



FACULTAD DE EDUCACIÓN
Escuela de Investigación y Postgrado

**ELEMENTOS PRECURSORES DE DIPOLOS MODÉLICOS FIGURALES
ESTUDIANTILES ELECTRO/CORAZÓN**

Tesina para optar al grado de Magíster en Educación Matemática

Autor: Maximiliano Núñez González

Profesora Guía: Leonora Díaz Moreno

SANTIAGO – CHILE
2022

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por darme la oportunidad de estudiar Magíster en Educación Matemática en la Universidad Católica Silva Henríquez y de entregarme los conocimientos, la sabiduría y fuerza para seguir caminando en el postgrado.

Expreso mis más sinceros agradecimientos a mis padres: Ivonella González y Rafael Núñez, quienes siempre han estado como pilares importantes durante este proceso y comprometidos con mis estudios desde muy pequeño. También a mis hermanos Benjamín y Analía por el incentivo y la alegría para mi vida. Extiendo mis agradecimientos a toda mi familia y en especial a mis abuelitos.

Agradezco profundamente a mi profesora tutora de tesis, la Doctora Leonora Díaz Moreno por guiarme y orientarme en mi trabajo de grado, además de entregarme sus sabios consejos para seguir adelante y por incentivarme a seguir mis estudios de postgrado, junto con el Doctor Jorge Ávila.

Estoy muy feliz y agradecido por mi compañera de vida Claudia Maldonado, quien ha sido un apoyo en el proceso de realización de la tesis, entregándome palabras de aliento en los momentos que más lo he necesitado y de la compañía en el diario vivir con momentos maravillosos.

Mis agradecimientos a mis compañeros del Magíster, los cuales estuvieron de cerca presenciando y ayudándome en cada etapa del trabajo de grado. Agradezco a todos mis estudiantes del Liceo Eduardo de la Barra que fueron partícipes en las distintas actividades realizadas para el trabajo de grado.

Finalmente, agradezco a la Universidad Católica Silva Henríquez y al programa Magíster en Educación Matemática en el que tuve la oportunidad de participar.

Maximiliano Núñez González.

Resumen

La presente investigación reporta elementos precursores de modelación figural provenientes de la inmersión de estudiantes de segundo ciclo de enseñanza media en dos diseños orientados a modelar el comportamiento del corazón desde figuras de electrocardiogramas.

Inmersos en la cultura de la imagen, los estudiantes suelen comunicarse con figuras de semánticas propias. Emerge la necesidad de hacer de la figura un objeto de estudio del aula y más aún, atendiendo al uso de las figuras en prácticas recurrentes de modelación figural en ambientes no escolares.

El diseño propicia la modelación figural como una alternativa para acercar la formación matemática de la escuela y las matemáticas situadas en prácticas no escolares. A la modelación se la concibe desde una perspectiva socioepistemológica.

Se explora la actividad de modelar como una práctica para tender puentes entre lo que se hace en aulas de matemáticas y lo que se hace en comunidades de cardiólogos: estos articulan la actividad eléctrica del corazón con una figura (electrocardiograma). Tal articulación constituye una nueva entidad para la vivencia de quien modela y se nomina dipolo modélico. Mediante la articulación de electro y corazón, en lo específico, desde la operatividad del electrocardiograma, el cardiólogo interviene en el corazón.

Se suscribe un paradigma metodológico de investigación de diseño el que se inscribe en un marco mayor de investigación-acción. La metodología de trabajo es de naturaleza cualitativa. Se obtienen evidencias de articulación entre un tipo de situación fenoménica y un tipo de figura, en un ejercicio de modelar fenómenos de parte de los estudiantes.

Se analizan las figuras estudiantiles haciendo ostensibles metáforas de base, herramientas, argumentos, procedimientos, dimensiones desde las que se constatan elementos precursores de dipolos de modelación, aportando evidencias de articulación de electrocardiogramas con comportamientos del corazón. Tales evidencias dan cuenta de unas prácticas situadas tanto en el aula como fuera de ella, eslabones entre escuela y entorno. Se releva así la importancia de la inmersión en un contexto de modelación figural, que se propone incorporar al currículum chileno.

Palabras claves: Modelación, dipolo modélico, modelación figural.

Índice

Resumen.....	3
Introducción	6
CAPÍTULO 1.....	9
El problema.....	9
1.1 Antecedentes	9
1.2 Problemática.....	13
1.3 Planteamiento del problema.....	13
1.4 Pregunta orientadora	14
1.5 Hipótesis interpretativa	14
1.6 Objetivos de la investigación	14
1.6.1 Objetivo general	14
1.6.2 Objetivos específicos.....	14
1.7 Justificación.....	15
1.8 Limitaciones.....	16
CAPÍTULO 2.....	17
Marco Teórico.....	17
2.1 Modelación.....	17
2.2 Prácticas situadas	18
2.3 Figuración	20
2.4 Dipolo modélico figural	23
CAPÍTULO 3.....	27
Metodología.....	27
3.1 Investigación de diseño	27
3.2 Sujetos.....	28
3.3 Descripción de la actividad	28
3.4 Modo de análisis de los resultados.....	30
CAPÍTULO 4.....	31
Resultados y análisis de producciones estudiantiles.....	31
4.1 Dipolo figural de cardiólogos.....	31
4.1.2 Síntesis de análisis de deconstrucción de prácticas del cardiólogo.....	32
4.2 Análisis de figuraciones estudiantiles diseño.....	33
4.2.1 Análisis de la réplica de la selección de una figura.....	33

4.2.2 Síntesis de la réplica de la selección de una figura.....	35
4.3 Análisis réplica de la selección de una figura desde dimensiones del dipolo figural.	
Primer diseño	35
4.3.1 Síntesis réplica de la selección de una figura desde dimensiones del dipolo figural	37
4.4 Análisis de la réplica de un electrocardiograma desde dimensiones del dipolo figural.	
Segundo diseño	38
4.4.1 Síntesis del análisis de la réplica de un electrocardiograma desde dimensiones del dipolo figural	41
4.5 Análisis de la modelación figural estudiantil desde un electrocardiograma que exhibe alteraciones.....	42
4.5.1 Síntesis análisis de modelación figural estudiantil desde un electrocardiograma que exhibe alteraciones.....	43
4.6 Modelación figural estudiantil desde la descripción	44
4.6.1 Análisis inmersión en el electrocardiograma profesional	44
4.6.2 Síntesis del análisis de inmersión en el electrocardiograma profesional	47
4.6.3 Informando de su corazón al paciente, desde el electrocardiograma	47
4.7 Elementos precursores del dipolo modélico figural electro/corazón	50
CAPITULO 5.....	52
Conclusiones	52
Proyecciones	54
Bibliografía	55
Linkografía.....	58
ANEXOS	59
ANEXO 1. Diseño inicial	59
ANEXO 2. Transcripciones diseño inicial “Modelando el ritmo del corazón (I)”	63
ANEXO 3. Segundo diseño	75
ANEXO 4. Transcripciones segundo diseño “Modelando el ritmo del corazón (II)”	79

Introducción

Este estudio se inscribe en el interés por acercar la matemática a la cotidianidad e involucrar a los estudiantes y profesores en el ejercicio de la modelación de comunidades de práctica, en específico de la comunidad de cardiólogos.

En aulas de matemáticas se vivencian actividades en que los estudiantes de enseñanza media recurren a matemáticas del diario vivir, pero que muchas veces no lo reflejan en sus resultados en el aula. Se ha puesto en evidencia que el discurso de matemática escolar está centrado en objetos matemáticos que se estudian a través de la incorporación de ciertos algoritmos y nemotecnias. Lo anterior, genera una interrogante ¿qué proceso debemos vivir en el saber/hacer matemático para que el aprendizaje esté centrado en las prácticas sociales y no en los objetos presentados en el discurso de matemática escolar? (Reyes-Gasperini, Cantoral, 2014, pág. 362).

