, por ejemplo, los impulsos nerviosos. La contractibilidad de las células musculares, es la capacidad para contraerse o acortarse, permite a los músculos tirar de los huesos, produciendo así el movimiento. La distensibilidad, es decir, la capacidad de extenderse o estirarse, les permite recuperar su longitud de reposo tras haberse contraído (p. 225).

Cada fibra muscular esquelética es independiente de todas las demás, todas configuran los músculos, los cuales están formados por haces y haces de fibras musculares, que se

mantienen juntos por el tejido conjuntivo fibroso. El movimiento no es la única función de los músculos, también tienen funciones como la postura, que “permiten estar de pie, sentarse y otras posiciones del cuerpo” (Thibodeau y Patton, 2007, p. 224), igualmente, la producción de calor puesto que las contracciones del músculo son parte fundamental del mecanismo que mantiene la temperatura del cuerpo regulada (homeostasia) y, por último, el movimiento que también es producido por las contracciones del músculo.

#### Sistema óseo

Existen unos tejidos esqueléticos que están organizados para formar los huesos. Por consiguiente, el hueso es un tejido rígido desde un punto de vista físico, le “permite ejercer funciones de soporte y protección al cuerpo humano” (Thibodeau y Patton, 2007, p. 155). De acuerdo con los autores recién citados, los huesos realizan cinco funciones para una óptima función del organismo: “soporte, protección, movimiento, depósito mineral y hematopoyesis. Los huesos están agrupados para formar el sistema esquelético” (p. 159). Los huesos rígidos están enterrados en los músculos dando así soporte y forma al cuerpo como un todo. El movimiento solo es posible gracias a lo anterior, ya que los huesos se articulan entre sí y los músculos se unen a los huesos. Aunque su fortaleza obedece a “sales minerales inorgánicas cristalizadas, su flexibilidad está en relación a las fibras colágenas. Como las vigas de metal que refuerzan el concreto, las fibras colágenas y otras moléculas orgánicas proveen la fuerza tensil, resistencia al estiramiento o la ruptura” (Tortora y Derrickson, 2011, p.173). Al centrar la atención en el funcionamiento mecánico, los anteriores autores, permiten una conceptualización más amplia de este concepto, accediendo a ser más descriptivos y minuciosos en sus argumentos y explicaciones.

Por otra parte, Thibodeau y Patton (2007) describen el movimiento humano afirmando que los huesos actúan como palancas con sus articulaciones. Los músculos se anclan firmemente a en los huesos y cuando se contraen y encogen, tiran de los huesos, imprimiendo así movimiento en la articulación. Esta es un punto de contacto entre los huesos. “Los posibles tipos de movimiento de las articulaciones dependen de la forma de las superficies articulares de los huesos y de la posición de los ligamentos articulares, de los músculos y tendones próximos” (Thibodeau y Patton 2007, p. 208). Permitiendo así el movimiento entre estos, ya sea por la extensión o flexión de los músculos.

### **2.2.3 Biomecánica del cuerpo humano.**

#### Palancas óseas

Para comprender la biomecánica del cuerpo, es fundamental conocer el tema de palancas óseas. “Desde el punto de vista técnico, una palanca es una barra rígida que oscila sobre un punto de apoyo (fulcro) debido a la acción de dos fuerzas contrapuestas (potencia y resistencia)” tomado de [aprendeenlínea.udea.edu.co](http://aprendeenlínea.udea.edu.co). Definiendo este concepto en función de la ubicación espacial de sus componentes, las palancas pueden ser clasificadas en tres grados: “La palanca de primer grado permite situar la carga a un lado del fulcro y el esfuerzo al otro. Esto hace que la potencia y la resistencia tengan movimientos contrarios cuya amplitud dependerá de las respectivas distancias al fulcro” tomado de [aprendeenlínea.udea.edu.co](http://aprendeenlínea.udea.edu.co). Esta se utiliza cuando se busque invertir el sentido del movimiento manteniendo la amplitud del movimiento. La palanca de segundo grado “permite situar la carga entre el fulcro y el esfuerzo. En este tipo de palanca, el brazo de potencia siempre es mayor que el de resistencia y, en consecuencia, el esfuerzo menor que la carga” tomado de [aprendeenlínea.udea.edu.co](http://aprendeenlínea.udea.edu.co). Aquí ganamos una ventaja mecánica con la cual podemos vencer resistencias muy grandes con muy poca potencia, y por último la palanca

de tercer grado “permite situar el esfuerzo entre el fulcro y la carga. El brazo de la resistencia siempre es mayor que el de potencia y, en consecuencia, la potencia es mayor a la resistencia” tomado de [aprendeenlínea.udea.edu.co](http://aprendeenlínea.udea.edu.co). Al contrario de las palancas de segundo grado estas no poseen una ganancia mecánica por ende necesitamos una potencia muy alta para vencer resistencias muy pequeñas, pero la carga siempre se puede desplazar más que la potencia.

#### **2.2.4 Interdisciplinariedad.**

La interdisciplinariedad constituye un marco importante de referencia sobre la educación en ciencias e investigación, desde el campo educativo se entiende la interdisciplinariedad como una oportunidad de educar estudiantes y ciudadanos polivalentes, que puedan responder de una forma adecuada a los distintos escenarios sociales. Situaciones y demandas sociales que van en grado de complejidad y diversidad. Como lo menciona López (2012) “la realización de estudios interdisciplinarios constituye una preocupación importante por parte de las universidades a la hora de dar al educando una formación de calidad, integra y holística que solo se consigue mediante la educación interdisciplinaria” (p. 368) Siendo así, esta, sería fundamental al momento de enseñar las diferentes disciplinas.

### **3. Propuesta pedagógica**

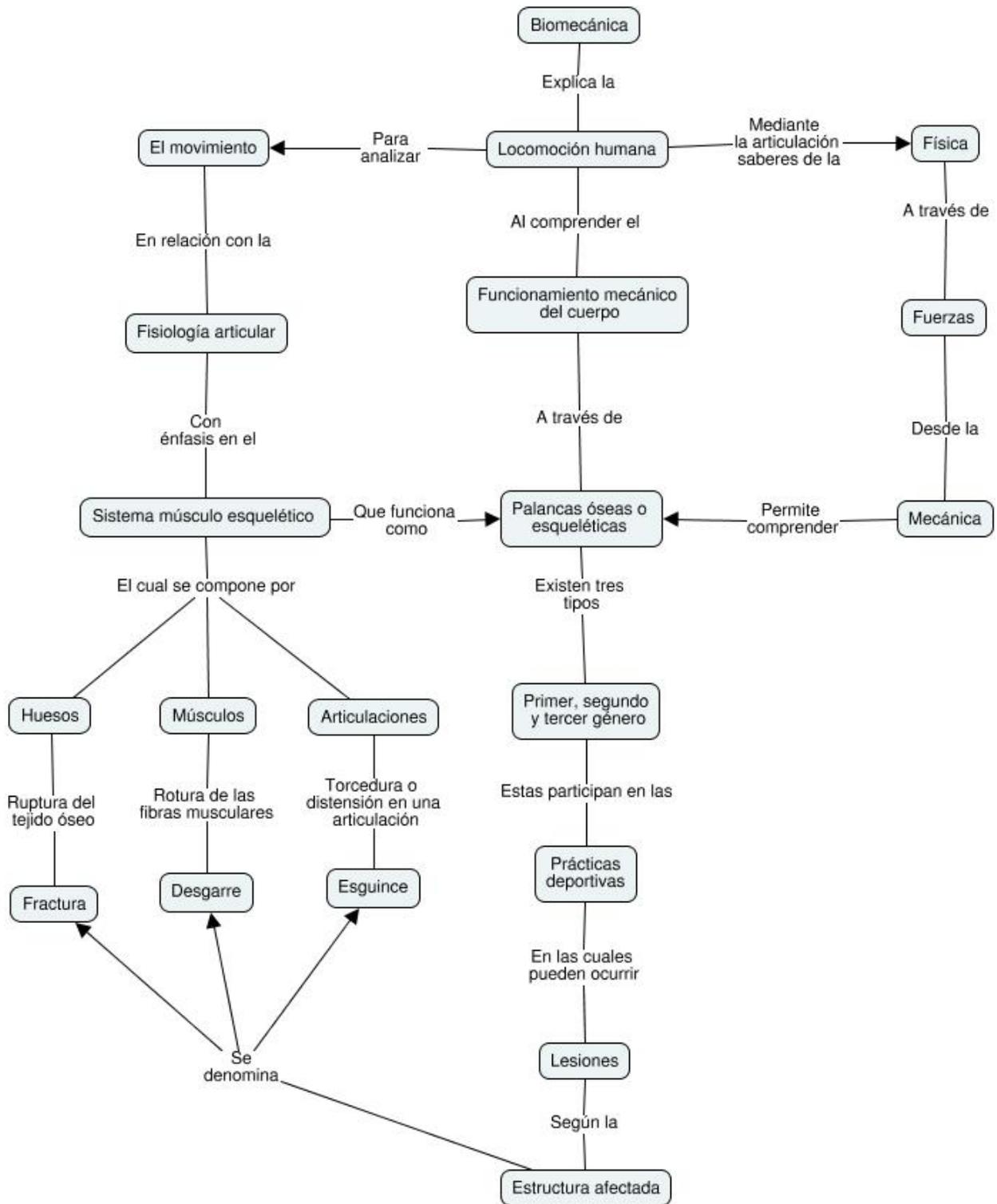
En este capítulo se presenta la propuesta de intervención desarrollada en el aula de clase, igualmente, la configuración del campo conceptual sobre la biomecánica del cuerpo humano delimitado para este estudio. También se explica el diseño de la unidad didáctica implementada en las clases, en el contexto de la práctica pedagógica de tres maestros en formación de la licenciatura en Educación Básica con Énfasis Ciencias Naturales. Por último, se explicitan el conjunto de situaciones problema implementadas en las clases, sobre la fisiología, el funcionamiento mecánico y el deporte.

### **3.1. Conceptos y relaciones del objeto de estudio**

Para empezar, se elaboró un mapa conceptual (figura 1) que abarcó cuestiones del movimiento humano, siendo importante la introducción de la fisiología humana y el sistema músculo esquelético que soporta e interviene en el movimiento del cuerpo humano. También se integraron los conceptos de palancas, orientados al sistema de palancas óseas del cuerpo humano, su estructura y funcionamiento, también las posibles afectaciones de estos sistemas como lo son las lesiones, en un contexto de prácticas deportivas. Según Cardona (2014), para abordar una enseñanza con base en campos conceptuales, es importante partir de la elaboración de un mapa conceptual para “representar los conceptos y relaciones que serán objeto de enseñanza teniendo en cuenta el grado de escolaridad y el dominio conceptual de referencia” (p.99).

La propuesta se diseñó con base en un conjunto de situaciones, que den sentido a los conceptos y relaciones entre los conceptos mencionados y el contexto deportivo de las estudiantes participantes. A su vez, las situaciones fueron planteadas en un grado de complejidad ascendente, para familiarizarlas con el enfoque biomecánico. Partiendo de esta intencionalidad se buscó procurar que el estudiante progresará en su conceptualización sobre la locomoción humana. A continuación, el mapa conceptual de referencia basado en el área de la biomecánica.

Figura 1. Mapa conceptual de referencia.



### **3.2. Configuración del campo conceptual**

Fundamentados en la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud y partiendo de una intencionalidad pedagógica en el marco de una enseñanza de la locomoción humana desde un enfoque biomecánico; entendiendo este como el funcionamiento mecánico del cuerpo biológico, se consideró necesario delimitar un campo conceptual donde el concepto de movimiento se contextualice; estrategia que puede potencializar en el estudiante la construcción de un campo de conocimiento sobre su cuerpo y el movimiento. Por esto, se buscó diseñar una propuesta que amplíe la concepción de una sola disciplina, estableciendo un vínculo entre varias áreas de conocimiento. En el marco de la teoría de referencia, un campo conceptual es la vinculación de problemas y situaciones que requiere de conceptos, procedimientos y representaciones de tipos diferentes, pero intrínsecamente congruentes (Moreira, 2009).

Se precisa un campo conceptual que abarque cuestiones del movimiento humano, siendo importante la introducción de la fisiología humana y el sistema músculo-esquelético que soporta e interviene en el movimiento del cuerpo humano. También se integran los conceptos de palancas, orientados al sistema de palancas óseas del cuerpo humano, su estructura y funcionamiento, de igual forma, las posibles afectaciones de estos sistemas como lo son las lesiones, todo aplicado en prácticas deportivas.

El campo conceptual se configura (tabla 1) con base en un conjunto de situaciones, de conceptos y de relaciones asociadas a los conceptos en el contexto deportivo de las estudiantes participantes. A su vez, las situaciones fueron planteadas en un grado de complejidad ascendente, para familiarizar las estudiantes con el enfoque biomecánico. Partiendo de esta intencionalidad, se busca procurar que el estudiante progrese en sus significados. Posteriormente, se realizó un cuadro que representó el campo conceptual, en este se incluyeron las situaciones como tareas

cognitivas que requieren de una serie de conceptos, relaciones entre conceptos, representaciones y procedimientos para resolverlas.

*Tabla 1.* Campo conceptual de Biomecánica.

<b>Clase de situaciones</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Relaciones entre conceptos</b>	<b>Representaciones</b>	<b>Procedimientos</b>
1) Reconocimiento de las estructuras y sistemas internos que intervienen en el movimiento.	Sistema músculo esquelético. Hueso, Músculo, articulación, tendones y ligamentos	Los músculos se relacionan internamente con el esqueleto y las articulaciones, los cuales forman parte del sistema músculo esquelético.	Dibujos y esquemas de las partes internas del cuerpo que intervienen en el movimiento.	Reconocer y asociar las estructuras internas relacionadas con el movimiento en modelos externos.
2) Comprensión de la fisiología en el movimiento humano y sus alteraciones.	Locomoción, esquema motor, movimiento, lesión, Deporte.	Los sistemas trabajan en conjunto para cumplir funciones fisiológicas en los seres vivos.	Dibujos y esquemas físicos del cuerpo en movimiento.  Ejecución de movimientos y prácticas deportivas	Realizar diferentes movimientos tanto cotidianos como deportivos, donde las estudiantes hagan introspección con los sistemas del cuerpo.
3) Comprensión del cuerpo con funcionamiento mecánico.	Palancas, Palancas óseas, fuerzas. Diagrama de fuerzas	Las estructuras internas que permiten el movimiento del cuerpo humano son los huesos, los músculos, los tendones y los ligamentos los cuales conforman las palancas óseas.	Dibujos, esquemas, diagramas que expresan conexiones entre las estructuras de comportamiento mecánico con las palancas del cuerpo.	Utilizar el funcionamiento mecánico en la solución de situaciones.  Construir palancas con los conocimientos de la fisiología interna.

### **3.3. Diseño de la Unidad Didáctica**

La unidad didáctica se diseñó a partir de las situaciones consideradas en el campo conceptual que se configura para la enseñanza de la locomoción humana con base en la Teoría de los Campos Conceptuales y la disciplina científica de la biomecánica. Dichas situaciones se presentaban acompañadas de estrategias y actividades didácticas para favorecer en los estudiantes la comprensión de los conceptos.

En el diseño de la unidad didáctica que facilitó este proceso, se utilizó como punto de partida una adaptación de la visión del ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996) logrando un acercamiento con la Teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud (TCCV). Donde primero se indagó sobre unos conocimientos o ideas iniciales en las estudiantes y posteriormente una introducción y estructuración del campo conceptual basado en situaciones relacionadas con las experiencias de las estudiantes, para consecutivamente lograr una aplicación de los conocimientos incorporados, esclareciendo que el proceso de aprendizaje desde la teoría de los campos conceptuales se da en periodos extensos de tiempo. Se escogió una forma de diseñar una propuesta que diera lugar a intervenir con una secuencia de actividades planteadas como situaciones problema. (Ver anexo 1).

#### **4. Metodología de la investigación**

Este capítulo recoge el paradigma de investigación elegido, el método seleccionado para la investigación: estudio de caso instrumental, las estrategias y parámetros para la selección de los casos, los procesos para la organización de la información y también la forma escogida para el análisis de la misma.