Durante la pandemia el MINEDUC presentó una priorización curricular, “currículum de campaña”, que debe ser objeto de enseñanza en el aula de las matemáticas, y que expresa de forma clara la problemática existente en torno a los contenidos mínimos obligatorios normados en años anteriores y su relación con la modelación matemática. Las evaluaciones estandarizadas nacionales e internacionales dan cuenta de magros resultados en la habilidad de modelar. En el nivel escolar, la modelación se estudia como una aplicación, en el sentido de resolver una fórmula a base nemotecnias y/o replicando una gráfica del mismo fenómeno más que modelar una situación.

Se presenta una situación en la que estudiantes pondrán en escena elementos de figuración al momento de modelar un fenómeno que aborda la comunidad de cardiólogos. Esta se aplicó a ocho grupos de estudiantes de un establecimiento educacional de duodécimo año de escolaridad.

Se propone la construcción de dipolos figurales. Al decir de Carrasco, Díaz y Buendía (2014) las prácticas de figuración centran la mirada en el acto de figurar, es decir, de construir la figura o de interpretarla.

La figuración ha estado presente desde la prehistoria. Son ejemplos los petroglifos figurativos o representativos que simbolizan figuras, ya sean humanas o animales

encontrados en el Valle del Encanto en Chile y los ciclos pictóricos y artísticos de la Cueva de Altamira en España.

La escuela socioepistemológica ha estudiado con particular atención las figuraciones de Oresme de fines de la edad media y las gráficas cartesianas de los tiempos modernos. Éstas se han relacionado con figuraciones realizadas por los estudiantes (Carrasco, Díaz, Buendía, 2014).

Cuando los estudiantes elaboran figuras enactan conjuntos de ideas y de acciones que relacionan fenómenos y herramientas matemáticas. Lo hacen de modo intuitivo. El aula no cuenta con elementos de modelación figural para interpretar esas figuras y lo que cada estudiante comunica con ellas. En este trabajo se busca identificar elementos precursores de modelación figural desde una perspectiva que la concibe como la articulación de dos entidades, desde la operatividad de una de ellas para intervenir en la otra (Arrieta y Díaz, 2015).

El primer capítulo inicia con antecedentes e indagaciones educacionales resultados de pruebas estandarizadas y textos escolares que dan cuenta de una problemática, siguen la pregunta orientadora y objetivos de la investigación. Cierra el capítulo presentando justificaciones y limitaciones del estudio.

El segundo capítulo presenta el marco teórico desde el que se fundamenta la investigación: estudios sobre la modelación, el acto de modelar, dipolos modélicos, comunidades de práctica y modelación figural.

El capítulo tercero describe la metodología que da marco a las actividades realizadas. Se recurre a un diseño proveniente de una línea de investigación (Arrieta y Díaz, 2015) que se aplica a estudiantes del segundo ciclo medio.

En el cuarto capítulo se presenta la información proveniente de las producciones estudiantiles y sus análisis. Éstas últimas toman base en los estudios de Galicia (2014) Carrasco, Díaz, Buendía (2014) Arrieta y Díaz (2015) en cuanto a dipolos modélicos que se reportan configurados por las dimensiones de metáforas de base, herramientas, argumentos e intenciones. Las dimensiones de herramientas, argumentos e intenciones provienen de Arrieta y Díaz (2015). Por su parte de Carrasco, Díaz y Buendía (2014) se añade la dimensión de metáforas de base requeridas para interpretar figuraciones.

El trabajo finaliza con proyecciones que visualizan siguientes estudios. Se recomienda dar forma a dipolos modélicos figurales de otras comunidades de práctica, tales como aquellos cuyos modelos figurales son el electroencefalograma y las figuras de un osciloscopio, provenientes de las prácticas recurrentes de neurólogos y de electromecánicos.

CAPÍTULO 1

El problema

1.1 Antecedentes

En la actualidad, la modelación matemática se ha consolidado a nivel internacional como un dominio de investigación al interior de la Educación Matemática (Blum, Galbraith y Niss, 2007). Se ha reportado que no existe una comprensión homogénea sobre el significado de la modelación matemática en la investigación en Educación Matemática ni de sus implicaciones para el aula de clases (Kaiser y Siriman, 2006; Villa-Ochoa, 2013).

En relación a las Bases Curriculares Chilenas para la enseñanza media, estas consideran en forma transversal habilidades de pensamiento que permitan solucionar situaciones diversas:

Comprender las matemáticas y aplicar los conceptos y procedimientos a la resolución de problemas reales, es fundamental para los ciudadanos en el mundo moderno. Para resolver e interpretar una cantidad cada vez mayor de problemas y situaciones de la vida diaria, en contextos profesionales, personales, laborales, sociales y científicos, se requiere de un cierto nivel de comprensión de las matemáticas, de razonamiento matemático y del uso de herramientas matemáticas (Mineduc, 2016).

El Curriculum da relevancia al modelamiento matemático, siendo concebido como una habilidad que logre que los estudiantes construyan una versión simplificada y abstracta de un sistema que opera en la realidad, que capturen los patrones clave y los expresen mediante símbolos matemáticos (Mineduc, 2016).

Las Reformas Curriculares, con la propuesta de centrarse en el desarrollo de competencias y habilidades con base en las estrategias de resolución de problemas, de modelaciones como graficaciones y numerizaciones tabulares, formulan cambios en la epistemología de la didáctica en matemática.

Sin embargo, a pesar de la importancia concedida al desarrollo de esta habilidad, la enseñanza de la modelación sigue siendo homogénea o con base a una línea de investigación, soslayando otras que permitan constructos más amplios.

En la modelación dispuesta en los planes y programas del Ministerio de Educación para matemáticas en la enseñanza media, se puede observar que la modelación está asociada a la aplicación de expresiones analítico-algebraicas en lugar de modelar una situación o un fenómeno. Lo anterior se sustenta en el texto de Guía Didáctica al mencionar que “El énfasis de la unidad de álgebra y funciones consiste en modelar situaciones de cambio exponencial [...]” (Mineduc, 2016). Lo antedicho se ilustra en el siguiente enunciado de un texto escolar de 4° Año Medio:

15. CONEXIÓN CON LA BIOLOGÍA ▶ Una de las funciones que se emplean para modelar el crecimiento de una población de animales o la propagación de enfermedades es la llamada “función logística”. Este modelo, en su forma más simple, se define como:

$$P(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}}$$

donde P corresponde a la población en el instante de tiempo t .

a. Usando un *software*, grafica la función anterior.

Figura 1. Texto Escolar de 4° Año Medio (Mineduc, 2019).

Se evidencia que modelar se restringe a aplicar una regla funcional según un proceso mecanicista y con base a algoritmos y mnemotecnias. Se asume la regla funcional por sobre modelar fenómenos de cambio o variación con relación a los modos de modelar de comunidades de práctica.

De hecho, los lineamientos oficiales de la modelación suelen estar asociados a aplicaciones, tal como se muestra en la siguiente imagen:

Biología

9. En epidemiología se utilizan diversos modelos matemáticos para representar el número de personas contagiadas por una enfermedad. Por ejemplo, el número de personas contagiadas por un virus está dado por la función

$$f(t) = \frac{10\,000 \cdot (2,72)^t}{(2,72)^t + 9000}, \text{ donde } t \text{ es la cantidad de días.}$$

a. ¿Cuántos contagiados se espera que habrá luego de 1, 4 y 10 días?

b. Grafica la función en GeoGebra. ¿Qué ocurre al cabo de mucho tiempo? Comenta tu respuesta con tu curso.

c. ¿Es una función creciente o decreciente?

Usa una calculadora para realizar los cálculos.

Figura 2. Texto Escolar de 4° Año Medio (Mineduc, 2022).

La figura muestra al estudiante una situación narrada de un contexto aparentemente biológico, enfatizando la expresión analítica-algebraica por sobre la construcción propia del estudiante. Aún más, ésta concibe que la función deba ser graficada en software computacional para luego dar respuesta a las preguntas limitadas respecto a la situación planteada. Se explicita el uso de calculadora para realizar los respectivos cálculos de la función entregada.

En lo que respecta a la gráfica cartesiana escolar, como objeto matemático es la principal herramienta que presenta el curriculum para la figuración del cambio. A continuación se muestra una imagen del Texto Escolar de 4° Año Medio, donde se visibiliza la construcción de modelos con la función potencia:

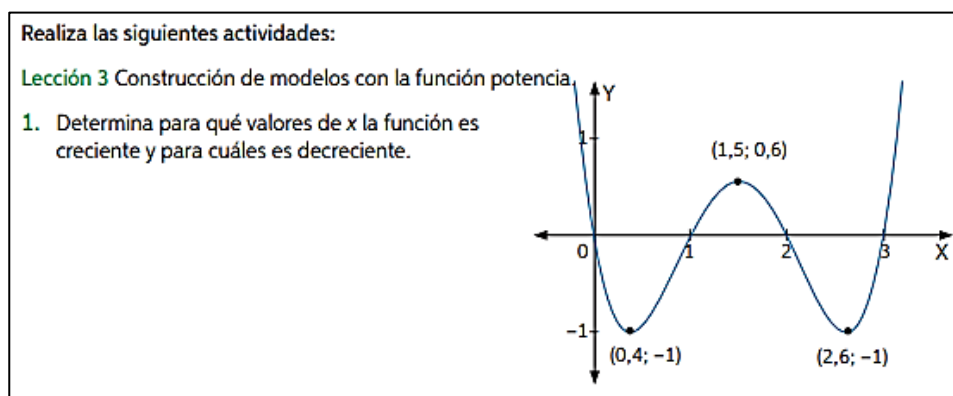


Figura 3. Captura de Texto Escolar de 4° Año Medio (Mineduc, 2022).

El marco de referencia que actualmente presenta el sistema escolar con respecto a las gráficas, no permite que estas puedan ser consideradas como un medio de figuración y sólo son la representación de una función. La línea de investigación que presenta una postura respecto a la interpretación de las gráficas que realizan los estudiantes, es la socioepistemológica de Suárez y Cordero (2010) que contempla el binomio modelación-graficación. Para estos autores la modelación es más explícita, ya que, se refieren a situaciones o fenómenos a modelar. Se plantea un fenómeno, luego se describe a partir de la modelación con gráficas, se analiza a partir de las simulaciones de diversas características de la situación y se regresa a la situación, formando de esta manera un ciclo.

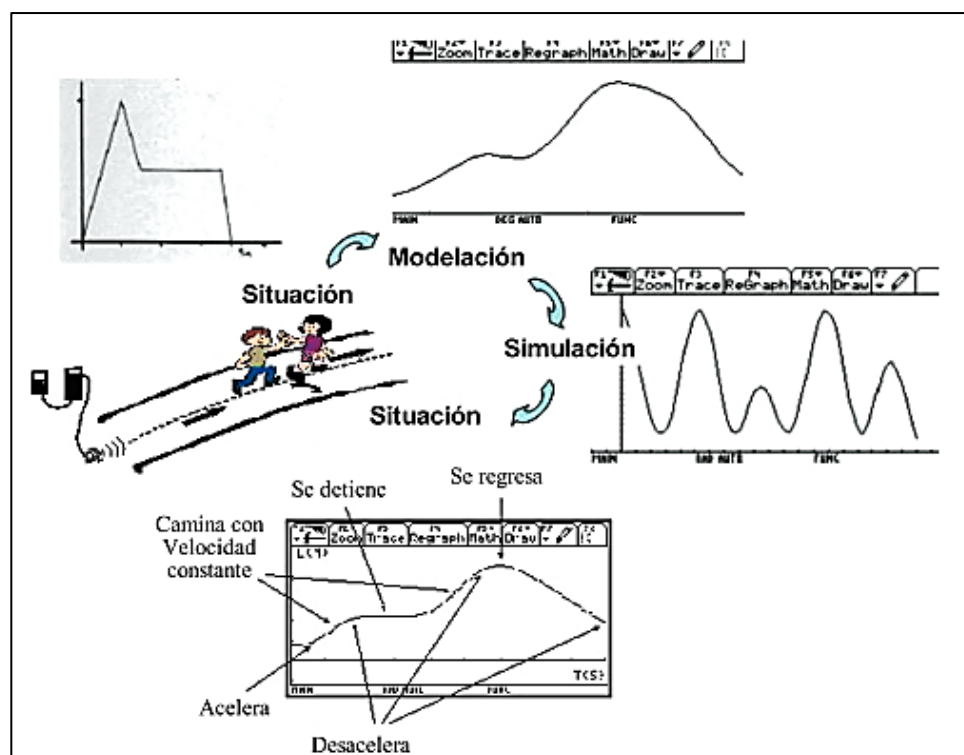


Figura 4. Ciclo situación-modelación-simulación-situación propuesta (Suárez y Cordero, 2018, p.57).

Se ha reportado modelación mediante una actividad estudiantil en ambiente tabular, aportando evidencias, por una parte, acerca de las complejidades de la actividad que considera celdas e interceldas y, por otra, se relevan los obstáculos emergentes en el trabajo con tablas (Curiqueo, Díaz, Núñez y Zambrano, 2016).

En los antecedentes recopilados, se puede tener una amplia mirada a cerca de la modelación y que muestra lo que está sucediendo en el ámbito educativo, ¿cómo se enseña?, ¿qué queremos enseñar?, ¿qué tipo de modelación se está enseñando en la escuela?, ¿se está considerando la modelación figural como una propuesta de enseñanza en las aulas de matemáticas? Preguntas que devienen de una línea de estudio para trabajar con actividades que permitan establecer la figura como objeto de estudio en el aula cuando los estudiantes modelan un fenómeno.

1.2 Problemática

Se instala la problemática de que la figura no es objeto de estudio del aula de matemáticas. Al representar una función sobre un plano cartesiano, este juega un rol de fondo para la figura principal que es la curva, la cual invisibiliza al propio plano cartesiano, concurriendo obstáculos para la actividad matemática de los estudiantes en este registro y en su desplazamiento reversible con otros registros como el algebraico y el tabular (Carrasco, Díaz, Buendía, 2014).

En consecuencia, interesa abordar la problemática atendiendo, por una parte, al uso de las figuras en aula de clases y al uso que les dan comunidades de prácticas no escolares; más específicamente se identificará una de las figuras con la que modelan cardiólogos respondiendo a la pregunta ¿Qué herramientas, argumentos, intenciones y metáforas de base ostentan al modelar?

Se sostiene que la modelación en el aula y las prácticas recurrentes de modelación de comunidades no escolares, se articulan con base en una enseñanza de esta modelación figural desde una perspectiva socioepistemológica que propone este estudio. Asimismo aporta con eslabones que acercan a la escuela y los entornos no escolares.

1.3 Planteamiento del problema

En el marco mayor de la desvinculación entre las matemáticas de la escuela y las del entorno, se observa que la modelación matemática del aula suele remitirse a trabajar con ejercicios de funciones, en tanto que, las comunidades de prácticas recurren a herramientas matemáticas situadas.

En particular la comunidad de cardiólogos usa de modo cotidiano figuras de electrocardiogramas provenientes de sus pacientes y toma decisiones respecto de la fisiología de sus corazones. En esta práctica recurrente ellos articulan la figura del electrocardiograma con la conducción eléctrica del corazón.

Interesa validar a nivel piloto una modelación figural en el aula de matemáticas de la escolaridad obligatoria, reportando desde las dimensiones de herramientas, argumentos,

intenciones y metáforas de base de esa modelación figural, elementos precursores del dipolo modélico electro/corazón de la comunidad de cardiólogos.