##### **4.1. Paradigma de investigación cualitativo**

Este trabajo analiza algunos aprendizajes del campo conceptual de la Biomecánica referida a la locomoción humana que construyen las estudiantes a partir de situaciones abordadas desde una perspectiva deportiva. Para ello, se utiliza el enfoque de investigación cualitativo. De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2006) “El enfoque cualitativo se define como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, lo transforman y lo convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos” (p.9). Este tipo de estudio se basa en el registro de información la cual busca conocer los puntos de vista y percepciones de las participantes de acuerdo a sus experiencias, para ello es indispensable las interacciones entre los individuos. El interés de esta investigación está centrado en analizar algunos aprendizajes del campo conceptual de la biomecánica referida a la locomoción humana que las estudiantes construyen, para cumplir dicho objetivo, el diseño metodológico cualitativo es el más acorde ya que nos permite acercarnos a la realidad, a los significados y a las explicaciones con el fin de describirlas, observarlas, narrarlas y comprenderlas en relación con procesos de construcción social de conocimiento.

##### **4.2. Método: Estudio de caso**

El método empleado para este trabajo es el estudio de caso, el cual es planteado por Robert Stake (1999) como “el estudio de la particularidad y la complejidad de un caso singular

para llegar a comprender su actividad en circunstancias concretas” (p.11). Siendo el punto principal del método “es describir e interpretar los fenómenos educativos a partir de estudios particulares para generar respuestas a través de un análisis del contexto natural y la comprensión y descripción de determinado fenómeno dentro del escenario de investigación” (p.11). Dicho estudio de caso tiene un enfoque descriptivo y holístico, pues registra de forma descriptiva diferentes tipos de información como los cuestionarios y las entrevistas y partimos de una descripción contextualizada en los análisis del objeto de estudio.

Para Stake (1999) los estudios de caso se clasifican en intrínseco, instrumentales y colectivos. El intrínseco busca estudiar unas particularidades ya existentes en ese caso; instrumental, aquí el estudio de caso no son las especificidades de los sujetos, sino que se utiliza como estrategia para comprender un tema determinado, y finalmente estudio de caso colectivo, donde no se asume un caso particular sino varios. En relación con el objetivo de investigación nuestro caso es instrumental, dado que la pretensión es comprender e interpretar las construcciones conceptuales referidas a la biomecánica por parte de las estudiantes participantes.

#### **4.3. Participantes y criterios de selección**

El caso a estudiar, son los enunciados construidos por un grupo de 4 estudiantes del grado séptimo con un promedio de edad de 12-13 años, la mayoría de las estudiantes residen en el barrio Campo Valdés. Han demostrado momentos de mucha curiosidad y asombro por los temas que se tratan en la clase. La actitud es un factor crucial en el aula de clase, aunque pueden llegar a tener autocrítica de su comportamiento. La mayoría de las estudiantes consideran el deporte como un aspecto importante en su tiempo escolar y libre.

Para la selección de participantes, se tuvo en cuenta varios criterios como:

- Participación en todas las actividades e intervenciones

- Presentar interés por el aprendizaje de las ciencias naturales
- Manifestar interés por la actividad deportiva

#### **4.4. Descripción del contexto**

La investigación se desarrolló en la Institución Educativa San Juan Bosco, establecimiento público y de carácter femenino. El Decreto 0900 del 26 de julio de 2002, emanado de la Gobernación del Departamento, crea la Institución Educativa San Juan Bosco, por lo tanto, desde ese año es financiada y gestionada por la Gobernación de Antioquia. A su vez, es una institución de costumbres religiosas, debido a su tradición salesiana, pues el colegio hace parte de la familia salesiana de la ciudad de Medellín.

La institución educativa se encuentra ubicada en el barrio Campo Valdés, en el nororiente de la ciudad, en un sector estratégico; característica que le permite acoger a estudiantes de barrios cercanos como Aranjuez, Manrique, Moravia, Miranda, y en menor medida de Prado Centro, Villa Hermosa, Popular y Santa Cruz. La institución imparte todos los niveles de educación básica y media, los cuales están distribuidos 1002 estudiantes en dos jornadas, mañana y tarde. Una de las particularidades de la institución, a parte de su historia salesiana, es la organización de actividades extracurriculares que realiza, en las cuales participan las estudiantes, siendo los deportes el eje central de sus preferencias. Esta institución educativa ha desarrollado una tradición deportiva importante, las estudiantes cuentan con una alta participación en diferentes disciplinas deportivas con el apoyo del INDER y las cuales están sustentadas desde la conformación del Club Deportivo San Juan Bosco, dentro de estas podemos mencionar: Balonmano, Basquetbol, Voleibol, Hockey sobre césped, fútbol de salón, porrismo, entre otros.

#### **4.5. Estrategias para el registro de información**

Esta investigación se realizó en dos etapas; en la primera se indagó mediante cuestionarios los conocimientos iniciales de las estudiantes sobre la locomoción humana; en la segunda etapa durante un proceso que implicó la intervención pedagógica, se planteó una secuencia de situaciones en orden de complejidad creciente, en la perspectiva de tareas cognitivas, y se analizaron los posibles significados que las estudiantes construyeron para darle solución. A continuación, se describen cada una de las etapas.

##### **4.5.1 Primera etapa.**

En esta etapa se llevó a cabo la identificación de conocimientos iniciales que poseen las estudiantes frente al campo conceptual de la Biomecánica referida a la locomoción humana, por lo cual se propuso la implementación de constructos elaborados para la investigación, que permitió conocer las ideas, conceptos y representaciones que las estudiantes tienen frente a los conceptos relacionados a dicho campo.

##### **4.5.2 Segunda Etapa.**

En esta etapa se realizó la introducción de nuevos conocimientos en los ámbitos: conceptual y representacional, empleando actividades que involucraron situaciones relacionadas con los conceptos referidos al campo conceptual de la Biomecánica, con el fin de que las estudiantes del grado séptimo adquirieran mayores habilidades cognitivas y consolidaran conceptos y representaciones sobre la locomoción humana.

Este estudio utilizó diferentes técnicas para el registro de información durante las etapas mencionadas, tales como la observación, el cuestionario abierto, registro fotográfico y la entrevista semiestructurada, las cuales posibilitaron conocer las representaciones iniciales y durante la implementación de la propuesta pedagógica basada en situaciones teóricas y prácticas

sobre la biomecánica en las que participaron las estudiantes. A continuación, se describen las técnicas e instrumentos de la investigación.

La observación según Hernández Fernández y Baptista. (2006) “implica adentrarnos en profundidad a situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones” (p. 187). Su principal propósito se orienta a estudiar, interpretar y entender el escenario de investigación, las costumbres y otros factores que se encuentran inmersos en el contexto social como las interacciones que se dan entre las personas y las situaciones que se puedan presentar entre las mismas, así como reconocer dificultades y plantear hipótesis, que permiten nuevas investigaciones. Para utilizar esta técnica es importante tener en cuenta algunos elementos como: el ambiente físico, social y humano, las actividades que se llevan a cabo en el contexto, los instrumentos que utilizan los sujetos, los sucesos importantes que se presentan y las experiencias que narran las personas. Para aplicar esta técnica durante la investigación se tuvieron en cuenta algunos factores que posibilitaron establecer criterios de análisis como las características de los estudiantes, sus habilidades procedimentales, expresiones, estado de ánimo, actitudes negativas o positivas frente a las actividades a realizar y expectativas frente a las tareas propuestas.

El cuestionario abierto fue otro instrumento utilizado en esta investigación, el cual no delimita las respuestas u opiniones de los participantes, teniendo como ventaja proporcionar información más amplia y útil en la investigación y en situaciones donde se busca una opinión o comportamiento (Hernández Fernández y Baptista, 2006). En esta investigación se implementaron varios cuestionarios:

Los primeros cuestionarios correspondientes a la primera fase se implementaron en la primera etapa y tenían el propósito de indagar sobre los conocimientos previos que las estudiantes tenían sobre algunos conceptos y representaciones de biomecánica.

Cuestionario 1 “Pintando nuestro cuerpo”: Basado en una pregunta que demanda la construcción de una representación o dibujo con pintura en el brazo de la estudiante, donde mostraba las estructuras del cuerpo humano que intervienen en el movimiento y su relación.

Cuestionario 2 “Cómo es nuestro cuerpo”: Constaba de cuatro preguntas, de las cuales tres son abiertas y una de selección múltiple, cuyo objetivo era saber si las estudiantes reconocían las estructuras internas que conforman el cuerpo humano e intervienen en el movimiento, tales como los músculos, huesos y articulaciones.

Cuestionario 3 “¿Y cómo funciona nuestro cuerpo?”: Constaba de cinco preguntas, dos de las cuales se relacionan con la observación de imágenes y asociación de movimientos. El objetivo de este cuestionario era identificar si las estudiantes asociaban el desplazamiento humano con algunas estructuras internas de nuestro cuerpo.

Cuestionario 4 “El movimiento, la física y el deporte”: constaba de un párrafo sobre historia del deporte y nueve preguntas que van desde la definición del deporte, lesiones, hasta una indagación por el conocimiento sobre diagramas de cuerpo libre, con el objetivo de reconocer algunas falencias que poseen las estudiantes y que deban ser aclaradas antes de tratar el tema de biomecánica.

Cuestionario 5 “Las palancas, las fuerzas y el movimiento”: el cual constaba de tres preguntas que buscaban reconocer la biomecánica como área del conocimiento que integra nociones físicas y biológicas, asociadas a la locomoción humana. Cada situación estaba diseñada

para que las participantes representaran a partir de diagramas las fuerzas y palancas involucradas en ciertos movimientos.

Cuestionario 6 “Construyendo a Ana y Tommy”: Cuyo objetivo era explorar las representaciones que tenían los estudiantes, mediante la construcción con plastilina de la fisiología del brazo, ubicando estructuras de comportamiento mecánico que les permita a Ana y Tommy mover sus brazos.

Los siguientes cuestionarios correspondieron a la *segunda etapa*, se plantearon con el propósito de identificar progresiones en relación con los saberes iniciales que tenían las estudiantes. En esta etapa también se hizo un proceso pedagógico de enseñanza de nuevos conceptos y saberes propios del tema de Biomecánica.

Cuestionario 7 “Las lesiones y alteraciones del cuerpo humano, que afectan el movimiento”: Se componía de tres preguntas de tipo ¿qué pasaría sí? Cuyo objetivo era identificar un posible cambio en los significados de conceptos y representaciones que poseen de las estructuras internas y su funcionamiento.

Cuestionario 8 “Practicando algunos esquemas motores o patrones de movimiento”: Estaba constituido por tres preguntas las cuales consistían en identificar y modificar los esquemas básicos de movimientos en deportes como la marcha, el salto y la carrera, con el fin de mejorar la técnica.

Cuestionario 9 “Análisis biomecánico de nuestras prácticas deportivas”: Este cuestionario nombrado como “Análisis biomecánico de nuestras prácticas deportivas” consistía de situaciones implicadas en la física del cuerpo. A partir de una fotografía de las participantes cuando realizaban un gesto deportivo (voleibol) ubicaban en los vectores correspondientes a las fuerzas y las palancas que interactúan en dicho gesto.

Cuestionario 10 “Construyendo el brazo humano”: Constaba de una situación cuyo objetivo fue la construcción con plastilina de la fisiología del brazo, ubicando estructuras de comportamiento mecánico con especial énfasis sobre músculo, hueso, articulación y ligamentos; evidenciando la conexión y funcionamiento de dichas estructuras para el movimiento del brazo.

Cuestionario 11 “El funcionamiento mecánico de nuestro cuerpo”: Es un cuestionario que tenía tres preguntas para discutir sobre el funcionamiento mecánico del cuerpo humano y sobre algunas equivalencias sobre el funcionamiento de las maquinas, guardando distancia en la analogía y aclarando las diferencias entre cada uno.

Cuestionario 12 “Construyendo biopalanca”: Consistía en una situación de orden complejo, pues intentaba abarcar gran parte del campo conceptual de la biomecánica. Implicaba el diseño de una palanca del cuerpo con funcionamiento mecánico que permitiera ejercer un gesto deportivo.

La entrevista semiestructurada engloba una guía previa con preguntas estructuradas, pero con posibilidades de otras espontáneas, ya que en este tipo de entrevista se hacen preguntas abiertas dando la oportunidad de recibir más matices de la respuesta; permitiendo que se entrelacen temas. Es importante que el investigador mantenga la atención y escucha suficiente para introducir los temas que son de interés para el estudio, enlazando la conversación de una forma natural. A medida que transcurre la entrevista, el investigador puede relacionar unas respuestas del informante sobre una categoría con otras que van fluyendo en la entrevista y construir nuevas preguntas enlazando temas y respuestas. En las entrevistas realizadas en esta investigación las estudiantes exponían sus ideas frente a las preguntas que proponía el investigador con respecto a los conceptos de biomecánica, las cuales son grabadas en video y luego transcritas. La mayoría de los cuestionarios son acompañados de entrevistas.

El registro fotográfico de las actividades se realizó sobre las producciones de los estudiantes como: modelos o maquetas en los que se evidencia la comprensión anatómica de los sistemas a trabajar.

#### **4.6. Estrategias para organizar y analizar la información: Análisis de contenido**

En el proceso de análisis fue necesario establecer una serie de criterios y estrategias que nos permitieran organizar y estructurar la información registrada. Con base en las recomendaciones de Cisterna (2005), se seleccionó la información por su relevancia y pertinencia. En primer lugar, sobre la pertinencia, el autor considera que la información registrada se debe relacionar tanto con los objetivos de investigación como con el tema a abordar. En segundo lugar, la relevancia que se asocia a la recurrencia y asertividad en las respuestas de los participantes; tener en cuenta lo anterior nos permitió continuar con el análisis de contenido. Como estrategia de análisis elegimos la técnica de análisis de contenido, la cual nos ofrece la posibilidad de investigar la naturaleza del discurso y su contenido en el contexto del aula (Piñuel, 2002).

De acuerdo con Piñuel (2002), el análisis de contenido es un conjunto de procedimientos interpretativos de aseveraciones de mensajes, textos, de discursos previamente registrados, que se interpretan a la luz de categorías y subcategorías apriorísticas, teniendo en cuenta los enunciados construidos por las estudiantes como unidades de análisis y las actividades en las cuales estos surgen como unidades de contexto.

Las unidades de contexto comprenden el cuerpo de contenido que sirve para entender el significado de la unidad de análisis, es decir, cada una de las fuentes de información: los cuestionarios, entrevistas y registro fotográfico y por otro lado las unidades de análisis en este caso son los enunciados y representaciones elaboradas por las estudiantes participantes.

#### **4.7. Categorías de Análisis**

En relación con los objetivos de investigación se plantearon dos categorías con sus respectivas subcategorías que corresponden a tópicos que describen de manera detallada una categoría, permitiendo la identificación de significados y el desarrollo de ideas que surgieron a partir de la codificación de los datos (Cisterna, 2005).

Para esta investigación se diseñaron unas categorías apriorísticas y emergentes de acuerdo a los parámetros establecidos por Cisterna (2005) quien afirma que las apriorísticas son “construidas antes del proceso recopilatorio de la información, o emergentes, que surgen desde el levantamiento de referenciales significativos a partir de la propia indagación” (p.64). Por consiguiente, en relación con los objetivos planteados en la investigación y bajo una propuesta de enseñanza y aprendizaje basada en campos conceptuales se establecieron dos categorías de análisis, las cuales fueron:

- Aprendizajes conceptuales
- Representaciones asociadas al uso de los conceptos

A continuación, describiremos las categorías que a su vez se dividen en subcategorías para el análisis de la información:

##### **4.7.1 Aprendizajes Conceptuales.**

En esta categoría se incluyeron aquellos enunciados que contienen conceptos en los cuales las estudiantes utilizaron sus nociones, saberes y explicaciones relacionados con el campo de saber de la biomecánica para justificar sus respuestas. Esta categoría se divide en dos subcategorías:

- Reconocimiento de la fisiología interna del cuerpo

En esta subcategoría de análisis se muestran las impresiones iniciales sobre fisiología articular, muscular y ósea, y su funcionamiento en el movimiento.

- Reconocimiento del cuerpo con funcionamiento mecánico

En esta subcategoría se incluyen los conocimientos que poseían las estudiantes del funcionamiento mecánico del cuerpo humano en relación con conceptos físicos aplicados a la biomecánica.

#### **4.7.2 Representaciones asociadas al uso de conceptos.**

En esta categoría se muestran las representaciones realizadas por las estudiantes en las cuales expresan las nociones e ideas propias del campo conceptual de biomecánica humana que poseían y que construyeron gradualmente.

Las representaciones son diferentes símbolos, esquemas y construcciones que las estudiantes relacionaron con los significados cuando se enfrentaron a algunas situaciones, para el análisis de estas construcciones se tienen en cuenta dos subcategorías:

- Representación de la fisiología interna

En esta subcategoría se analizaron aquellas representaciones realizadas por las estudiantes para explicar la ubicación de las estructuras internas que permiten el movimiento.

- Representación de la biomecánica del cuerpo

En esta subcategoría se analizaron aquellas representaciones construidas por las estudiantes para explicar el funcionamiento mecánico del cuerpo, además de algunos conceptos de física necesarios en la explicación del funcionamiento mecánico del cuerpo y la ubicación de las estructuras internas que permiten el movimiento aproximándolos a la presencia de palancas en el cuerpo. En resumen, presentamos las categorías y subcategorías en la siguiente tabla:

Tabla 2. Categorías y subcategorías de análisis.

<b>Aprendizajes Conceptuales</b>	<b>Reconocimiento de la fisiología interna del cuerpo</b>
	<b>Reconocimiento del cuerpo con funcionamiento mecánico</b>
<b>Representacionales asociadas al uso de los conceptos</b>	<b>Representación de la fisiología interna</b>
	<b>Representación biomecánica del cuerpo</b>

#### **4.8. Proceso de triangulación de la información**

La triangulación de la información es fundamental para dar validez a las investigaciones. Según Campbell y Fiske en Arias (2000) la triangulación de la información es una estrategia que envuelve y combina variedades de datos, fuentes, investigadores y teorías, así como metodologías.

Este proceso se dio mediante una serie de estrategias. En primer lugar, se realizó una triangulación de datos teniendo en cuenta a los participantes y a las etapas en las cuales explican y representan sus puntos de vista. Así mismo, se puede decir que realizamos una triangulación entre la teoría basada en los campos conceptuales de Vergnaud y el estudio de caso instrumental según Stake y el análisis de contenido desde Piñuel, en relación con las unidades de contexto y las situaciones. Otro tipo de triangulación fue entre la información registrada con los diferentes instrumentos. Finalmente, es de reconocer que hay triangulación entre los investigadores como observadores singulares del mismo objeto, para la elaboración de los respectivos análisis.



#### **4.9. Protocolo ético**

Esta investigación se llevó a cabo en la institución educativa con la autorización de la administración y el consentimiento firmado de los padres de familia y estudiantes, con el compromiso por parte de los investigadores que la información registrada es de uso exclusivo para la investigación. (Ver anexo 2)



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

## 5. Análisis de la información e interpretación de los resultados

En este capítulo presentamos el análisis de la información y los resultados. Consta de una serie de tablas en las cuales presentamos las unidades de contexto o cuestionarios, el enunciado o representación a analizar y sus respectivos comentarios e interpretaciones. Prestamos especial atención en el dominio de conceptos, símbolos y aseveraciones que usaron las estudiantes y son resaltadas en negrilla y en algunos casos las citamos usando comillas.

Iniciamos los análisis con enunciados y representaciones que surgieron en la primera etapa de investigación. Posteriormente, se presentan los análisis correspondientes a la segunda etapa y finalmente se hace un estudio comparativo para analizar las posibles progresiones a nivel conceptual y representacional asociados a los conceptos.

### 5.1. Primera etapa

Presentamos en este apartado los análisis sobre los conocimientos previos de las estudiantes sobre la biomecánica referida a la locomoción humana, en la tabla 3 se reporta la información de las participantes.

*Tabla 3.* Información textual aportada por las estudiantes sobre las estructuras internas

<b>Unidad de contexto: Cuestionario 2 “Cómo es nuestro cuerpo” Pregunta 1 ¿Por qué consideras que el cuerpo se mantiene firme cuando estamos de pie?</b>			
<b>E1</b>	Gracias a los huesos y músculos ya que ellos son el apoyo y el sostenimiento de nuestro cuerpo.	<b>E2</b>	Porque los huesos nos tienen flexibilidad y eso lo permite (mantenemos de pie).
<b>E3</b>	Porque los músculos y los huesos se tensionan	<b>E4</b>	Porque los huesos y los músculos hacen parte del soporte del cuerpo, y los pies.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 2 “Cómo es nuestro cuerpo” Pregunta 3 Lee las siguientes afirmaciones y señala con cuales estás de acuerdo. (Afirmaciones que cada caso escogió)</b>			
<b>E1</b>	Las articulaciones se encuentran entre las uniones de los huesos. - Los músculos son el tejido elástico que tira de los huesos para el movimiento. -Los huesos son el soporte del cuerpo. -Los	<b>E2</b>	Las articulaciones se encuentran entre las uniones de los huesos -los músculos son el tejido elástico que tira de la piel para el movimiento -los huesos son el soporte del cuerpo - los músculos se

**Facultad de Educación**

	músculos son el soporte del cuerpo, - Los músculos se ubican sobre los huesos.		ubican sobre los huesos.
<b>E3</b>	Las articulaciones se encuentran entre las uniones de los huesos, Los músculos son el tejido elástico que tira de la piel para el movimiento, Los huesos son el soporte del cuerpo, Los músculos son el soporte del cuerpo, Los músculos se ubican sobre los huesos.	<b>E4</b>	Las articulaciones se encuentran entre las uniones de los huesos, Los músculos son el tejido elástico que tira de la piel para el movimiento, Los huesos son el soporte del cuerpo, Los músculos son el soporte del cuerpo, Los músculos se ubican sobre los huesos.

En los enunciados de las estudiantes se utilizan conceptos como: músculo, hueso, articulaciones, entre otros, que permiten identificar los conocimientos que poseían las estudiantes con respecto a las estructuras encargadas de sostener y estructurar el cuerpo humano. Por consiguiente, se infiere que los casos E1, E2 y E3 consideran que el cuerpo humano mantiene su postura gracias a la colaboración entre huesos y músculos, mientras que para E2 dicho sostenimiento se debe a la acción de los huesos que tienen la capacidad de flexionarse. Todos los casos reconocen los huesos como estructura que hace parte del sistema que permite el sostenimiento del cuerpo, pero no hay una explicación suficiente que permita identificar que las estudiantes comprenden el concepto pues la fisiología interna abarca mucho más que la simple descripción de las diferentes partes del cuerpo humano y de sus funciones.

Respecto de la pregunta 3 y de acuerdo con las afirmaciones que los casos seleccionaron, para E1, E3 y E4 los huesos y los músculos son el soporte del cuerpo, y E2, por el contrario, continúa aseverando que los huesos son las únicas estructuras que permiten sostener el cuerpo. Lo anterior permite valorar que existe una coherencia en los significados que las estudiantes elaboraron para dar respuesta a dicha pregunta. Por otra parte, E2, E3 y E4 afirman que los músculos tiran de la piel, alejándose del argumento científico que explica que el movimiento es producido por los músculos esqueléticos que se encuentran unidos a los huesos y tiran de estos.

E1, se aproxima al concepto al afirmar que el músculo tira del hueso para generar movimiento. Ningún caso reconoce la existencia de otras estructuras o componentes tales como las articulaciones, tendones y ligamentos que trabajan sinérgicamente junto con los huesos y músculos para crear movimiento. Los cuatro casos asienten que los músculos están ubicados sobre los huesos. No obstante, estas afirmaciones no permiten aclarar que las participantes comprenden la maquinaria anatómica que proporcionan la capacidad y versatilidad de movimiento en el cuerpo humano. Por este motivo, se continúan abordando estos conceptos en posteriores actividades.

En la tabla 4 se muestran las apreciaciones iniciales sobre las estructuras internas y como intervienen en el momento de originar los movimientos del cuerpo humano.

*Tabla 4.* Información textual aportada por los estudiantes sobre el movimiento

<b>Unidad de contexto: Cuestionario 2 “Cómo es nuestro cuerpo” Pregunta 2 Observa la figura 1 y escribe las estructuras que van internamente en el cuerpo y que intervienen en el movimiento.</b>			
<b>E1</b>	Los músculos son los que permiten el movimiento de las articulaciones ya que son las únicas partes del cuerpo, que tienen movimiento, si un músculo no funciona correctamente no es posible tener un buen movimiento de la articulación.	<b>E2</b>	Huesos, músculos, extremidades.
<b>E3</b>	Son todas las articulaciones.	<b>E4</b>	Los músculos y los huesos ayudan con el movimiento a y las articulaciones.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 3 “Y cómo funciona nuestro cuerpo” Pregunta 3 ¿Cuáles crees que son las partes del cuerpo que intervienen al momento de correr y estás a que sistemas corresponden?</b>			
<b>E1</b>	Yo digo que las articulaciones de la pierna, la rodilla y el tobillo hacen el trabajo y son las que nos permiten	<b>E2</b>	Pierna, rodilla, talón, cadera.

**Facultad de Educación**

	correr, muchas veces intervienen los hombros y los codos para darnos un mejor impulso al movernos.		
<b>E3</b>	Músculos: sistema muscular, Articulaciones: Sistema óseo, Huesos: sistema óseo.	<b>E4</b>	Los músculos: sistema muscular, también el sistema circulatorio, el sistema óseo.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 3 “Y cómo funciona nuestro cuerpo” Pregunta 2 ¿Cómo y por qué podemos mover partes de nuestro cuerpo?</b>			
<b>E1</b>	Por medio de las articulaciones y músculos, ya que las articulaciones son las uniones de los huesos y por eso nos permite el movimiento, pero los músculos son el sostenimiento y gracias a ellos podemos hacer el movimiento correctamente.	<b>E2</b>	Caminando, corriendo u otros - por nuestros músculos y nuestras extremidades.
<b>E3</b>	Con las energías de nuestro cuerpo como los nutrientes y con las articulaciones, porque ellas están diseñadas para moverse.	<b>E4</b>	Por las articulaciones, músculos, por los huesos.

Con relación al concepto de movimiento en el cuerpo humano, los casos E1 y E4 para dar respuesta a la pregunta 2 del cuestionario 2 mencionan estructuras fundamentales del aparato locomotor, tales como articulaciones, huesos y músculos. Frente a lo expuesto por E1, hay poca claridad respecto a sus apreciaciones, pues indica que los músculos son los encargados de facilitar el movimiento del cuerpo dejando a un lado las demás estructuras antes mencionadas, sin embargo, identifica a las articulaciones como conectores de los huesos. En el mismo sentido, E3 se refiere a las articulaciones como las encargadas de permitir el movimiento. Por otro lado, E2 se aproxima al concepto de patrones motores al relacionar el movimiento con acciones como caminar y correr, dichos movimientos son condicionados solo por los músculos y “las extremidades” de acuerdo a la explicación dada por el caso E2, por lo tanto, no existe claridad conceptual.

Se puede inferir que las estudiantes presentan dificultades iniciales en el manejo del

concepto de movimiento, no hacen una explicación o una descripción lo suficientemente amplia que manifieste el entendimiento del concepto.

En la tabla 5 se muestran las primeras ideas de las estudiantes sobre las posibles afectaciones de los sistemas que intervienen en el movimiento.

*Tabla 5.* Información textual aportada por las estudiantes sobre ideas iniciales sobre lesiones

<b>Unidad de contexto: Cuestionario 4 “El movimiento, la física y el deporte” Pregunta 3 ¿Qué es una lesión?</b>			
<b>E1</b>	Una lesión es cuando se realiza un mal movimiento de los músculos.	<b>E2</b>	Es una ruptura en el cuerpo cuando nos aporreamos o lastimamos.
<b>E3</b>	Es un daño causado por un mal movimiento, este puede ser leve o grave al punto de tenerse que llevar a urgencias.	<b>E4</b>	Es cuando uno se aporrea la rodilla o un hombro, etc.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 4 “El movimiento, la física y el deporte” Pregunta 4 ¿Bajo qué circunstancias se puede lesionar una persona?</b>			
<b>E1</b>	Cuando no se estira, cuando no realiza calentamiento, en un mal movimiento cuando los músculos no tienen la flexibilidad para estirarse bien.	<b>E2</b>	Un momento de fuerza, de presión, de movimientos bruscos.
<b>E3</b>	Por la brusquedad, por jugar mal y sin saber cómo se juega.	<b>E4</b>	Hacer una fuerza mal hecha.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 4 “El movimiento, la física y el deporte” Pregunta 6 ¿Qué Hace una lesión en el cuerpo?</b>			
<b>E1</b>	Hace aparecer el dolor y puede afectar la movilidad del cuerpo (creo que es eso)	<b>E2</b>	Nos causa mucho dolor nos fastidia.
<b>E3</b>	Duele, se hincha, etc. Todo depende de que tan fuerte haya sido la lesión.	<b>E4</b>	Duele.

Continuamos los análisis revisando las respuestas de las estudiantes al ser cuestionadas por ¿qué es una lesión? En general podemos decir que en las aseveraciones se presentan algunos acercamientos al concepto por la utilización de términos como “Ruptura” que expresa E2, la

clasificación del grado de lesión “leve” y “grave” que hace E3. Por otro lado, E1 aparentemente, atribuyendo la lesión a los músculos y E4 parece limitar las lesiones a hombro y rodilla, es decir a las articulaciones.

Antes de continuar insistimos en que el uso de un término en el enunciado de las estudiantes, no necesariamente indica que comprenden el concepto. Avanzamos a la pregunta ¿Bajo qué circunstancias se puede lesionar una persona? Encontramos que E1 parece asociar las lesiones a nivel deportivo con la falta de “calentamiento” y de “estiramiento”, al mismo tiempo, atribuye la lesión a un estado del músculo como puede ser la “falta de flexibilidad”. Por su parte, E2 hace uso de dos términos propios de la física como los posibles causantes de la lesión como “fuerza” y “presión”. Caso similar ocurre con E4.

Examinemos brevemente ahora, las respuestas que surgen a la pregunta ¿Qué hace una lesión en el cuerpo? Las cuatro estudiantes asocian la lesión con el dolor, sin embargo, E3 utiliza el término “se hincha”, posiblemente para hacer referencia a la inflamación. Es de resaltar que, para este caso, las respuestas fueron muy generales y en concordancia con las respuestas anteriores analizadas se caracterizan por el uso del lenguaje coloquial.

Es oportuno ahora analizar cómo las condiciones biomecánicas pueden mejorar las condiciones deportivas en las diferentes estructuras biológicas de cuerpo humano, es decir, el reconocimiento de biomecánica como herramienta de análisis del movimiento que permite definir la técnica más adecuada para conseguir diferentes objetivos deportivos, a partir del estudio del aparato locomotor del ser humano y la identificación de los elementos anatómicos que forman parte del sistema de palancas.

*Tabla 6.* Información textual sobre las respuestas de las estudiantes a situaciones sobre esquemas motores en gestos deportivos

**Unidad de contexto: Cuestionario 8 “Practicando algunos esquemas motores o patrones de movimiento” Pregunta 1 ¿Cómo se puede mejorar la técnica de la marcha en una**

<b>disciplina olímpica modificando los esquemas motores?</b>			
<b>E1</b>	La mejor técnica es apoyando los talones y moviendo las caderas y a su vez caminar un poco más rápido.	<b>E2</b>	Con la espalda recta, mirada hacia al frente.
<b>E3</b>	Juntar las manos y lanzarlos hacia la cintura, mover la cintura hacia los lados y caminar con los pies juntos.	<b>E4</b>	Ejercer el impacto primero del talón.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 8 “Practicando algunos esquemas motores o patrones de movimiento” Pregunta 2 ¿Cómo se puede mejorar la técnica de la carrera en un deporte como el fútbol modificando los esquemas motores?</b>			
<b>E1</b>	la técnica de la carrera con buena postura del cuerpo, recto o vertical con la cabeza en alto, hombros relajados, evitar el contacto con el talón y no provocar movimientos bruscos.	<b>E2</b>	No se puede apoyar el talón.
<b>E3</b>	Para mejorar los esquemas motores es una carrera hay que tener la mirada hacia el frente, tener el tronco derecho, poner los brazos a 90°, subir las rodillas un poco y no apoyar los talones para correr más rápido.	<b>E4</b>	Mirada hacia adelante, tronco vertical, los brazos balanceados, las manos “semicerradas”, codos pegados al cuerpo, evitar el impacto de los talones.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 8 “Practicando algunos esquemas motores o patrones de movimiento” Pregunta 3 ¿Cómo se puede mejorar la técnica del salto en un deporte como el voleibol modificando los esquemas motores?</b>			
<b>E1</b>	Tienes que abrir las piernas a la medida de los hombros y alzar las manos para un gran impulso, los brazos se tiran hacia adelante y agacharse un poco para saltar más alto.	<b>E2</b>	Coger un buen impulso.
<b>E3</b>	Bajar en posición de sentadilla a 90° y los brazos hacia atrás para coger más impulso, y saltar y elevar las manos lo más que pueda.	<b>E4</b>	Utilizando los brazos para impulsarse, flexionando las rodillas al caer, hacer una sentadilla de 90° al empezar el salto, alinear los pies con la rodilla.