1.4 Pregunta orientadora

¿Qué elementos precursores de dipolos modélicos electro/corazón presentan elaboraciones estudiantiles?

1.5 Hipótesis interpretativa

Con base en diseños de modelación que se inscriben en una perspectiva socioepistemológica, estudiantes presentan elementos precursores del dipolo modélico electro-corazón propio de prácticas de cardiólogos.

1.6 Objetivos de la investigación

1.6.1 Objetivo general

Determinar elementos precursores de dipolos modélicos electro/corazón que emergen en la modelación figural de estudiantes, con base en una práctica recurrente de la comunidad de cardiólogos.

1.6.2 Objetivos específicos

- a) Describir elementos del dipolo modélico profesional electro/corazón, determinando herramientas, intenciones, argumentos y metáforas de base (para ondas, segmentos y longitudes de segmentos).

- b) Determinar elementos precursores del dipolo modélico estudiantil electro/corazón, que emergen promovidos por un diseño de modelación figural con base en una práctica recurrente de la comunidad de cardiólogos.

1.7 Justificación

El interés por desarrollar esta investigación parte de situaciones observadas en textos escolares. Cómo lo mencionan Arrieta y Díaz (2015) son realidades maquilladas como situaciones aparentemente posibles. Junto con los estudios realizados presentados anteriormente, conforman antecedentes de la problemática, dando cuenta que la figura aún no ha sido objeto de estudio en las aulas de matemáticas.

Interesa abordar esta situación propiciando la emergencia de la figura con base en una perspectiva de modelación que favorezca la enacción de elementos de modelación figural. Dando oportunidad para que emerjan herramientas, metáforas de base, intenciones y argumentos durante la actividad estudiantil en ambiente figural.

Se suscribe la necesidad de que modelar se constituya como una práctica recurrente en las aulas de matemáticas. Que propicie, entre otros aprendizajes matemáticos escolares pendientes, construcciones semánticas de modelos para las figuras.

Estas juegan un importante rol en la comunicación cotidiana de los jóvenes. Inmersos estudiantes y profesorado en la cultura de la imagen las figuras vienen a aportar a la necesaria comunicación entre ambos mundos. Y también a las prácticas de modelación en la vida cotidiana y laboral, ampliándose su uso recurrente en nuestras sociedades desde los tiempos modernos.

Se requiere establecer puentes entre las matemáticas del aula con las matemáticas del entorno. Con una ilustración de hace 30 años Carraher, Carraher y Schielmann (1991, op. cit., Arrieta y Díaz, 2015) reportan esa desconexión en su libro “En la escuela diez, en la vida cero” o al revés, en la escuela un siete y en las “compras” un cero, podríamos decir hoy. Se considera que las matemáticas debiesen ser una herramienta para la vida de las personas, que les apoye en sus quehaceres cotidianos, ciudadanos y profesionales, presentes y futuros, y no solamente satisfacer las necesidades del ámbito escolar.

Se hace urgente abordar la separación de las matemáticas del aula y las de la vida. Una alternativa de acción son las actividades de modelación figural, validando diseños de enseñanza para los aprendizajes matemáticos con base a prácticas de comunidades de profesionales.

1.8 Limitaciones

El estudio considera a grupos de estudiantes de dos cursos de enseñanza media Científico – Humanista. Por tratarse de un trabajo exploratorio no se busca llegar a explicaciones generalizadas. Más bien se trata de presentar evidencias provenientes de desarrollos estudiantiles que exhiben elementos precursores de modelación figural de la comunidad de cardiólogos.

El estudio al considerar elementos precursores de dipolos modélicos electro/corazón, hace que para las futuras investigaciones, se pueda detallar con otras modelaciones, como las modelaciones tabular y algebraica, con base en experimentación discursiva.

Los diseños implementados podrán afinarse en sucesivas aplicaciones de modo de enriquecer los análisis de las dimensiones de los dipolos modélicos figurales en juego.

CAPÍTULO 2

Marco Teórico

2.1 Modelación

Blomhøj (2008, tomado de Díaz, 2015) clasifica cinco artículos presentados en el Grupo de Trabajo 21 de ICME 11, recurriendo a la matriz que levantan Kaiser y Sriraman (2006) en las seis aproximaciones que ellas distinguen, a saber:

Realista, que recurre al ciclo de modelación para analizar prácticas o problemas de la vida real. Contextual, que pone el foco en estimular actividades de modelación. Enseñanza aprendizaje matemático, centrada en el diseño y análisis de tareas de modelación con respecto a intencionalidades particulares para el aprendizaje estudiantil. Epistemológica, que refiere al modelo realístico de la matemática y a la aproximación de la teoría antropológica de lo didáctico. Cognitiva, que usa la estructura de los procesos de modelación para identificar las habilidades cognitivas necesarias para modelar una situación; y Socio-crítica, cuyo eje lo constituye la potencia formadora de la modelación para la reflexión, la crítica y el empoderamiento de los estudiantes (Kaiser y Sriraman, 2006, p. 34, en Curiqueo, Núñez y Zambrano, 2017)

Córdova (2011) reporta dos tendencias sobre la visión de la modelación en educación matemática. Una que la concibe como un proceso o actividad que selecciona un problema, situación o fenómeno externo a las matemáticas para ser explicado y/o resuelto en el dominio de las matemáticas; y, otra que comprende a la modelación desde la enseñanza para los aprendizajes, perspectiva en la que puede jugar tanto el rol de objeto de enseñanza como el de medio para enseñar matemáticas (Córdova, 2011). Este autor refiere en la perspectiva de proceso a Kaiser y Maab (2007), Diéguez y otros (2003) y Villa (2007) y

bajo el enfoque de objeto o medio para la enseñanza Castro (2000), Biembengut y Hein (s.f.), Bassanezi y Biembengut (1997) (op. cit., 2011).

Para Arrieta y Díaz (2015) la modelación es una práctica de articulación de dos entes, para actuar sobre uno de ellos, llamado lo modelado, a partir del otro, llamado modelo. Desde esta perspectiva, no existen modelos y sus matemáticas, independientes de quien modela y de la comunidad que le da cabida (Díaz y Núñez, 2019).

Cuando se interviene en el corazón del paciente, se actúa en una entidad a partir de otra, a la que Arrieta y Díaz (2015) le denominan el “acto de modelar”. Para estos autores, dicho acto es un elemento que permite clasificar y discriminar, distinguiendo prácticas de modelación de las que no son. El cardiólogo está modelando cuando analiza la salud del corazón del paciente a partir de una gráfica.

2.2 Prácticas situadas

El constructo de prácticas sociales agrupa teorías que consideran fundamentales a las prácticas para comprender el mundo social (Ariztía, 2017). Entre los trabajos teóricos recientes al respecto, reporta este autor, “a la Teoría de las Prácticas Sociales como un intento por evitar el tradicional dualismo de la teoría social con base al concepto de práctica, la cual... es definida como el entrecruce de materialidades, sentido y conocimiento práctico”.

Por su parte la escuela socioepistemológica articula los siguientes momentos para concebir la práctica social:

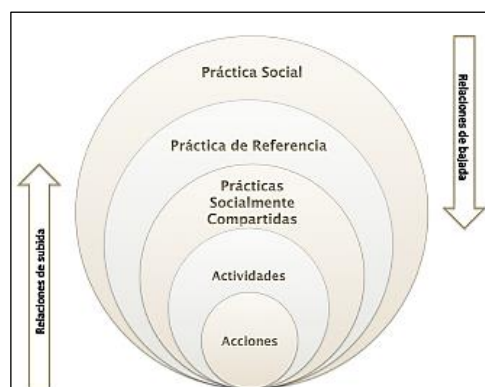


Figura 5. Modelo de anidación de prácticas (Cantoral, Montiel y Reyes-Gasperini. 2015, p. 13).