Antes de iniciar con el análisis, es importante tener en cuenta que las respuestas al cuestionario 8 elaboradas por las estudiantes se basan en un video que se utilizó como fuente de información, en el cual se explicaban los esquemas motores aplicados a diferentes disciplinas deportivas. En primer lugar, revisamos las respuestas a ¿Cómo se puede mejorar la técnica de la

marcha en una disciplina olímpica modificando los esquemas motores? Para E1 y E4 parece ser que la clave está en los talones. A nivel general, la mayoría de estudiantes atribuyen la mejora de la marcha al conjunto de cadera, espalda, cintura y talones.

En relación con otra disciplina deportiva, se plantea la siguiente pregunta ¿Cómo se puede mejorar la técnica de la carrera en un deporte como el fútbol modificando los esquemas motores? En este caso podemos decir que hay un consenso importante entre las estudiantes pues entre las respuestas predominan aseveraciones relacionadas con: cabeza en alto, espalda recta, no apoyo en los talones y correcta posición de los brazos.

Finalizamos esta parte de los análisis revisando las respuestas a ¿Cómo se puede mejorar la técnica del salto en un deporte como el voleibol modificando los esquemas motores? Al igual que en el caso anterior las respuestas presentadas por las estudiantes son bastantes generales, en las cuales se resalta la importancia del impulso, mejorándolo por medio de las posiciones correctas de piernas y brazos.

*Tabla 7.* Información textual sobre las respuestas de las estudiantes a situaciones de afectación del funcionamiento del cuerpo en lesiones.

<b>Unidad de contexto: Cuestionario 7 “Las lesiones y alteraciones del cuerpo humano, que afectan el movimiento” Pregunta 1 ¿Qué pasaría con el funcionamiento interno de la pierna, si eres la joven con el hueso fracturado y tienes la intención de iniciar un movimiento?</b>			
<b>E1</b>	Creo que no se permite el movimiento ya que el tendón ya no tiene conectividad suficiente al hueso ya que aquel tiene una fractura.	<b>E2</b>	No podríamos movernos y nos causaría un dolor.
<b>E3</b>	Dolería mucho porque el hueso esta fracturado, entonces la estructura interna tendría que hacer mucho esfuerzo y la conectividad de los sistemas que permiten el movimiento ya no respondería.	<b>E4</b>	Pues al moverlo le dolería mucho no podría caminar y al hacer el movimiento le duele
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 7 “Las lesiones y alteraciones del cuerpo humano, que</b>			

<b>afectan el movimiento” Pregunta 2 ¿Qué pasaría con el funcionamiento interno del brazo, si eres la persona con el esguince e intentas mover el brazo?</b>			
<b>E1</b>	Solo tiene un dolor muy fuerte, no se puede hacer funcionamiento completo por aquello. Solo es un mal estiramiento, pero la conectividad sigue bien.	<b>E2</b>	se dañaría el esguince porque se dañaría los tendones.
<b>E3</b>	La estructura interna ya no respondería, la conectividad de los sistemas que permiten el movimiento tampoco serviría, entonces el funcionamiento interno no haría su movimiento.	<b>E4</b>	Pierde la movilidad del brazo, porque se rompen los ligamentos, depende del nivel que sea.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 7 “Las lesiones y alteraciones del cuerpo humano, que afectan el movimiento” Pregunta 3 ¿Qué pasaría con el funcionamiento interno de la pierna si eres la estudiante con el desgarro e intentas saltar el lazo de nuevo?</b>			
<b>E1</b>	No sería capaz y si lo intentaría le causaría dolor. Tampoco se puede haber movimiento (depende del desgarro) ya que el tendón puede que no realice muy bien los movimientos y cause mucho dolor.	<b>E2</b>	Le incomodaría porque te dolería las piernas.
<b>E3</b>	El funcionamiento de la pierna no respondería debido al desgarro y si intentara hacer el movimiento la estructura de la pierna se dañaría más.	<b>E4</b>	Le duele demasiado, porque al estirarse tanto el músculo, las células se estiran y se rompen.

Con el propósito de conocer cómo las estudiantes explican el funcionamiento de las estructuras que intervienen en el movimiento cuando sufren una lesión, se les planteó la siguiente situación: ¿Qué pasaría con el funcionamiento interno de la pierna, si eres la joven con el hueso fracturado y tienes la intención de iniciar un movimiento? En sus respuestas E2 y E4 asocian la situación con el dolor, sin embargo, E1 y E3 de una manera un poco más elaborada explicaron que dicho evento puede dificultar la “conectividad” entre estructuras lo que puede impedir el movimiento o requeriría mayor esfuerzo.

A las estudiantes se les planteó una pregunta similar: ¿Qué pasaría con el funcionamiento interno de la pierna si eres la estudiante con el desgarro e intentas saltar el lazo de nuevo? En las

cuatro respuestas aluden a que la situación generaría dolor, E1 considera que dependiendo del tipo de desgarre puede darse el movimiento o no, caso contrario propone E3, quien considera que si se intenta el movimiento se puede empeorar la lesión. Queremos resaltar la respuesta de E4 quien usa el término célula para hacer referencia a que estas se pueden romper; sin saberlo estaría haciendo referencia al tejido muscular.

Enseguida, vamos a revisar las respuestas de las estudiantes en la misma situación, pero en relación con el brazo. Al igual que en el caso anterior, E1 y E3 establecieron relaciones entre estructura interna y conectividad para explicar que no sería posible el funcionamiento interno del brazo. Por su parte, E2 hace referencia al “esguince” y al “daño tendones”, pero estableció una reacción directa en términos de estructura. Finalmente, y a diferencia de E3, E4 parece asociar la situación al rompimiento de “ligamentos” que sería lo más acertado.

De acuerdo al concepto de esquemas motores, todos los casos en respuesta a la pregunta 4 del cuestionario 2, se remitieron a dicho concepto cuando expusieron los tipos de movimiento que podrían hacer con las flexiones ilustradas en el cuestionario. Por otro lado, los casos en el cuestionario 5, expresaron un lenguaje más técnico y un manejo con propiedad al momento de explicar estrategias que permiten al mejoramiento del rendimiento de las personas en acciones deportivas.

### **5.1.1 Reconocimiento del cuerpo con funcionamiento mecánico.**

Inicialmente se indagaron por los conocimientos previos de las estudiantes sobre conceptos relacionados con la física y su relación con el movimiento del cuerpo. En esta subcategoría de análisis en la tabla 8 se muestran los conocimientos iniciales que poseían las estudiantes de algunos conceptos físicos aplicados a la biomecánica.

En esta parte de los análisis nos dedicamos a revisar el uso de algunos enunciados en los



que las estudiantes conceptualizan algunos términos de la Biomecánica y la Física. Los conceptos que fueron planteados a las estudiantes fueron: Fuerza, Resistencia y punto de apoyo.

En la tabla 8 presentamos las respuestas:



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

*Tabla 8 .Información textual aportada por las estudiantes sobre conceptos de física vinculados a la biomecánica*

<b>Unidad de contexto: Cuestionario 4 “El movimiento, la física y el deporte” Pregunta 7 ¿Qué es una fuerza? ¿Qué es una resistencia? ¿Qué es un punto de apoyo?</b>			
<b>E1</b>	Fuerza es la capacidad de levantar objetos pesados, resistencia es la capacidad de poder resistir o aguantar determinados ejercicios y un punto de apoyo son cada una de las partes que nos ayudan a tener apoyo en nuestro cuerpo.	<b>E2</b>	Es cuando alzamos algo, cuando tenemos algo mucho tiempo.
<b>E3</b>	Una fuerza es una capacidad que hace para levantar cosas pesadas; Es una capacidad que tiene el cuerpo para resistir en un determinado tiempo; no sé.	<b>E4</b>	Fuerza: capacidad de levantar un objeto más pesado que uno, resistencia: capacidad de aguantar tiempo sin respirar o correr por mucho rato, punto de apoyo: puede ser en lo que uno se apoya para no caerse.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 4 “El movimiento, la física y el deporte” Pregunta 8 ¿Qué tiene que ver la fuerza y la dirección con el movimiento?</b>			
<b>E1</b>	Ya que, si hace un movimiento con fuerza y en dirección errónea, puede causar una lesión o fractura.	<b>E2</b>	Nosotros calculamos la fuerza y de esa fuerza se obtiene un movimiento.
<b>E3</b>	Porque para levantar cosas pesadas necesitamos una dirección de movimiento, porque si no, nos podemos lesionar o fracturar.	<b>E4</b>	Porque si no tenemos fuerza y dirección al realizar un movimiento, nos vamos a caer o a lesionar.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 4 “El movimiento, la física y el deporte” Pregunta 9 ¿Qué es un diagrama de cuerpo libre y para qué sirve?</b>			
<b>E1</b>	Yo creo que está relacionada con una posición, pero no estoy muy segura y creo que sirve para orientarnos al momento de hacer un movimiento con fuerza.	<b>E2</b>	Es cuando tenemos muchos movimientos en el cuerpo.
<b>E3</b>	No sé.	<b>E4</b>	Creo que es cuando un cuerpo no tiene nada que hacer, para que sirve no sé.

Reconocemos que, al plantearse la situación en una fase inicial del estudio, se presentan ciertas constantes en las respuestas de las estudiantes como es el caso del concepto de fuerza al cual asocian con una “capacidad para levantar cosas pesadas” que la verdad no está mal; pues la

fuerza es la capacidad física para realizar un trabajo o movimiento. Algo similar ocurre con el concepto de resistencia, al cual relacionan con una capacidad en este caso de “resistir o aguantar”. Respecto al punto de apoyo, solamente E4 se atrevió a plantear sin estar muy segura y lo asocia a un “punto para no caerse”.

En la pregunta 8 se indagó por la relación existente entre la fuerza y a dirección del movimiento en el campo deportivo. Podemos decir que las cuatro estudiantes reconocen que el movimiento se da en la misma dirección de la fuerza y en el caso de E1 y E3.

Con estas respuestas en particular y en esta fase de la investigación, nos limitaremos a decir que al inicio de la investigación la mayoría de las estudiantes no se acercaron al concepto de diagrama de cuerpo libre, sin embargo, E1 reconoce su relación con la posición y la utilidad de dicho diagrama.

## 5.2. Segunda etapa

En la segunda etapa se analizaron las posibles progresiones logradas por las estudiantes en la apropiación de algunos conceptos del campo de la biomecánica relacionadas con el funcionamiento del cuerpo humano. En la tabla 9 se muestran las conclusiones de las estudiantes en relación al funcionamiento mecánico.

*Tabla 9.* Respuestas textuales sobre las respuestas de las estudiantes a situaciones sobre el funcionamiento mecánico del cuerpo

<b>Unidad de contexto: Cuestionario 11 “El funcionamiento mecánico del nuestro cuerpo”</b>			
<b>Pregunta 1 ¿Se puede comparar el funcionamiento mecánico de una máquina con el funcionamiento del cuerpo humano?</b>			
<b>E1</b>	No, ya que el humano es un ser con vida, además las máquinas necesitan electricidad y hacen los trabajos más rápidos.	<b>E2</b>	Sí, porque hacemos funciones mecánicas y se realiza un movimiento
<b>E3</b>	Sí, porque las dos están formadas por equipos de órganos que unidos hacen una función a nuestro cuerpo	<b>E4</b>	Sí, Porque ambos tienen mecanismos, tienen partes importantes, ambos cumplen una misma función.

<b>Unidad de contexto: Cuestionario 11 “El funcionamiento mecánico del nuestro cuerpo”</b>			
<b>Pregunta 2 ¿Se puede vincular el conocimiento sobre la biología y la mecánica con el movimiento del cuerpo humano? ¿Qué piensas?</b>			
<b>E1</b>	Si, ya que la palanca se creó a partir del movimiento que genera los brazos al coger objetos.	<b>E2</b>	Sí, porque el cuerpo humano funciona también como una máquina todos sus funcionamientos y movimientos son medidos.
<b>E3</b>	Sí, porque en la mecánica también los objetos se mueven y hay algunos que pueden hacer los mismos movimientos que un cuerpo humano.	<b>E4</b>	Sí, porque son dos formas diferentes de ver el mismo fenómeno de los movimientos humanos como trotar.
<b>Unidad de contexto: Cuestionario 11 “El funcionamiento mecánico del nuestro cuerpo”</b>			
<b>Pregunta 3 ¿Se puede utilizar el conocimiento sobre el funcionamiento mecánico del cuerpo humano para mejorar en el deporte?</b>			
<b>E1</b>	Si, ya que esto interviene en lo que hacemos, la palanca se crea cuando corremos.	<b>E2</b>	En realidad, no estoy tan segura, pero si hay máquinas que se parecen a nosotros puede que eso sirva para mejorar y aprender más fácil sobre el deporte en nuestro cuerpo.
<b>E3</b>	Sí, porque entre más energía haya más hacemos.	<b>E4</b>	Sí, porque pueden ser unas ventajas para ser un mejor deportista.

Respecto a las respuestas a la pregunta: ¿Se puede comparar el funcionamiento mecánico de una máquina con el funcionamiento del cuerpo humano? E1 considera que no hay relación y apela a una diferenciación entre seres vivos y no a pesar que ambas funcionan con diferentes tipos de energía. Por el contrario, E2, E3 y E4 consideran que si se relacionan en términos de similitudes en el funcionamiento y en que se componen de partes que trabajan en conjunto. Esto es importante para nosotros como investigadores porque en una de las situaciones planteadas utilizamos el uso de una analogía relacionada con los movimientos del cuerpo y el funcionamiento de algunas máquinas.

La anterior aseveración la podemos validar con las respuestas de las estudiantes a la pregunta: ¿Se puede vincular el conocimiento sobre la biología y la mecánica con el movimiento del cuerpo humano? ¿Qué piensas? Pues las cuatro estudiantes consideraron que el cuerpo humano realiza un trabajo mecánico, a modo de ejemplo, E1 relaciona el movimiento del brazo

con una palanca.

Finalmente, revisamos las aseveraciones de las estudiantes respecto al cuestionamiento: ¿Se puede utilizar el conocimiento sobre el funcionamiento mecánico del cuerpo humano para mejorar en el deporte? Las cuatro estudiantes concuerdan en que, si es posible mejorar, aunque sus justificaciones no son muy elaboradas. Aunque E2 plantea “no estoy tan segura” y plantea que es posible en algunos casos y deja la posibilidad de refutar la aseveración.

Las estudiantes reconocen las funciones de los huesos como palancas, las articulaciones como uniones entre las piezas óseas actuando como bisagras que permiten el movimiento, los tendones como estructuras que transportan la fuerza generada por los músculos que a su vez funcionan como motores y los ligamentos como refuerzos que contribuyen al movimiento. Estos saberes pueden estar relacionados con la física.

### **5.2.1 Representaciones Asociadas a los Conceptos.**

En esta categoría se muestran las representaciones construidas y usadas por las estudiantes en las cuales expresan las nociones e ideas propias del campo conceptual de la fisiología humana y biomecánica.

Las representaciones están constituidas por una serie de símbolos, esquemas, analogías construidas por las estudiantes y que se relacionan con aspectos a nivel conceptual, que les permitió enfrentarse a algunas situaciones. Para el análisis de estas construcciones se tuvieron en cuenta dos subcategorías:

### **5.2.2 Representación de la fisiología interna.<sup>1 2 3</sup>**

En esta subcategoría se analizaron aquellas representaciones iniciales realizadas por las estudiantes para explicar la ubicación de las estructuras internas que permiten el movimiento. Durante esta actividad también se hicieron presentes algunas entrevistas para fortalecer los

significados que las estudiantes representaron en su brazo con respecto a la ubicación y forma de las estructuras internas que hacen parte del aparato locomotor.

A continuación, se analizan las representaciones iniciales para cada uno de los casos. Es de resaltar, que se analiza tanto la representación como la explicación de la misma mediante una entrevista realizada. En la figura 2, la estudiante E1 en la entrevista realizada expone sus ideas frente a su representación.

Figura 2. Representación inicial de la fisiología del brazo E1



Unidad de Contexto: Cuestionario 1 “Pintando nuestro cuerpo”

En la figura 2, E1 describe: “Lo blanco que vemos aquí son los huesos y lo rojo digo yo que son los músculos”. En concordancia con la aseveración y la respuesta, las únicas estructuras que representó en su brazo, fueron los músculos y los huesos, dejando a un lado las articulaciones y otras estructuras implicadas en el movimiento. Cabe resaltar, que la mayor parte de la palma y los dedos de su mano está conformada por huesos, rodeada de músculos. Tiene en cuenta que en el brazo existen dos huesos, no nombra ninguno de ellos.

Con base a los cuestionarios realizados de la primera etapa, no es coherente su representación con las respuestas presentadas allí. En dichos cuestionarios, la misma estudiante mencionó las articulaciones como estructura fundamental para realizar un movimiento, pero no las incluyó en su representación. Lo que permite inferir que la estudiante no vinculó la representación que realiza en esta actividad con la descripción elaborada en los cuestionarios que hacen parte de esta. En la figura 3 se muestra el dibujo que realiza la estudiante E2.

Figura 3. Representación inicial de la fisiología del brazo E2



Unidad de contexto: Cuestionario 1 “Pintando nuestro cuerpo”

Por otra parte, en la figura 3, la estudiante E2 describe que “Lo blanco son los huesos, cierto, lo rojo es como la sangre y como la, las capas que tiene la piel...Los músculos representan lo negro...” a diferencia de E1 quien pintó la palma de su mano como una estructura en su mayoría ósea, para E2, esta es completamente sangre, en cambio muestra los dedos conformados plenamente de huesos enteros, sin divisiones articulares. La parte negra, como dice la estudiante, son los músculos, que solo son visibles en una parte del antebrazo, los cuales

recubren la sangre de acuerdo a su pintura. Parece que el caso E2 no tiene claro cómo están conformadas y ubicadas las estructuras en su cuerpo, las cuales hacen posible el movimiento. Además, lucha por posicionar dichas estructuras y que posean sentido para ella, solo en un cuestionario 1 de indagación menciona las articulaciones, incluso en su representación inicial no las tiene en cuenta a pesar de que deja espacios donde algunas de estas van demostrando que no comprende bien este concepto. La representación de la estudiante E3 (figura 4) es similar al caso E1, indica que “Lo blanco son los huesos y lo rojo son los músculos”.

Figura 4. Representación inicial de la fisiología del brazo E3



Unidad de contexto: Cuestionario 1 “Pintando nuestro cuerpo”

Estos dos casos E1 y E3 (figura 4) asumen que las únicas estructuras que intervienen en el movimiento ubicadas en el brazo, son los huesos y los músculos, pudiéndose inferir que no tienen claridad de la existencia de otro tipo de estructuras, ni de la ubicación y función de las mismas, por ello no las representan. Por su parte, E4 realiza la representación que se muestra en la figura 5.

Figura 5. Representación inicial de la fisiología del brazo E4



Unidad de contexto: Cuestionario 1 “Pintando nuestro cuerpo”

Con base en la figura 5 y de acuerdo con la entrevista realizada a la estudiante E4, plantea que “Lo blanco son los huesos, ¿sí o no?, lo rojo son los músculos, y lo azul son las venas” Dicho caso involucra las venas con el movimiento, es algo nuevo, pues ninguno de los casos anteriores lo había relacionado con dicha estructura. Sin embargo, los demás casos habían mencionado la sangre que podría estar relacionado con lo mencionado por este caso. No hay existencia de las articulaciones para esta representación.

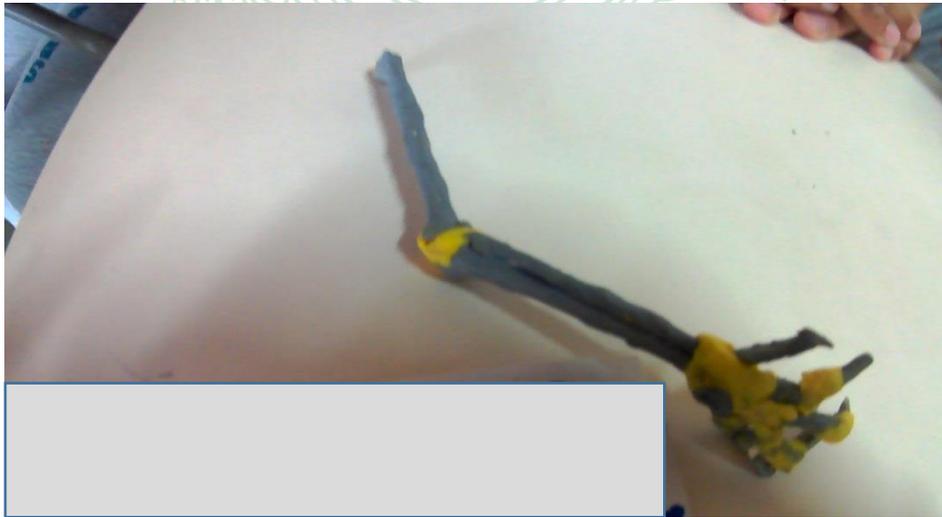
Además de las posibles progresiones en los significados logradas por las estudiantes. Estos progresos en los significados se valoraron de igual forma en avances conceptuales y representacionales.

Posterior a estas representaciones iniciales y con una aproximación mayor a los conceptos de la fisiología del cuerpo humano aplicados en el movimiento, las estudiantes debían enfrentarse a situaciones donde pudieran representar estas estructuras.

En consecuencia, cuando las estudiantes se enfrentaban a una situación que integraba las estructuras internas y un movimiento cotidiano escogían una representación que les facilitara explicar estas acciones, pero en este punto de la investigación, las creaciones expuestas por todos los casos carecían de la conexión y funcionalidad de las estructuras del cuerpo humano que representaban.

A continuación, presentamos los análisis correspondientes a las representaciones de la fisiología del movimiento. Se pueden ver en las figuras 6, 7, 8 y 9, las cuales corresponden a la actividad: Construyendo a Ana y Tommy que se realizó con el uso de plastilina.

*Figura 6.* Representación de la fisiología en el movimiento E1



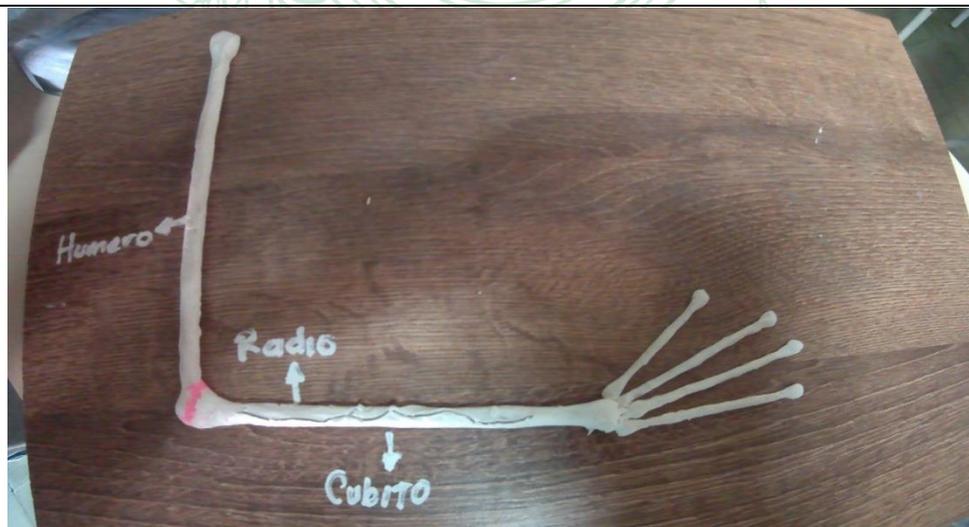
**Unidad de contexto: Cuestionario 6 “Construyendo a Ana y Tommy”**

*Figura 7. Representación de la fisiología en el movimiento E2*



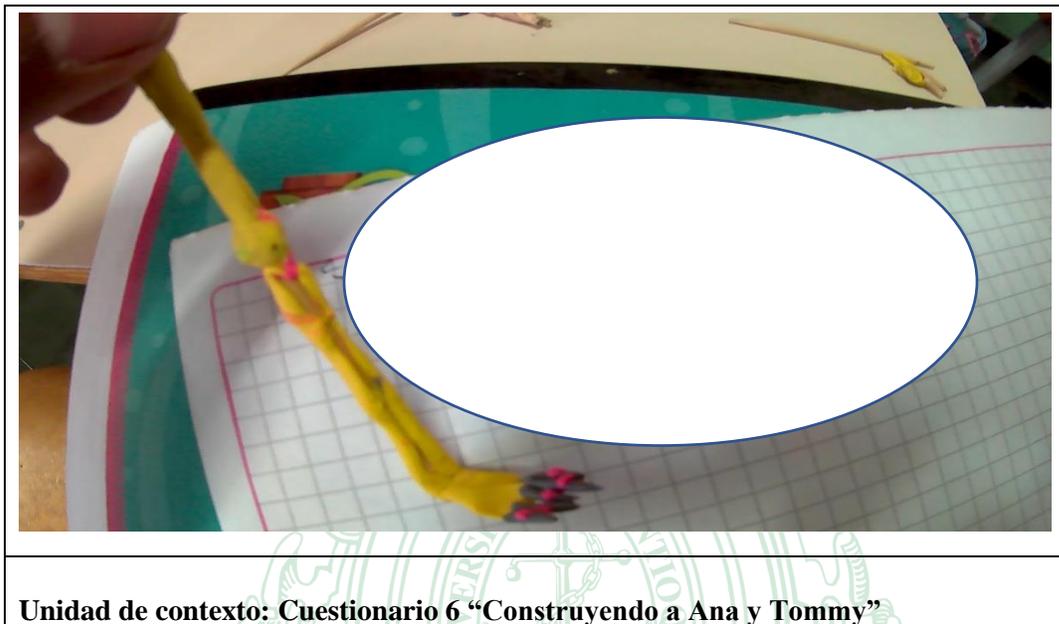
**Unidad de contexto: Cuestionario 6 “Construyendo a Ana y Tommy”**

*Figura 7. Representación de la fisiología en el movimiento E3*



**Unidad de contexto: Cuestionario 6 “Construyendo a Ana y Tommy”**

Figura 8. Representación de la fisiología en el movimiento E4



Respecto a dichas representaciones, es importante reconocer que varían bastante entre sí; unas más elaboradas que otras, en algunos casos se incluyen algunos términos, diferenciación por colores. En la representación de la estudiante E1 (figura 9) elaboró la estructura del brazo incluyendo los huesos y las articulaciones (amarillo), llama la atención que esta vez no incluyó los músculos como si lo hizo en la presentación del brazo en la imagen, esta vez, se puede diferenciar por ejemplo donde termina un hueso y donde inicia el otro con la respectiva articulación que los une, esto nos permite inferir que reconoce la importancia de esta última en el movimiento.

En relación con la estudiante E2, esta representó una relación existente diversas partes del cuerpo; con esto manifestó que entiende el cuerpo como parte de un todo y un único sistema en el cual para que se dé el movimiento se incluye, por ejemplo: el cerebro, la columna, las rodillas (articulaciones).

Pasando a la representación de la estudiante E3, ella se enfocó en el sistema óseo e hizo

referencia en los nombres de algunos huesos que intervienen en el movimiento; creemos que es posible decir que mencionó la articulación correspondiente al codo (rosado). Finalmente, en la representación correspondiente a E4 enfocada en una pierna a diferencia de los casos anteriores que presentaron brazos, la estudiante incluyó un palillo de dientes como hueso y con la plastilina modeló algunos músculos y articulaciones, incluso en los dedos.

En general, podemos decir que las anteriores representaciones tienen en común que tuvieron en cuenta las articulaciones como parte fundamental del movimiento, sin embargo, en algunos casos no hay presencia o no es muy evidente la presencia de otras estructuras que participa en dicha acción.

Ante una nueva situación de representar el brazo del cuerpo humano para hacer un saque de voleibol, de estas, podemos decir que lograron mostrar unas conexiones mayores entre cada una de las estructuras del brazo que participa y ejerce una fuerza para lanzar un balón, las siguientes figuras son los resultados de la situación problema.

Figura 9. Representación de la fisiología articular del brazo E1



Unidad de Contexto: Cuestionario 10 “Construyendo el brazo humano”

En la representación del caso E1 de la fisiología articular del brazo en el momento de un saque de voleibol, se pudo encontrar que la estudiante logró una aproximación con la conexión real del sistema músculo esquelético, la superposición de los músculos por encima de los huesos, la presencia de los tendones, vitales para el movimiento en este caso particular del brazo. En entrevista, la participante explicó “lo blanco son los huesos, lo verde serían los ligamentos que unen los huesos y están sobre el codo, lo rojo serían los músculos y lo amarillo los tendones; quienes hacen la palanca para que los brazos se muevan”

Para complementar este análisis, en la entrevista, se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo funcionarían las estructuras mencionadas para que el brazo se mueva? “el cerebro daría la señal para que el tendón hale, entonces el tendón haría la función de halar y los músculos se contraen”.

Tanto a nivel representacional como en la explicación, reconocemos una serie de progresiones en comparación con las anteriores representaciones de la estudiante E1, que se

pueden notar en la anterior figura al compararlas, dichas progresiones están relacionadas con la incorporación de más estructuras y explicaciones del funcionamiento, incluso relacionando la participación por ejemplo del cerebro en este caso.

*Figura 10.* Representación de la fisiología articular del brazo E2



En la representación correspondiente a la figura 11, E2 ante la misma situación hipotética de un saque de voleibol, se encontró que la estudiante también logró una aproximación con la conexión real del sistema músculo esquelético, aunque no mucha claridad en la posición de los músculos y los huesos. La estudiante también evidenció comprensión en la presencia de articulaciones con rango de movimiento en el codo y la muñeca, que para ella es representada en una parte de plastilina café. En relación con la entrevista que le permite explicar su producción “lo blanco representa el hueso, lo rojo los músculos y las tiras blancas son los tendones, lo café son los ligamentos”. Al igual que el caso anterior, las progresiones representacionales se consideran a partir de la inclusión de más estructuras participantes.

*Figura 11.* Representación de la fisiología articular del brazo E3



En la representación de E3 (figura 12) ante la situación, se encuentra que la estudiante logró de igual manera una aproximación con la conexión del sistema músculo esquelético. Sin embargo, en la entrevista al explicar su esquema, planteó “lo blanco son los huesos, lo rojo los músculos, lo café es lo que une todos los huesos que no sé cómo se llama” directamente, se puede decir que a nivel conceptual todavía presenta dificultades; por ejemplo, en el caso de la articulación.

Figura 12. Representación de la fisiología articular del brazo E4



Por último, ante la situación hipotética del saque en el voleibol, se pudo notar en la representación de E4 (figura 13), que la estudiante alcanzó una aproximación con la conexión del sistema músculo esquelético, la superposición de los músculos por encima de los huesos y la presencia de los tendones, además de la ubicación de la articulación del codo en el brazo, lo que muestra una pequeña aproximación a lo planteado de la fisiología del brazo. En la entrevista, E4 explicó que **“el músculo está pegado al hueso por medio de ligamentos**, lo amarillo son los ligamentos que unen los huesos con los huesos y los músculos están unidos al hueso por tendones y para dar movimiento se contraen los músculos y la articulación es el espacio donde se unen dos huesos, como por ejemplo el codo o el hombro”

En relación con la anterior aseveración aclaratoria, en negrilla resaltamos una confusión, que más adelante se soluciona. Es importante destacar a E4 como la estudiante que presentó mejor comprensión del sistema en general a nivel conceptual sobre la articulación, tendón y

ligamentos y sus funciones. Junto con E1, consideramos que E4 ha presentado progresiones a nivel representacional y conceptual.