Este modelo articula los siguientes momentos: de la *acción* directa del sujeto ante el medio, a su organización como una *actividad humana* situada socioculturalmente, para perfilar una *práctica socialmente compartida*, que cae bajo la regulación de una o varias *prácticas de referencia* –la expresión material e ideológica de un paradigma – que a la vez son normadas por la *práctica social* (Cantoral, 2013).

La desvinculación entre el ejercicio de prácticas de comunidades no escolares y las escolares ha llevado a plantear la contextualización de las matemáticas. Si bien forzar a la matemática entrar al aula mediante situaciones artificiales ha agravado el problema. El siguiente esquema grafica tal desvinculación.

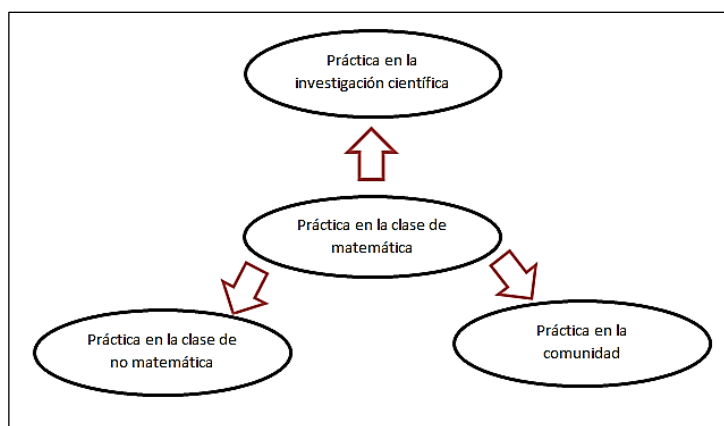


Figura 6. Desvinculación de prácticas (tomada de Galicia, 2014, pág. 10).

Por su parte, la noción de Práctica Situada es construida por los autores Lave y Wenger (1991). Ellos la entienden como:

Un proceso que ocurre dentro de un marco de participación, no en una mente individual. Significa, entre otras cosas, que aprender es mediado por diferencias de perspectivas entre los co-participantes. Es la comunidad, o por lo menos aquellos participantes del contexto de aprendizaje, que aprende en esta

definición. Aprender, como debe ser, implica su distribución entre los co-participantes, no un acto personal (Lave y Wenger 1991; en Novelino, 2016, p45).

En particular distinguen a los participantes legítimos de una comunidad de prácticas situada respecto de aquellos periféricos, aunque legitimados. Por ejemplo, en una comunidad de artesanos talabarteros, un/a joven aprendiz será un/a participante periférica legitimada en esa comunidad.

Las prácticas situadas o prácticas de comunidades serán puestas en escena en el aula de modo que las matemáticas que habitan en la práctica de los profesionales habiten de una manera análoga en esta.

Arrieta y Díaz (2015, p. 27) suscriben esta noción de práctica situada complementando con referencias de sentido desde Heidegger (1999), Lave (1988) y De Certeau (2000).

2.3 Figuración

La investigación reporta elaboraciones estudiantiles figurales, con el propósito de dar cuenta del comportamiento del corazón. Las prácticas de figuración centran la mirada en el acto de figurar, es decir, de construir la figura o de interpretarla. Carrasco, Díaz y Buendía (2014) conciben a la figura como un conjunto de líneas que dibuja el estudiante, en dos dimensiones, con aspectos ostensibles y no ostensibles de un fenómeno; y, por figuración de dicho fenómeno cuando sus elementos son significados como aspectos de este.

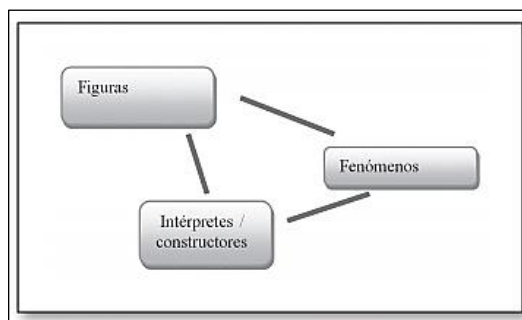


Figura 7. Relaciones en prácticas de figuración (Carrasco, Díaz y Buendía. 2014, p.366).

Por su parte, Oresme propone la figuración que muestra la figura 1. En ella el segmento horizontal figura la duración de la presencia de la cualidad que se estudia.

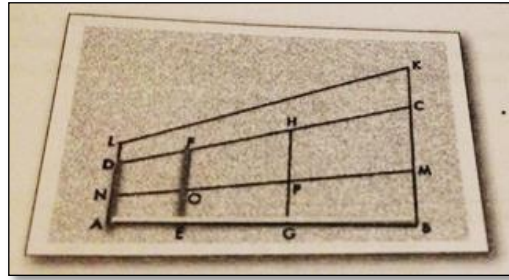


Figura 8. Figuración de la Cualidad de Oresme. Fuente: Carrasco, Díaz y Buendía. 2014.

Cuando los estudiantes figuran, se enactan aquellos conjuntos de ideas y de acciones con base en la historia ininterrumpida de coordinaciones con los entornos, con los otros, con quienes ha vivido, así como con los otros que concurren el aula, modificándolos y modificándose en la medida en que actúan (op. cit, 2014).

En el proceso de estudio de entendimientos estudiantiles el espacio epistémico de figuración permite atender formas de conocer y de actuar cuando el estudiante figura, ya que se puede observar una construcción que se basa en sus estructuras biológicas dotadas de autonomía operacional e insertas en los subsistemas biológicos y socioculturales. A continuación, se ilustra el espacio epistémico de figuración:

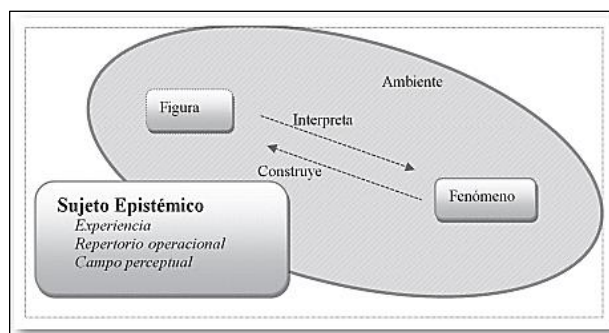


Figura 9. Espacio Epistémico de figuración (Carrasco, Díaz y Buendía. 2014, p.368).

Comprender estas prácticas socio escolares de figuración de fenómenos con que se comunican los estudiantes, emerge como una tarea necesaria en educación matemática. El

análisis de las figuras realizadas por los estudiantes, pone en evidencia sus interpretaciones y comprensiones de una situación. (Curiqueo, Díaz, Núñez y Zambrano, 2017).

Más específicamente sus producciones aportan evidencias por una parte, acerca de las complejidades de la actividad en un ambiente figural que aspira a comunicar características de un fenómeno en un contexto no familiar, y por otra, relevan la importancia de considerar a las prácticas socio escolares de figuración como objetos de preocupación didáctica en aulas de ciencias así como sus desplazamientos hacia los protocolos gráficos de la actividad científica escolar tal como el plano cartesiano en aulas de matemáticas (op. cit, 2017).

Al decir de Cordero, Cen y Suárez (2010) en Carrasco, Díaz y Buendía (2014), la graficación cartesiana es una práctica en el seno de diversas instituciones, entre ellas la escuela, en la que permanece y se desarrolla desde el discurso matemático escolar. En este trabajo no se estudia la gráfica cartesiana desde su operatividad matemática, sino que se busca que ella aparezca en el ejercicio de prácticas (Cantoral, Farfán, Lezama, Martínez-Sierra, 2006) configurando una epistemología de figuras y prácticas que den base de significación a la matemática escolar (op. cit, 2014).

Con base en los propósitos comunicativos de las figuras, sus símbolos centrales y su sintaxis, se rehacen los argumentos de los estudiantes.