### **5.2.3 Representaciones de la biomecánica.**

En esta subcategoría se analizan aquellas representaciones que construyeron las estudiantes para explicar el funcionamiento mecánico del cuerpo, además de algunos conceptos de física necesarios en la explicación del funcionamiento mecánico del cuerpo y la ubicación de las estructuras internas que permiten el movimiento aproximándolos a la presencia de palancas en el cuerpo. Durante el proceso de construcción, también se hicieron algunas entrevistas para fortalecer los significados que las estudiantes representaban en sus construcciones cuando se enfrentaban a una situación que indagaba por el funcionamiento mecánico del cuerpo, en las siguientes figuras 14, 15, 16 y 17 están las representaciones ante la situación de construir una parte del cuerpo con la capacidad de ejercer una fuerza para levantar un objeto.

Figura 13. Representación sobre la biomecánica del brazo E1



En la representación de E1 (figura 14), su mecanismo se compone según ella, por “los huesos, músculos, tendones y el ligamento (tornillo)”, la estudiante en entrevista añade que “si el músculo fuera más grande un objeto más pesado levanta” y considera que en el cuerpo “el conjunto que he representado funciona como una palanca”. De lo anterior, se puede pensar que la estudiante considera que la estructura más importante es el músculo; quien tiene la fuerza y se ayuda de las otras.

Figura 14. Representación sobre la biomecánica del brazo E2



Unidad de Contexto: Cuestionario 12 “Construyendo Biopalanca”

Caso contrario, ocurre con la estudiante E2 (figura 15), pues plantea que en su representación “los palos son los huesos, lo rojo son los músculos, lo negro es la articulación al lado del tendón, el tornillo es el ligamento, todos ayudan a realizar el movimiento” En este sentido, para ella son igual de importantes cada una de las estructuras para levantar un objeto.

*Figura 15.* Representación sobre la biomecánica del brazo E3



**Unidad de Contexto: Cuestionario 12 “Construyendo Biopalanca”**

Por su parte E3 (figura 16), expresó que ha representado una palanca y dice que “el cerebro envía la señal a los tendones, los músculos, las articulaciones, los ligamentos para ejecutar el movimiento”. Su explicación es similar a la del caso E2, pero añade al cerebro como quien ordena el movimiento.

Figura 16. Representación sobre la biomecánica del brazo E4



Unidad de Contexto: Cuestionario 12 “Construyendo Biopalanca”

Finalmente, en la figura 17, para E4 “los músculos se unen por los ligamentos y para levantar un objeto, la fuerza está en el músculo, la articulación está en el codo, creo que la masa muscular permite que funcione el sistema como una palanca”. La explicación de esta estudiante es algo similar a la de E1 en relación a la importancia que le da al músculo para levantar un objeto.

En general, las cuatro estudiantes participantes, al enfrentarse a esta situación de construir una parte del cuerpo con la capacidad de ejercer una fuerza, asimilan la demanda con la construcción de un brazo mecánico con los mismos materiales, todos los casos esbozan un acercamiento con el funcionamiento del sistema músculo esquelético, con la relación y función de cada parte. E1 y E4 fueron los casos que integraron de una forma más aproximada la situación para generar movimiento y fuerza, pudieron ubicar las partes internas del brazo, es decir, su fisiología, cómo se da el movimiento y la funcionalidad de cada estructura: con la creación de

una parte de músculo representada por el papel globo, pudiera tirar con fuerza del hueso representada por la madera. Mientras que los casos E2 y E3 se quedan más en la mera representación de las estructuras internas muy acertadas, pero no alcanzan a tener una aproximación a explicar cómo se da el movimiento del brazo como palanca para ejercer una fuerza.

**5.2.4 Representaciones biomecánicas.**

En lo que sigue del análisis, presentamos una serie de representaciones relacionadas con saberes propios del campo conceptual de la Física como: fuerzas, vectores y diagramas asociados al movimiento humano.

En general todos los casos alcanzan una aproximación a la realización de un diagrama de cuerpo libre, entendiendo este como la ubicación de las fuerzas a las que está sometido un cuerpo, relacionándose con la situación planteada de un objeto utilizado en un deporte como un balón, paulatinamente entiende que a la hora de realizar un movimiento en una práctica deportiva en el cuerpo actúan fuerzas internas y externas, siendo las externas todas aquellas que se dan en relación a los objetos que se utilizan en el deporte y siendo las internas las que el propio cuerpo crea con su funcionamiento mecánico.

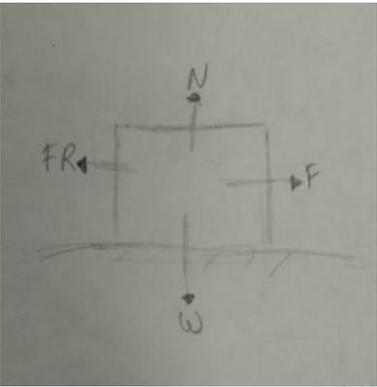
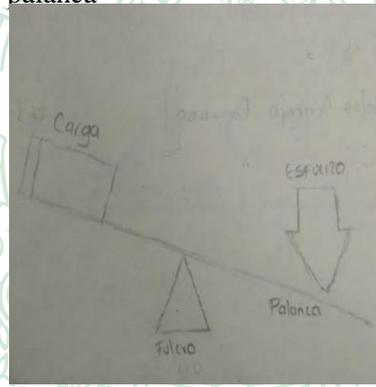
Figura 17. Representaciones sobre las fuerzas y las palancas E1



Unidad de Contexto: Cuestionario 5 “Las palancas, la fuerza y el movimiento”

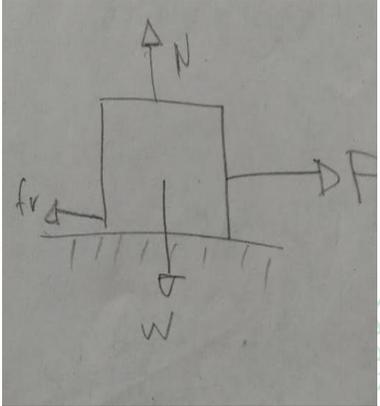
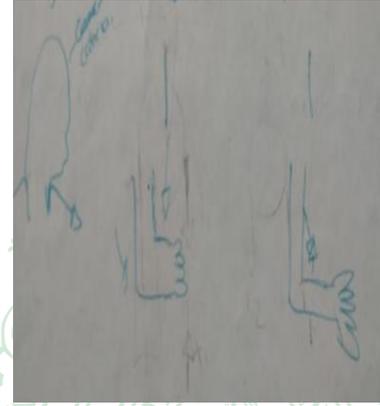
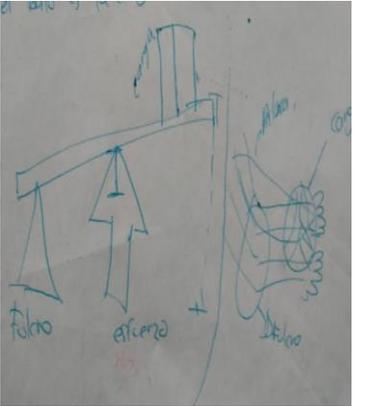
El caso E1 (figura 18) se alcanzó a evidenciar en sus representaciones que puede apuntar y ubicar las fuerzas que se ejercen en un ejemplo simple como lo es una caja y también reconoció con cierta facilidad la presencia de palancas en todo el cuerpo humano capaz de ejercer una fuerza interna para ser proyectada al exterior en el momento del deporte.

Figura 18. Representaciones sobre las fuerzas y las palancas E2

Diagrama de cuerpo libre	Funcionamiento de una palanca	Golpeo de balón
		
<p>Unidad de Contexto: Cuestionario 5 “Las palancas, la fuerza y el movimiento”</p>		

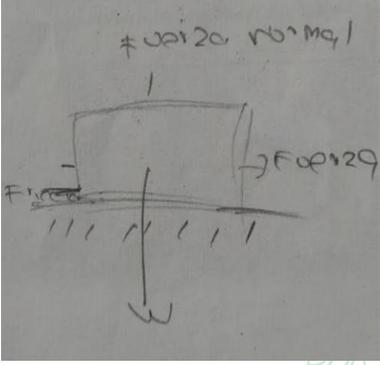
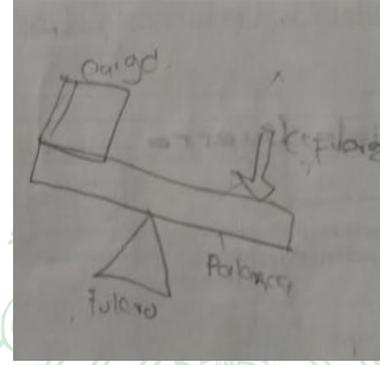
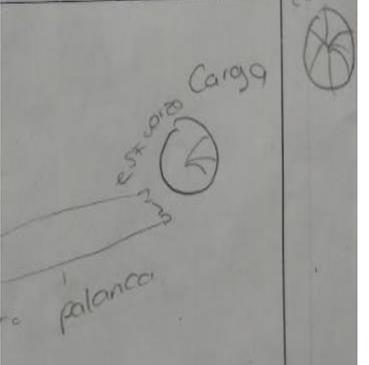
El caso E2 (figura 19) de igual forma en relación con el ejemplo de ubicar las fuerzas en un objeto, obtuvo cierta aproximación en señalar las fuerzas que intervienen en el objeto, pero no llegó a señalar de la misma forma la ubicación de palancas en el cuerpo humano, en relación a la pregunta de: ¿representar en un recuadro un diagrama de palancas donde se visualice los tres tipos de palancas en relación al movimiento humano? La estudiante si alcanzó a señalar una representación de una palanca, mas no la presencia de esta en alguna parte del cuerpo humano. E2 señaló en su representación en referencia la tercera situación una palanca presente en el brazo en el momento de un saque de voleibol.

Figura 19. Representaciones sobre las fuerzas y las palancas E3

Diagrama de cuerpo libre	Funcionamiento de una palanca	Golpeo de balón
		
<p><b>Unidad de Contexto: Cuestionario 5 “Las palancas, la fuerza y el movimiento”</b></p>		

La estudiante E3 (figura 20) de igual forma puntualizó las fuerzas que se ejercen sobre un objeto, además de también lograr cierta relación de las palancas presentes en el cuerpo, pero también se puede evidenciar cierto grado de confusión en la tercera situación referente a la palanca ósea necesaria para el lanzamiento de un balón, en la representación, de la estudiante intenta ubicar la palanca y el brazo en el momento del lanzamiento, pero lo hace de una forma separada.

Figura 20. Representaciones sobre las fuerzas y las palancas E4

Diagrama de cuerpo libre	Funcionamiento de una palanca	Golpeo de balón
		
<p><b>Unidad de Contexto: Cuestionario 5 “Las palancas, la fuerza y el movimiento”</b></p>		

En el caso E4 (figura 21) se evidenció un escenario similar al de E2, es decir, la estudiante E4 señaló las fuerzas ejercidas sobre un cuerpo, aproximándose a la relación deseada de fuerza sobre cuerpo, pero igual que E2 realizó la representación de la palanca mas no la integra en el cuerpo humano, en la tercera situación donde se pregunta por la palanca necesaria para realizar el saque de un balón si representa el brazo humano lanzando el balón.

Ahora es oportuno hacer análisis de representaciones sobre la biomecánica en relación con la práctica deportiva. Básicamente, cada estudiante editó su fotografía para indicar la presencia de las fuerzas que intervienen al golpear el balón. Se estudió como unidad de análisis tanto la imagen editada como la explicación que hacen de cada fuerza.

Figura 21. Representación de las palancas y las fuerzas en las prácticas deportivas E1



En la figura 22, E1 al describir su foto planteó “en este movimiento hacemos recepción de un saque de vóley, se debe estar con las rodillas un poco dobladas para más impulso, fuerza, espalda recta para evitar lesiones. Al hacer sentadillas se contraen más los músculos haciendo más fuerza en el interior del cuerpo” Para la estudiante tanto los brazos como los muslos en conjunto con otras estructuras, tienen la funcionalidad de palancas e indica una fuerza ejercida para golpear el balón.

*Figura 22.* Representación de las palancas y las fuerzas en las prácticas deportivas E2



**Unidad de Contexto: Cuestionario 9 “Análisis biomecánico de nuestras prácticas deportivas”**

Algo similar ocurrió con E2 correspondiente a la figura 23, quien añade “Se ejerció fuerza en las manos, los pies, en el tronco; En la cual había ciertos tipos de palancas”, sin embargo, en su representación no se pudo observar bien la dirección de las fuerzas.

*Figura 23.* Representación de las palancas y las fuerzas en las prácticas deportivas E3



**Unidad de Contexto: Cuestionario 9 “Análisis biomecánico de nuestras prácticas deportivas”**

En contraste con los dos casos anteriores, en la figura 24, E3 asevera que “La fuerza que estoy adoptando es derecha y en la que debería de estar es con medio sentadilla, las fuerzas que intervienen en este movimiento son -F1 Fuerza que va del balón hacia mí, F2: Fuerza que va de mi brazo al balón, F3: Fuerza que va del suelo hacia mí, G: Fuerza de gravedad”. Para nosotros como investigadores y maestros en formación en Ciencias Naturales, es importante considerar que implícitamente, esta estudiante está aludiendo a la Tercera Ley de Newton “Acción – Reacción” pues como se puede observar, dibujó las fuerzas en sentido contrario, incluso hace referencia a la fuerza de la gravedad, que sin duda siempre está presente.

*Figura 24.* Representación de las palancas y las fuerzas en las prácticas deportivas E4



Al igual que ocurre con E3 en la figura 25, la estudiante E4 también tiene en cuenta fuerzas acción-Reacción y explica que “Realizamos una ejecución optima del ejercicio. De recepción basándome en los ejercicios realizados y analizados en clase. Las fuerzas que intervienen son: F1 Fuerza del balón hacia mí, F2: fuerza que ejerce mi brazo en el balón, F3: fuerza del piso a mí y G: la gravedad de la tierra”.

En términos generales, podemos decir que las estudiantes reconocieron la presencia de fuerzas y su papel en la producción de movimiento, dos de los casos E3 y E4, pudieron tener un poco más acercamiento a saberes del campo conceptual de la física, sin embargo, puede ser que estos sean más elaborados, igual caso para E1 y E2, pero no las hacen explícitas en sus representaciones.

## **6. Consideraciones finales y recomendaciones**

En el presente capítulo se expondrán las consideraciones finales a las cuales llegan en el trabajo interpretativo del análisis de resultados de los casos seleccionados, de igual forma se comparten algunas recomendaciones generales para futuras investigaciones relacionadas.

### **6.1. Consideraciones finales**

A manera de consideración final general, podemos decir que el abordaje del campo conceptual de la Biomecánica en la clase de ciencias naturales, puede promover el uso de algunos saberes de la Física asociados a la locomoción humana. Igualmente, el uso de representaciones por parte de los estudiantes, pueden servir para comprender sus aprendizajes y conocimientos por parte del docente. Incentivar en los estudiantes la apropiación de este tipo de aprendizajes, puede ayudarles a prevenir lesiones cuando practican deporte, teniendo en cuenta conocimiento científico.

#### **6.1.1 Sobre los conocimientos previos del campo conceptual de la Biomecánica: Uso de conceptos.**

Respecto al uso de conceptos del campo conceptual de la Biomecánica cabe concluir que, en la etapa inicial en las respuestas elaboradas por las estudiantes se presentó poco uso de conceptos referidos a la locomoción humana y en los casos en los que fueron usados resulta complejo aseverar que dominan dichos conceptos. De lo anterior, en relación con las estructuras

internas podemos conjeturar que los conceptos que más reconocieron las estudiantes fueron músculo, hueso y articulación, y que a todas estas estructuras se les atribuye la locomoción humana.

Por otro lado, puede pensarse que las cuatro estudiantes relacionan una lesión tanto a nivel muscular como óseo y como consecuencia de malos movimientos, fuerzas externas y falta de estiramiento y calentamiento.

En relación con el uso de conceptos de la física, podemos concluir que las estudiantes limitan el concepto de fuerza en términos de capacidad para levantar objetos, y la resistencia como capacidad de aguantar. En ninguno de los casos se presentó una conceptualización adecuada sobre punto de apoyo y diagrama de cuerpo libre.

Por todo esto creemos que, en la etapa inicial de investigación las estudiantes presentaron dificultad para responder a las situaciones o tareas poco complejas en términos de Vergnaud, sobre biomecánica y locomoción humana, pues son temas que generalmente no se estudian en la escuela y esto llevó a que dichas respuestas se caracterizaran por el uso del lenguaje común y coloquial.

### **6.1.2 Sobre los conocimientos previos del campo conceptual de la Biomecánica:**

#### **Uso de representaciones.**

En la etapa inicial de investigación se puede decir que las estudiantes no lograron establecer en primera instancia analogías o relaciones entre el funcionamiento mecánico del cuerpo humano a nivel representacional. En la mayoría de los casos se limitaban a incluir a los músculos y huesos a nivel de estructura y dejaban por fuera por ejemplo los tendones, las articulaciones y ligamentos. Sin embargo, a medida que las situaciones se hacían más complejas e iban apropiando saberes y conceptos, sus representaciones fueron más elaboradas.

### **6.1.3 Respecto a las progresiones a nivel conceptual y representacional.**

En primer lugar, a nivel conceptual podemos decir que las estudiantes al final de la intervención didáctica lograron relacionar mejor algunos conceptos del campo conceptual abordado; en especial, en lo que tiene que ver con la función de cada estructura para que se dé el movimiento. Igualmente, se puede decir que hubo un buen acercamiento a algunos conceptos de la Física y Anatomía.

En segundo lugar, podemos decir que las representaciones construidas por las estudiantes presentaron avances, porque cada vez tenían en cuenta más estructuras que aportan a que se dé la locomoción humana. En este sentido, pudieron comprender mejor el funcionamiento del cuerpo humano de forma similar a una máquina simple y las fuerzas que pueden intervenir en la práctica deportiva.

### **6.1.4 Potencialidades y debilidades del abordaje del campo conceptual de la Biomecánica en la articulación ciencia y deporte.**

En relación con las potencialidades de asumir el campo conceptual de la Biomecánica en la educación secundaria, se considera que puede permitirle al estudiante comprender mejor cómo actúa su cuerpo cuando se practica un deporte, lo que les puede permitir un mejor rendimiento y la prevención de lesiones. Aquí, la ciencia tiene que ver porque permite comprender lo que ocurre en este proceso y se puede explicar con conceptos científicos.

Promover el uso de representaciones en los estudiantes, les puede permitir ejemplificar mejor y explicar sus aprendizajes mediante su creatividad y expresión oral para justificar sus modelos e irlos mejorando a medida que se les exige más mediante situaciones cada vez más complejas.

Creemos firmemente que el trabajo realizado con las estudiantes puede convertirse en el punto de partida para impactar positivamente la institución Educativa San Juan Bosco, pues esta se interesa por promover el deporte y consideramos que una propuesta pedagógica que articule ciencia y deporte puede incentivar un desarrollo integral e interdisciplinar en las estudiantes.

En cuanto a las debilidades, es necesario reconocer que al inicio hubo dificultades para que las estudiantes apropiaran y representaran aspectos relacionados con la Biomecánica; esto se puede deber a que su campo conceptual no es muy abordado en la educación y esto puede influir en las respuestas iniciales de las estudiantes.

Existe un alejamiento científico cuando las estudiantes intentan responder situaciones relacionadas a la Biomecánica que integran las ciencias naturales y el deporte, esto podría explicarse por las condiciones históricas y culturales que han condicionado la forma de estudiar y tratar este campo, alejándolo de los principios del conocimiento científico.

#### **6.1.5 Acerca de la propuesta pedagógica, diseño de estrategias y situaciones.**

La teoría de campos conceptuales de Vergnaud como referente teórico orienta la investigación de los aprendizajes logrados en las estudiantes, facilitando un análisis en las implicaciones conceptuales y representacionales sobre la enseñanza del campo de la biomecánica referida a la locomoción humana, cuando las estudiantes resuelven situaciones problema planteadas en la propuesta pedagógica. Podemos decir que, en la fase inicial o exploratoria, las actividades diseñadas lograron que las estudiantes expresaran algunos saberes previos relacionados con Fisiología, Locomoción y esquemas, diagramas, lesiones, entre otros fueron de agrado para las estudiantes, pues reconocieron la importancia del tema en relación con el deporte y la ciencia; además, el nivel de complejidad de dichas situaciones les permitía participar activamente.

En relación con las actividades y situaciones de la fase final, que trataban de invitarlas a explicar sobre lesiones, esquemas y gestos deportivos, fuerzas, diagramas, palancas, fisiología del brazo y movimiento, tiene una característica clave y es que a diferencia de las actividades de la fase inicial, estas situaciones se van volviendo cada vez más complejas y eso le exige a los participantes afrontarlas con respuestas y representaciones más elaboradas que les implica integrar a su discurso más elementos del campo conceptual de la Biomecánica y de la Física para este caso.

Durante la solución de las situaciones planteadas, se percibió un avance significativo en las participantes, quienes apropiaron y/o modificaron sus conceptos y representaciones conceptuales impulsadas por las estrategias metodológicas propuestas durante el proceso.

#### **6.1.6 Aportes del referente teórico elegido y de la metodología de investigación.**

El estudio de caso instrumental como método de investigación cualitativa, nos permitió avanzar en la comprensión de cómo las estudiantes se aproximaban a la comprensión del campo conceptual de la Biomecánica y si a medida que se planteaban situaciones más complejas, las participantes presentaban progresiones a nivel conceptual y representacional.

En relación con la propuesta de intervención, las estudiantes logran establecer algunas relaciones entre conceptos, permitiendo observar cuestiones a nivel de ubicación y funcionamiento de cada una de las estructuras involucradas en la locomoción humana, de lo cual se puede inferir que se produjeron interacciones entre los esquemas generados a partir del desarrollo cognitivo de las estudiantes y la búsqueda de soluciones a las situaciones planteadas.

Finalmente, respecto al uso educativo de la teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud esta se constituye en una herramienta muy significativa para el maestro pues en perspectiva de autor le permite en primer lugar reconocer la potencialidad de las ideas previas de los estudiantes

como punto de partida para promover aprendizajes. Segundo, el diseño de situaciones cada vez más complejas que implica a los estudiantes progresar en términos de aprendizajes tanto conceptuales como representacionales. Dicha perspectiva epistemológica desde un enfoque sociocultural del conocimiento científico puede contribuir a una formación no solo científica sino también para la vida y esto depende del campo conceptual que se quiera abordar en el aula.

## **6.2. Recomendaciones**

En el contexto de futuras investigaciones relacionadas con la temática planteada en el presente trabajo, se hacen los siguientes apuntes textuales, que se consideran relevantes de reconsiderar y revisar en el futuro. Dada la complejidad del tema y de la poca presencia de la locomoción humana en básica secundaria, se recomienda utilizar una disciplina nueva como la biomecánica, pero teniendo los cuidados necesarios para su implementación. Basados en la experiencia de la realización del proyecto se sugiere, que el momento de utilizar la disciplina de la biomecánica las estudiantes hayan tenido una aproximación mayor en la conceptualización de otras áreas de conocimiento como lo son la anatomía y la fisiología humana, además de comprender las nociones físicas que son necesarias en la biomecánica, como relaciones de fuerzas, diagramas de fuerzas, ángulos, etc. En relación con esta complejidad del tema seleccionado, también se puede considerar una realización de la biomecánica como enfoque para entender el movimiento humano desde la ciencia vinculada al deporte, en grados escolares más avanzados aumentando la complejidad de situaciones problemas y llegando a una mayor profundización de los conceptos de esta disciplina,

Dentro de un proyecto tan ambicioso como este, se desea una mejora próxima del mismo, para contribuir a futuros lectores que presenten interés en este trabajo de grado, el máximo potencial que este pueda brindar. Se podría enriquecer la propuesta de intervención, añadiéndole

teóricamente algunos otros sistemas corporales como el nervioso y el circular, generando preguntas como las siguientes, ¿Cómo interviene la presión sanguínea en la locomoción humana al verlos como un sistema cerrado de presión? Y ¿Cómo los neurotransmisores activan el sistema muscular para realizar un movimiento?, ambas preguntas son ejemplos de cómo podemos potenciar la temática con interdisciplinaridad, que por cuestión de tiempo no se pudieron implementar estas en la investigación.

Contar con el apoyo tanto de profesores del área de biología, como de física y educación física, para la implementación de nuestra propuesta pedagógica, ~~contamos con su apoyo~~, porque es fundamental trabajar en equipo, con personas apasionadas y que dominen su área de estudio.

Para terminar, otro aspecto para replantear en el futuro, es conseguir una aproximación mayor en las prácticas deportivas, es decir, que los estudiantes a partir de las situaciones problemas y de los conocimientos de biomecánica, puedan alcanzar un mayor aprovechamiento de este conocimiento y aumentar y potenciar su rendimiento físico en el deporte, por el carácter interdisciplinar que goza el trabajo de investigación, este trabajo puede ser retomado desde otras áreas de la enseñanza como lo son la educación física, salud y la danza, carreras estrechamente relacionadas con el movimiento humano.

### Referencias

- Aedo, E. y Bustamante, A. (2008) Conceptualización de la biomecánica deportiva y la biomecánica de la educación física. Recuperado de Dialnet.
- Aguado, X. (1993). Eficacia y Técnica Deportiva Análisis del Movimiento Humano. Recuperado de:  
[https://books.google.com.co/books?id=73\\_kpbSBoM0C&printsec=frontcover&dq=eficiencia+y+tecnica+deportiva+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiOp7m\\_1bLZAhUBd6wKHX5-D7YQ6AEIJTAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=73_kpbSBoM0C&printsec=frontcover&dq=eficiencia+y+tecnica+deportiva+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiOp7m_1bLZAhUBd6wKHX5-D7YQ6AEIJTAA#v=onepage&q&f=false)
- Aiziczon, B. y Cudmani, L. (2012). Evaluación de una Propuesta Didáctica en el Aula de Biofísica de Enfermería Universitaria. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.
- Aprende en Línea (2016) Biomecánica: Análisis de palancas óseas. Medellín. Recuperado de:  
<http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=164161&inpopup=1>
- Arias, M. (2000) La Triangulación Metodológica: Sus Principios, Alcances y Limitaciones. Universidad de Antioquia. Colombia. Recuperado de:  
<https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/iee/article/view/16851/14590>
- Barreto, J. Villarroja-Apricio, A. y Calero, S. (2017). Biomecánica de la Marcha Atlética. Análisis Cinemático de su desarrollo y comparación a la Marcha Normal. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. Vol 33. Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/321481174\\_Biomecanica\\_de\\_la\\_marcha\\_atletica\\_a\\_analisis\\_cinematico\\_de\\_su\\_desarrollo\\_y\\_comparacion\\_con\\_la\\_marcha\\_normal\\_Biomechanics\\_of\\_the\\_athletic\\_walk\\_Kinematic\\_analysis\\_of\\_its\\_development\\_and\\_comparison\\_with\\_no](https://www.researchgate.net/publication/321481174_Biomecanica_de_la_marcha_atletica_a_analisis_cinematico_de_su_desarrollo_y_comparacion_con_la_marcha_normal_Biomechanics_of_the_athletic_walk_Kinematic_analysis_of_its_development_and_comparison_with_no)

- Cardona, G. (2014) Formación de Maestros en Ciencias Naturales: Movilización de Elementos en sus Esquemas. Universidad de Burgos. Tesis sin publicar.
- Cisterna, F. (2005) Categorización y Triangulación como Procesos de Validación del Conocimiento en Investigación Cualitativa, *Theoria*, Vol. 14, pp. (61-71)
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2006) Estándares Básicos de Competencias. Documento No.3. Revolución Educativa, Colombia Aprende. Santafé de Bogotá. El Ministerio
- Furió, C. Vilches, A. Guisasola, J. y Romo, V. (2001) Finalidades de la Enseñanza de las Ciencias En la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización Científica o Preparación Propedéutica. Recuperado de:  
<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21756/21591>
- Hernández, Fernández y Baptista. (2006). Metodología de la Investigación. Cuarta edición. Editorial McGraw-Hill. México.
- Jorba, J y Sanmartí, N (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de ciencias de la naturaleza y las matemáticas. Barcelona. Ministerio de Educación y Cultura.
- López, L. (2012). La importancia de la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento desde la filosofía de la educación. *Sophia*, Colección de Filosofía de la Educación, (13), 367-377.
- Marques, A. Salvador, S. y Moreira, M. (2010) Dificultades de alumnos de una Diplomatura en Educación Física en la resolución de problemas tipo de cinética y cinemática en una asignatura de Biomecánica. Recuperado de Dialnet.

- Moreira, M. (2009). Teoría de Campos Conceptuales de Vergnaud, la Enseñanza de las Ciencias y la Investigación en el Área. Porto Alegre. Instituto de física.
- Moreira, M. Caballero, C. y Vergnaud, G. (2009). La Teoría de los Campos Conceptuales y la Enseñanza/Aprendizaje de las Ciencias. Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional. Universidad de Burgos. España.
- Nodal, J. E. (2010) La enseñanza-aprendizaje de biomecánica mediado por las tecnologías de la información y las comunicaciones. Cuadernos de Educación y Desarrollo. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/ced/13/shs.htm>
- Piñuel, J. L. (2002) Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido. Estudios de Sociolingüística. 3(1), 1-42. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: [https://www.ucm.es/data/cont/docs/268-2013-07-29-Pinuel\\_Raigada\\_AnalisisContenido\\_2002\\_EstudiosSociolingüisticaUVigo.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/268-2013-07-29-Pinuel_Raigada_AnalisisContenido_2002_EstudiosSociolingüisticaUVigo.pdf)
- Thibodeau G. A. y Patton, P. T. (2007). Anatomía y Fisiología. Sexta edición. Elsevier. Madrid.
- Tortora, G. J. y Derrickson, B. (2011). Principios de Anatomía y Fisiología. 11 Edición. Editorial Médica Panamericana. Bogotá.
- Stake, R. (1999) Investigación con Estudio de Caso. Segunda edición. Ediciones Morata, S.L. Madrid. España.
- Suárez, G. R. (2009) Biomecánica Deportiva y Control del Entrenamiento. Medellín. Colombia. Funámbulos Editores. Recuperado de [http://viref.udea.edu.co/contenido/publicaciones/expo2009/biomecanica\\_2009.pdf](http://viref.udea.edu.co/contenido/publicaciones/expo2009/biomecanica_2009.pdf)
- Universidad Nacional de Colombia (2016) La U.N. lleva la biofísica a los colegios. Agencia de Noticias Universidad Nacional, Colombia, Universidad Nacional. Recuperado de:



<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/la-un-lleva-la-biofisica-a-los-colegios.html>



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Anexos

Anexo 1. Unidad didáctica

# 1. Pintando nuestro cuerpo



Nombre:

Fecha:

## Protocolo

- 1- Las estudiantes leerán en compañía del profesor de forma atenta, la guía con las indicaciones para resolver las actividades propuestas.
- 2- Las estudiantes pasarán en compañía de los profesores de forma ordenada al patio salón, llevando consigo los materiales y la hoja guía.

## Actividad 1: “Pintando nuestro cuerpo”

Observa el antebrazo y mano de tu cuerpo y utiliza los pinceles y la pintura para ubicar: los huesos, los músculos y demás partes que consideren que van internamente en el antebrazo y mano.



## 2. ¿Cómo es nuestro cuerpo?

1- ¿Por qué consideras que el cuerpo se mantiene firme cuando estamos de pie?

---

---

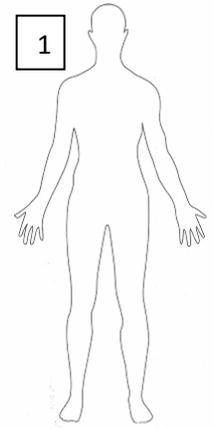
---

2- Observa la figura 1 y escribe las estructuras que van internamente en el cuerpo y que intervienen en el movimiento.

---

---

---



3- Lee las siguientes afirmaciones y señala con cuales estás de acuerdo.

- Las articulaciones se encuentran entre las uniones de los huesos
- Las articulaciones se encuentran entre las uniones de los músculos
- Los músculos son el tejido elástico que tira de la piel para el movimiento
- Los músculos son el tejido elástico que tira de los huesos para el movimiento
- Los huesos son el soporte del cuerpo
- Los músculos son el soporte del cuerpo
- Los músculos se encuentran al interior de los huesos
- Los músculos se ubican sobre los huesos

4- Observa la imagen y escribe en el recuadro el nombre de cada estructura.