... aquellos símbolos que devienen en signos según su connotación o denotación respecto de lo que quien figura desea comunicar. Explicitar la narración de la figura lleva a establecer su estructura argumental, las herramientas que concurren a configurar la narración, y los significados que entran en juego en ella.

(Carrasco, Díaz y Buendía, 2014, pág. 370)

Interesa al estudio además, conocer las intencionalidades de los estudiantes al momento de figurar, por la cual se combina con el marco anterior de figuración. Al decir de Arrieta y Díaz (2015),

... para que las prácticas de las comunidades puedan ser base de diseños de aprendizaje, éstas deben someterse a un proceso de deconstrucción. La deconstrucción de prácticas es un análisis exhaustivo de la práctica situada. Su interés está puesto en dilucidar las intenciones de los actores para hacer lo que hacen; entender los procesos que desarrollan, identificando las redes de prácticas que ejercen; distinguir las herramientas con las que actúan, materiales o no; y determinar los argumentos con que justifican su acción.

El diseño de la secuencia de estudiantes toma base en el marco de comunidades de práctica propuesta por Arrieta y Díaz (2015). Desde este marco se consideran las dimensiones de herramientas, argumentos e intenciones. Por su parte de Carrasco, Díaz y Buendía (2014) se añade la dimensión de metáforas de base que configura la episteme de esta práctica de figuración de los estudiantes.

2.4 Dipolo modélico figural

En la perspectiva socioepistemológica de modelación de Arrieta y Díaz (2015) interesa que los estudiantes establezcan dipolos modélicos mediante la articulación de dos entidades para, desde la operatividad de una de ellas, intervenir en la otra. Lo anterior se ejemplifica al articular una tabla de datos, o una figura, o una gráfica o una expresión algebraica con un fenómeno. Tal articulación constituirá, para la vivencia del estudiante que modela, una nueva entidad, el dipolo modélico (op. cit. p.35). Al decir de Arrieta y Díaz (2015)

La articulación de los entes iniciales da lugar a un nuevo ente, al modelo (mo) que resulta adherido a lo modelado (ma). Tal articulación constituye una nueva entidad para la vivencia de quien modela y que podemos denotar (ma, mo) y que nominamos *dipolo modélico* (DM) (op. cit., 2015, p. 35).

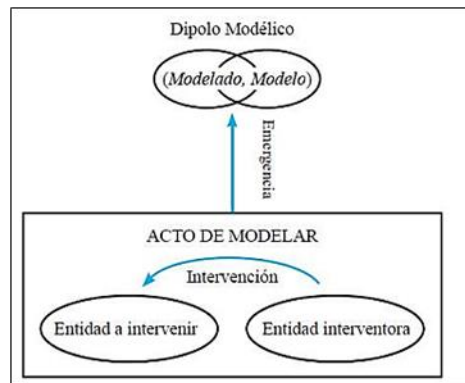


Figura 10. La modelación: El acto de modelar, el modelo, lo modelado, y el dipolo modélico (Arrieta y Díaz, 2015).

De este modo se establece un eslabón que aporta a la continuidad de prácticas de diferentes comunidades, en este caso, cardiólogos y la actividad con matemáticas de los estudiantes. Identificar dipolos modélicos en una comunidad de prácticas que estén a la base de diseños didácticos establece un puente entre los contenidos de las respuestas a las preguntas ¿por qué? ¿Para qué? ¿Cómo? ¿Con qué? de esa comunidad con la práctica situada de los estudiantes.

Ejemplo: Un electro para un niño de ocho años es un pedazo de papel con líneas. Para su padre es resultado de uno de los exámenes solicitados por el médico, pero que no le informa sobre la actividad de su corazón, pues no ha construido el DM (corazón, electro). El cardiólogo tiene un cierto nivel de acceso al corazón de su paciente, al leer una gráfica de su funcionamiento. El electro en la vivencia del niño cobra una naturaleza distinta que para el padre del niño y para el cardiólogo. Este último ha articulado la actividad del corazón con una gráfica: (corazón, electro). El DM es un ente que ni el niño, ni el padre han construido como el cardiólogo y, por tanto, son vivencias distintas. El cardiólogo modela, ellos no (Arrieta y Díaz, 2015, pág. 35).

De la práctica de modelación surgen dipolos modélicos conformados por dos polos y corrientes de atracción. Esto se explica mediante argumentos con los que se justifica, las

herramientas con que operan, los procedimientos con que se hace y las intenciones del porqué se hacen. Estas fuerzas de atracción viven tensionando el modelo con lo modelado. Al decir de Galicia (2014) se distinguen la atracción entre los polos sobre la separación:

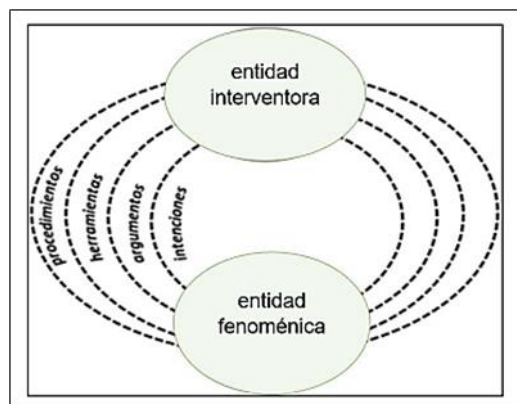


Figura 11. Diagrama dipolo modélico (Galicia 2014, pág. 27).

En la realización de una práctica, es posible que los distintos actores construyan diferentes dipolos, de acuerdo a su acervo experiencial, las herramientas con que disponen, sus intenciones y argumentos con el que lo fundamentan. Puede ser una entidad fenoménica o un ente inicial, pero con diferentes modelos, la que se llama entidad interventora. A partir de un dipolo modélico, se puede interpretar lo que sucede en la experimentación con un gráfico o una fórmula que articula una red de modelos, el modelo con lo modelado. (Galicia, 2014).

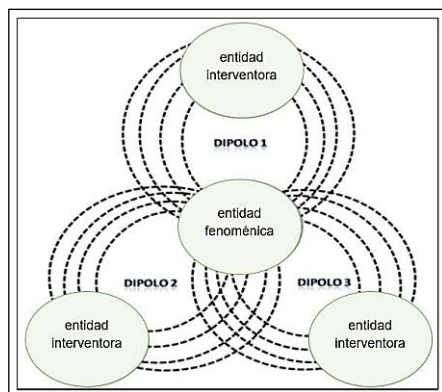


Figura 12. Diagrama red de dipolo modélico (Galicia 2014, pág. 29).

Según el Marco que comprende este estudio, se da cuenta del dipolo modélico electro/corazón, donde la entidad interventora es la figura del electro y la entidad fenoménica es la actividad del corazón. A continuación se ilustra el dipolo figural que se postula por este estudio.

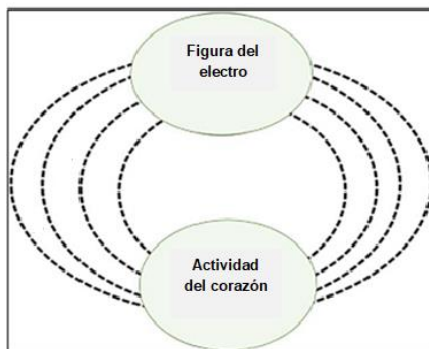


Figura 13. Dipolo modélico electro/corazón. Elaboración propia.

En el marco de comunidades de práctica propuesta por Arrieta y Díaz (2015) se consideran las dimensiones de herramientas, argumentos e intenciones. Por su parte de Carrasco, Díaz y Buendía (2014) se añade la dimensión de metáforas de base que configura la episteme de esta práctica de figuración de los estudiantes.

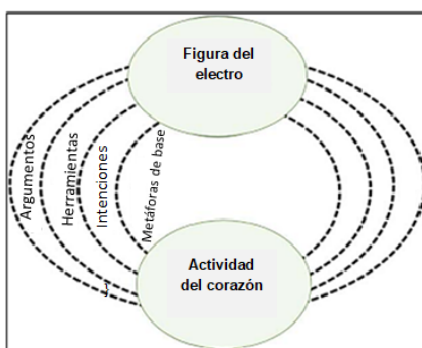


Figura 14. Dipolo modélico electro/corazón desde la deconstrucción de la práctica situada de cardiólogos

CAPÍTULO 3

Metodología

3.1 Investigación de diseño

La investigación está guiada por una pregunta orientadora que se corresponde con el paradigma metodológico de investigación de diseño en un marco de investigación-acción (Molina, 2006). Se pone en escena un diseño de modelación que induce la inmersión de los estudiantes en facetas de una práctica de cardiólogos. El siguiente esquema muestra los ciclos de la investigación-acción.

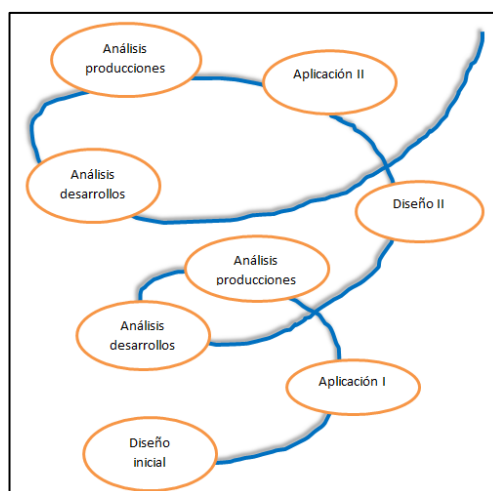


Figura 15. Esquema en espiral de ciclos de investigación-acción. Elaboración propia.

Esta metodología cualitativa aborda la enseñanza para los aprendizajes como una ciencia de diseño, con el fin de determinar cómo, diseños y rediseños consecutivos contribuyen al cometido de la formación, fortaleciendo los procesos de enseñanza para los aprendizajes (op. cit., 2006).

El diseño se realiza con base en la deconstrucción de una práctica de modelación, en este caso, una práctica de cardiólogos. Ésta se asume como una fuente de procesos de

matematización en el aula (Galicia, Díaz y Arrieta, 2011). Se identifican argumentos, herramientas, procedimientos e intenciones de la práctica de modelación de cardiólogos con el electrocardiograma, sobre cuya base se diseña una actividad de modelación desde una perspectiva socioepistemológica (Arrieta y Díaz, 2015).

3.2 Sujetos

Se realiza la actividad con estudiantes de segundo ciclo de enseñanza media, de un establecimiento educacional público de la V región.

La actividad que propicia la modelación fue trabajada por 32 estudiantes en total. En la primera actividad participaron tres grupos de cuatro estudiantes y en la segunda actividad, cinco grupos de cuatro estudiantes.

3.3 Descripción de la actividad

La actividad de los estudiantes inicia con su inmersión en elementos de cardiología y sigue con una práctica de modelación de cardiólogos.

El primer diseño propicia la inmersión de los estudiantes en la figura del electrocardiograma. El segundo diseño les interioriza en componentes principales de un electrocardiograma y con base en un video¹, se les presenta el sistema de conducción del corazón (figura 15).

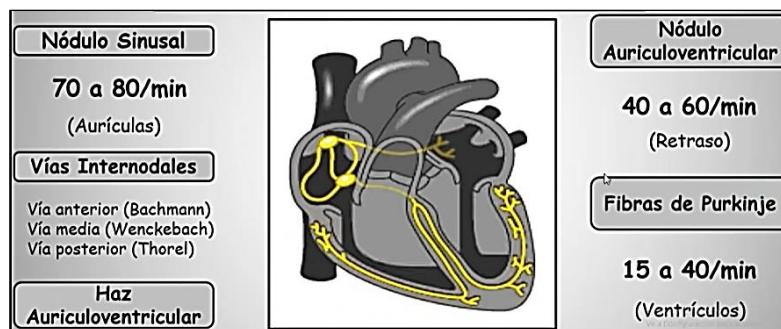


Figura 16. Sistema de conducción eléctrica del corazón. Captura de video en Guía Med.

¹ Extraído de electrocardiograma normal Guyton. Guía Med, <https://www.youtube.com/watch?v=3zmupcnY9Xo&t=207s>

Los estudiantes vivenciaron actividades provenientes de dos diseños que los introducen en una situación desde una figura y luego les insta a modelar en ambiente figural.

Se les solicita replicar figuras de electrocardiogramas. Se presentan elementos que propicien la inmersión de los estudiantes en los conceptos de cardiología y su relación con la figura del electrocardiograma. Y expresan con sus propias palabras el funcionamiento del corazón de la persona a quien corresponde un electrocardiograma.

Los desarrollos de los estudiantes se transcriben para su respectivo análisis.

Diseño inicial “Modelando el ritmo del corazón (I)”

El diseño inicial (Anexo 1) es de tipo discursivo, compuesto por los siguientes elementos:

- a) Narración del fenómeno.
- b) Imagen de un electrocardiograma cuyo fondo está representado por cuadrículas como papel milimetrado.
- c) Descripción narrada del fenómeno y de los componentes de la figura.
- d) Le siguen tres preguntas donde los estudiantes deben analizar y argumentar a partir de la figura el fenómeno.

Segundo diseño “Modelando el ritmo del corazón (II)”

El diseño “Modelando el ritmo del corazón (II)” (Anexo 3) es también una modelación discursiva, focalizando en los componentes del electrocardiograma y argumentos realizados por los estudiantes con los siguientes elementos:

- a) Narración del fenómeno.
- b) Imagen de un electrocardiograma cuyo fondo está representado por un plano de tipo cartesiano, cuyo eje vertical (V) representa el voltaje con que es medida la

intensidad eléctrica del corazón y una parte horizontal (t) que representa el tiempo transcurrido de cada onda e intervalo del electrocardiograma.

- c) Descripción narrada del fenómeno y de los componentes de la figura por parte del estudiante.
- d) Le siguen cinco preguntas donde los estudiantes deben analizar, argumentar y modelar a partir de la figura el fenómeno.

3.4 Modo de análisis de los resultados

El estudio analiza figuras estudiantiles, evidenciando desde el marco de comunidades de práctica propuesta por Arrieta y Díaz (2015) herramientas, argumentos e intenciones. Por su parte de Carrasco, Díaz y Buendía (2014) se añade la dimensión de metáforas de base.

CAPITULO 4

Resultados y análisis de producciones estudiantiles

4.1 Dipolo figural de cardiólogos

A continuación, se presentan los análisis de la figura del electrocardiograma como parte de una práctica situada de la comunidad de cardiólogos. El esquema que configura el dipolo de cardiólogos se presenta en la figura 17.

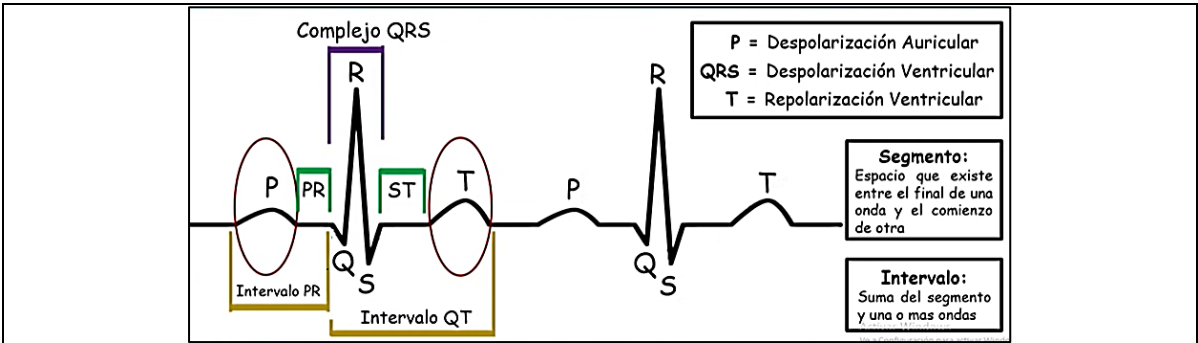


Figura 17. Figura del electrocardiograma. Captura de video en Guía Med.