### 3. ¿Y cómo funciona nuestro cuerpo?



Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Protocolo:** las estudiantes leerán y responderán individualmente el cuestionario de la presente guía.

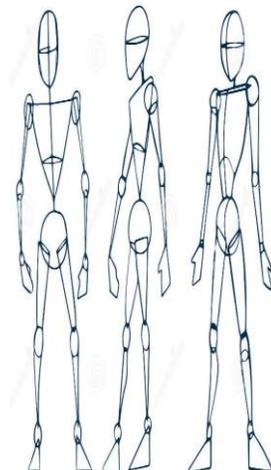
1- ¿Por qué los animales como el orangután tienen la Necesidad de moverse?



2- ¿Cómo y por qué podemos mover partes de nuestro cuerpo?



3- ¿Cuáles crees que son las partes del cuerpo que intervienen al momento de correr y estas a qué sistemas corresponden?



4- Observa la figura (a) y (b) y responde qué acciones podemos hacer con cada movimiento.



(a)



(b)

5- Observa las imágenes y responde qué patrones de movimiento o habilidades encuentras asociadas a las siguientes acciones.





## 4. El movimiento, la física y el deporte



Nombre:

Fecha:

Lee el siguiente enunciado y responde a las interrogantes.

Las formas cómo han evolucionado los deportes dependen de las comunidades en las que se han desarrollado, dicho de otro modo, los deportes se han adaptado a la sociedad, puesto que son el reflejo y la manifestación de las características más importantes de sus personajes principales, de tal forma que el cambio y las diferencias que se presentan entre los deportes son una muestra de múltiples culturas del mundo. Si hablamos de la historia del deporte antiguo seguramente se nos venga a la mente las Olimpiadas de la Antigua Grecia. Se puede decir que fue la civilización en la que más presente estuvo el deporte de competición. Los juegos olímpicos estuvieron presentes entre los años 776 A.C. y 393 D.C. Estos al principio eran fiestas religiosas, culturales y deportivas en honor a los dioses olímpicos, donde participaban atletas que se entrenaban durante años en la gimnasia. Los deportes eran muy variados y muchos de ellos están presentes en la actualidad.

En 1894, empezaron los juegos olímpicos modernos que se realizan cada cuatro años. Los primeros fueron en Atenas y los últimos, en 2016, en Brasil. En estas últimas olimpiadas, el gimnasta francés Samir Ait Said se fracturó una pierna al caer en la recepción de un salto durante la ronda de clasificación de gimnasia artística, provocándole una fractura en su pierna izquierda, muchos deportistas son víctimas de caídas y lesiones inevitables. En los deportes, en especial la gimnasia, se necesita realizar movimientos con gran precisión generando un espectáculo para los observadores, los gimnastas utilizan técnicas que le permiten armonizar una combinación de movimientos. Es decir, para iniciar cada movimiento sincronizado se ayudan de tener resistencia y equilibrio para redirigir la dirección de la fuerza permitiéndoles llevar su cuerpo al límite sin dañarlo. Estos movimientos corresponden a diferentes leyes de la física, que ayudan a los deportistas a moverse de la mejor manera, por lo cual, si se llega a comprender las implicaciones de estas, las personas pueden aprovechar sus potencialidades al máximo en las prácticas deportivas. (Adaptado de Rodríguez. 2008. El deporte en los pueblos primitivos. En historia del deporte (12). Barcelona: INDE.)



Con respecto a la lectura anterior reflexiona y responde las siguientes preguntas.

¿Qué es un deporte?

---

---

---

---

¿Por qué se practica deportes y qué deporte conoces?

---

---

---

---

¿Qué es una lesión?

---

---

---

---

¿Bajo qué circunstancias se puede lesionar una persona?

---

---

---

---

¿Qué es una fractura?

---

---

---

---



**¿Qué hace una lesión en el cuerpo?**

---

---

---

---

---

**¿Qué es una fuerza? ¿Qué es resistencia? ¿Qué es un punto de apoyo?**

---

---

---

---

---

**¿Qué tiene que ver la fuerza y la dirección con el movimiento?**

---

---

---

---

---

**¿Qué es un diagrama de cuerpo libre y para qué sirve?**

---

---

---

---

---

**¿Qué sucede cuando los cuerpos son sujetos a fuerzas?**

---

---

---

---

---

**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**



## 5. Las palancas, las fuerzas y el movimiento



Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Reconocer la biomecánica como área del conocimiento que integra nociones físicas y biológicas asociadas al movimiento de seres complejos

- 1- Representa en el recuadro un diagrama de cuerpo libre donde muestres la relación de las fuerzas que se ejercen en el movimiento de una caja que está sobre el suelo y es arrastrada por una soga fijada en un costado de la caja.

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



**Facultad de Educación**

- 2- Representa en el recuadro un diagrama de palancas donde se visualice los tres tipos de palanca en relación al movimiento del cuerpo humano.



- 3- Representa en el recuadro lo que consideres un esquema donde se muestre el tipo de palanca involucrada en el lanzamiento de un balón de voleibol y las fuerzas ejercidas en el balón.



## 6. Construyendo a Ana y Tommy

**Para empezar...** vamos a observar las imágenes de Ana y Tommy

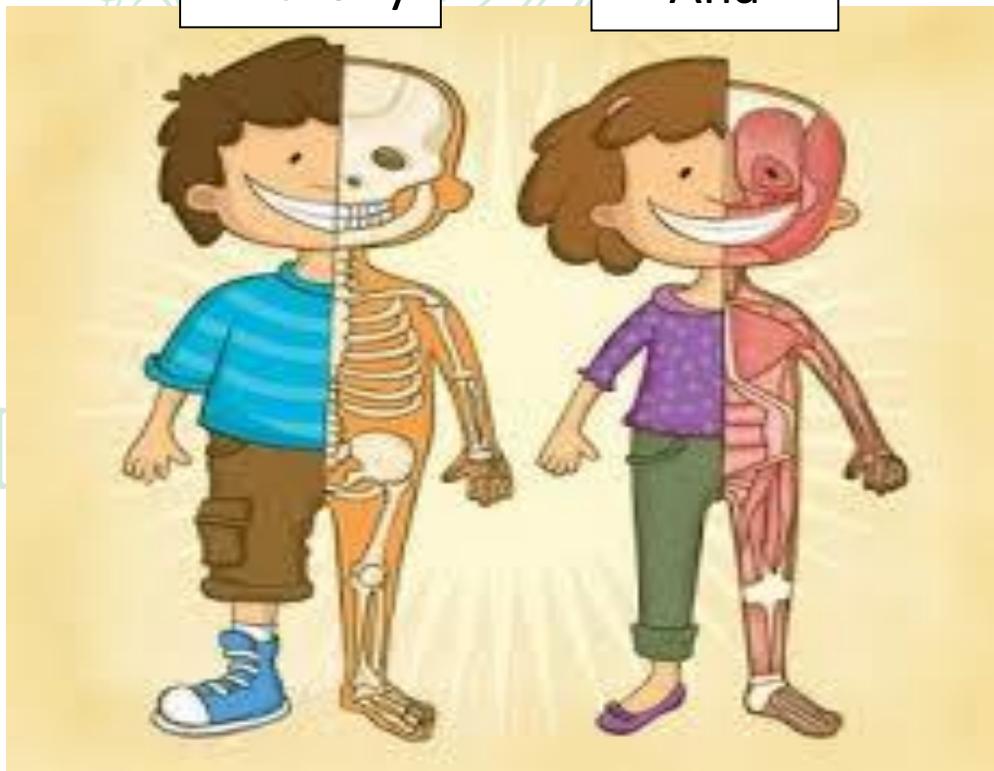
**Segundo** vamos a ayudar a construir por medio de una representación en plastilina los cuerpos de **Ana y Tommy** para que ellos puedan salir a correr mañana.

**Tercero** queremos ubicar en sus cuerpos las estructuras de comportamiento mecánico, que permitan a Ana y Tommy salir a correr mañana.

**Por último**, para correr Ana y Tommy tienen que mover todo su cuerpo, pero hoy solo los ayudaremos a entender como mueven sus brazos y piernas. Les diremos que pasa internamente en sus cuerpos para que puedan correr.

Anthony

Ana



## 7. Las lesiones y alteraciones del cuerpo humano que afectan el movimiento



### Clase práctica: Disección de pollo

**Objetivos:** Observar y comparar a partir de la disección de un pollo las estructuras internas del mismo con las estructuras del cuerpo humano que permiten la locomoción.

**Procedimiento:** Realizar una práctica experimental donde se observen los músculos y huesos de pollo. El procedimiento consiste en ir removiendo las partes del pollo e ir explicando cada una de las estructuras que simulan las estructuras internas del cuerpo humano que proveen el movimiento. También se podrá observar el tejido conectivo que une los músculos de los huesos el cual se denomina tendón. Tras remover el músculo y observar el hueso, moveremos los huesos a nivel de la articulación y encontraremos en su alrededor la cápsula sinovial. Esta se forma por el tejido y la membrana sinovial. Su función principal es acomodar la forma cambiante de la cavidad articular necesaria para el movimiento. Observaremos el hueso externa e internamente. Si se rompe el hueso con unas pinzas podemos modelar lo que sucede a nivel de lesiones y fracturas, también se puede observar la parte interna del hueso donde hallamos un tejido viscoso llamado médula ósea o tejido reticular.



NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**Cuando realizamos movimientos, hacemos ejercicio o practicamos algún deporte, es común que suframos lesiones. Las lesiones se pueden sufrir después de semanas de constantes actividades físicas o de realizar deporte.**



**Analiza los siguientes enunciados, reflexiona según los conceptos clave y responde las preguntas:**

**Enunciado:** *Una joven al correr recibe un fuerte golpe en la tibia de la pierna derecha, rompiendo dicho hueso.*

**Conceptos clave:** *Estructura interna, funcionamiento de la pierna y conectividad de los sistemas que permiten el movimiento.*

**Pregunta:** *¿Qué pasaría con el funcionamiento interno de la pierna, si eres la joven con el hueso fracturado y tienes la intención de iniciar un movimiento?*

**Enunciado:** *Una persona practicando un deporte, es derribada y tiene un esguince en el brazo de derecho*

**Conceptos claves:** *Estructura interna, funcionamiento del brazo y conectividad de los sistemas que permiten el movimiento.*

**Pregunta:** *¿Qué pasaría con el funcionamiento interno del brazo, si eres la persona con el esguince e intentas mover el brazo?*

**Enunciado:** *Una estudiante saltando lazo, estira demasiado su pierna y tiene un desgarro muscular en su gemelo derecho.*

**Conceptos claves:** *Estructura interna, funcionamiento de la pierna y conectividad de los sistemas que permiten el movimiento.*

**Pregunta:** *¿Qué pasaría con el funcionamiento interno de la pierna si eres la estudiante con el desgarro e intentas saltar el lazo de nuevo?*

## 8. Practicando algunos esquemas motores o patrones de movimiento



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** comprender y ejecutar algunos esquemas motores o patrones de movimiento en algunas prácticas deportivas

**Primera parte:** Las estudiantes en la cancha deportiva ejecutarán una serie de movimientos indicados por el profesor.

Los movimientos son: Marcha, Carrera y Salto

**Segunda parte:** Las estudiantes observarán unos videos donde van a encontrar la técnica correcta y la explicación de la marcha, de la carrera y el salto.

1 8 0 3



**Actividad:** Responde en base al enunciado y utilizando la información de la clase las siguientes preguntas.

**Enunciado:** los seres humanos a través de la historia han sistematizado los patrones de movimiento en prácticas deportivas.

**Una persona nunca ha practicado un deporte y necesita unos consejos. Si esa persona te hiciese estas preguntas ¿Qué le responderías?**

### **Preguntas**

¿Cómo se puede mejorar la técnica de la marcha en una disciplina olímpica modificando los esquemas motores?

¿Cómo se puede mejorar la técnica de la carrera en un deporte como el futbol modificando los esquemas motores?

¿Cómo se puede mejorar la técnica del salto en un deporte como el voleibol modificando los esquemas motores?



## 9. Análisis biomecánico de nuestras prácticas deportivas

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Para empezar:

- 1- Vamos a observar la fotografía de nuestro movimiento en la práctica deportiva pasada
- 2- Con una ayuda de una regla vamos a proceder a ubicar en el dibujo las palancas óseas y los vectores correspondientes a las fuerzas que interactúan en la imagen.
- 3- Realizar una descripción sobre el tipo y la ejecución del movimiento que realizamos en la práctica deportiva.

foto

Descripción: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 10. Construyendo el brazo humano



### Situación

Vamos a utilizar la plastilina para construir un brazo humano con todas las partes necesarias para realizar un movimiento. Después, explicaremos cómo se conectan estas estructuras de comportamiento mecánico, al momento de lanzar un balón de voleibol.





## 11. ¿Cómo es el funcionamiento mecánico de nuestro cuerpo?

Nombre: \_\_\_\_\_

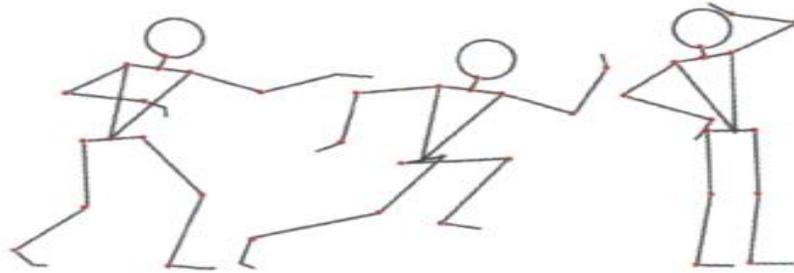
**Situación:** reflexionando sobre nuestro propio cuerpo y orientados hacia la importancia de entender el movimiento, responde lo que pienses de los siguientes interrogantes:

¿Se puede comparar el funcionamiento mecánico de una maquina con el funcionamiento del cuerpo humano? Sí \_\_\_ No \_\_\_

¿Se puede vincular el conocimiento sobre la biología y la mecánica con el movimiento del cuerpo humano? Sí \_\_\_ No \_\_\_

¿Se puede utilizar el conocimiento sobre el funcionamiento mecánico del cuerpo humano para mejorar en el deporte? Sí \_\_\_ No \_\_\_

## 12. Construyendo Biopalanca



**Materiales:** Madera, papel globo, cinta, tornillos, cuerdas, tijeras.

**Enunciado:** En el cuerpo, la biomecánica está representada por un sistema de palancas. Por este motivo se dice que, en su conjunto, los huesos, las articulaciones y los músculos constituyen palancas. Las principales palancas del cuerpo humano se hallan en las extremidades, y están destinadas a permitir grandes, amplios y poderosos movimientos.

**Situación:** Basado en el enunciado y con los materiales disponibles construye con los materiales un mecanismo de palancas que le permita a una persona mover una extremidad del cuerpo y que sea capaz de ejercer fuerzas para lanzar un balón.



*Anexo 2. Protocolo ético*



**AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE DATOS,  
UTILIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE IMÁGENES  
Y TESTIMONIOS**



Lugar: Institución Educativa San Juan Bosco

Fecha: 28/08/2017

Yo \_\_\_\_\_ identifico (a) con  
c.c. \_\_\_\_\_ y en calidad de (madre, padre o acudiente) de  
(la) menor \_\_\_\_\_ actuando en su  
representación legal y mediante el presente documento, autorizo a los maestros en  
formación Cristian Fernando Suaza Bedoya, Juana Geraldine Lemus Juramillo y Sebastián  
Realpe Saldarriaga de la universidad de Antioquia, autores del trabajo de grado La  
enseñanza de las ciencias de la locomoción humana desde la biología y el deporte en  
jóvenes de grado séptimo para que utilicen los datos recabados, imágenes y/o testimonios  
aportados por el menor que represento para la realización de informes y contenidos  
audiovisuales, sin que de ello deriven a mi favor obligaciones o contraprestaciones de  
cualquier índole.

Los autores de dicho trabajo manifestamos nuestro compromiso ético de hacer uso  
adecuado y discrecional de la información recolectada, con el único fin de lograr los  
objetivos del estudio en cuestión y en la perspectiva de contribuir con aportes para la  
educación en ciencias naturales en el contexto institucional. Se evitará la alusión a nombres  
propios y se tratará con respeto los aportes de cada uno de los participantes.

Firma \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

C.C. \_\_\_\_\_

Nombre estudiante \_\_\_\_\_

T.I. \_\_\_\_\_