Herramienta(s)	Intenciones(os)	Metáfora(s) de base	Argumento(s)
Elementos distintivos del electro: Intervalo PR Intervalo QT Complejo QRS Segmento PR Segmento ST Ondas	La intención del cardiólogo es conocer y tomar decisiones respecto de la actividad del corazón de sus pacientes.	Intervalo como suma de segmento y una o dos ondas. Onda P como despolarización auricular. Onda QRS despolarización ventricular. Onda T como	La forma del complejo QRS se corresponde con el proceso de despolarización ventricular del corazón.

		repolarización ventricular.	
--	--	--------------------------------	--

Tabla 1. Dipolo figural de cardiólogos

4.1.2 Síntesis de análisis de deconstrucción de prácticas del cardiólogo

El análisis de los desarrollos de los cardiólogos evidencia que el intervalo RR es la distancia entre dos ondas R sucesivas. Se mide desde el inicio de una onda R hasta el inicio de la onda R siguiente.

Se puede observar que la comunidad de cardiólogos comunica que el complejo QRS se mide desde el comienzo de la onda Q o de la onda R hasta el final de la onda S.

Por otra parte, el intervalo QT se mide desde el inicio del complejo QRS hasta el final de la onda T. Ésta representa la duración de la sístole eléctrica ventricular (el conjunto de la despolarización y la repolarización).

El segmento ST representa la primera parte de repolarización ventricular. El segmento ST es la línea de segmento recto desde el final del complejo QRS al comienzo de la onda T.

Se evidencia que la intención del cardiólogo es conocer y tomar decisiones respecto de la actividad del corazón de sus pacientes, por lo que se origina el dipolo modélico figural del cardiólogo mediante sus cuatro dimensiones.

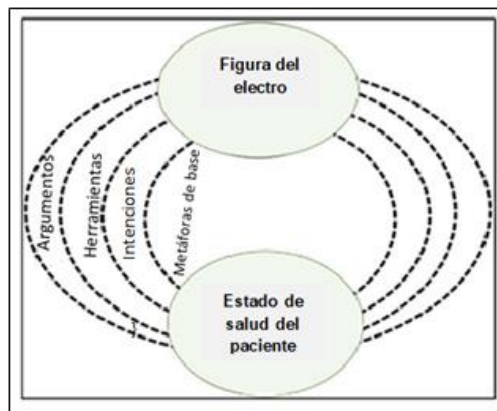


Figura 18. Dimensiones del dipolo modélico figural del cardiólogo

4.2 Análisis de figuraciones estudiantiles diseño

Se consultó la esquemática para interpretar las figuraciones estudiantiles. Ésta ciencia de la comunicación visual estudia los esquemas como lenguaje gráfico y la esquematización como proceso creativo de diseño (Carrasco, Díaz y Buendía, 2014). Se suscribe la propuesta de estos autores para un primer análisis de las figuras: “Toda figura se compone de elementos que se ofrecen a la exploración volitiva de quién mira. Estos se articulan en una sintaxis que, desde las propiedades perceptivas... (de) la Gestalt... hacen emerger a la cognición lo que se figura” (Op cit, 2014, p. 369).

Se procura que los estudiantes se familiaricen con la figura del electrocardiograma solicitándoles que repliquen la figura de una parte de un electrocardiograma y enseguida la figura de un electrocardiograma.

4.2.1 Análisis de la réplica de la selección de una figura

Siguen a continuación análisis de los símbolos centrales y la sintaxis de las réplicas de los grupos. Los grupos seleccionan una parte de una figura que tiene carácter periódico, identificando el segmento periódico, con calidad perceptiva de las partes de cada figura y su articulación, presentando altos niveles de analogía con la figura original.

Grupo 1.1

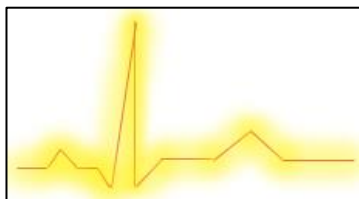


Figura 19. 1.1

Análisis: Presenta una curva de segmentos rectos, propia de una parte periódica del electrocardiograma. Una curva mayor exhibe al complejo QRS, con leve inclinación a la derecha respecto de la curva principal. La línea que describe al segmento es de color anaranjado y con un destaque de color amarillo. La figura ocupa el tercio inferior de un

plano vacío, excepto el complejo QRS que se eleva hasta arriba. Los grupos de líneas horizontales toman dos “alturas”, el grupo a la derecha del complejo QRS sube un poco.

Tabla 2. Grupo de estudiantes 1.1

Grupo 1.2

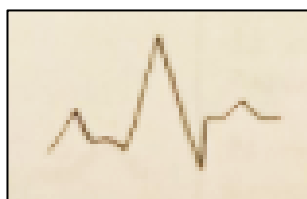


Figura 20. 1.2

Análisis: La figura es de menos resolución. La curva principal muestra un ancho basal casi tres veces mayor que la figura original. La línea que describe a la figura es de color negro. Los grupos de líneas horizontales toman dos “alturas”, el grupo a la derecha del complejo QRS sube más que en la figura del caso anterior.

Tabla 3. Grupo de estudiantes 1.2

Grupo 1.3

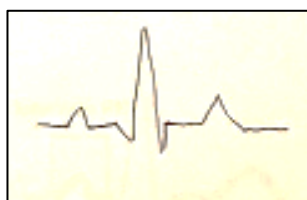


Figura 21. 1.3

Análisis: La figura presenta una curva de segmentos rectos propios del electrocardiograma. La curva principal muestra una apertura similar a la figura original. La línea que dibuja la curva es de color negro. La figura parece como suspendida en el plano. Los grupos de líneas horizontales toman una misma “altura”, a derecha e izquierda

del complejo QRS. En conjunto la figura es muy similar a la figura de referencia.

Tabla 4. Grupo de estudiantes 1.3

4.2.2 Síntesis de la réplica de la selección de una figura

Las réplicas mantienen la sintaxis de la figura original. Una de las figuras presenta de color anaranjado y un destacado amarillo, mostrando su valor e importancia como símbolo cultural: alude a la vida misma y sus momentos límites.

Cada figura presenta con claridad al complejo QRS del electrocardiograma; el primer complejo presenta una leve inclinación a derecha, el segundo un ancho basal casi tres veces mayor que la figura que replica y el tercero muestra una apertura similar a la figura en réplica. Respecto de los grupos de líneas horizontales a la derecha del complejo QRS, en la figura 1.1 suben un poco, en la figura 1.2 suben de modo ostensible y en la figura 1.3 mantienen la altura del grupo a la izquierda del complejo QRS tal como en la figura que replican, resultando muy similar a ésta.

4.3 Análisis réplica de la selección de una figura desde dimensiones del dipolo figural. Primer diseño

Figuración grupo 1

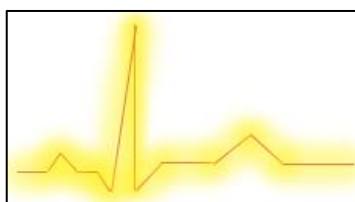


Figura 22. 1.1

Metáforas de Base

Curva de segmentos rectos como trayectoria de mínima intensidad a su punto máximo de apogeo del comportamiento del corazón.

Segmento horizontal como la normalidad del comportamiento del corazón.

La figura como un electrocardiograma

Una banda amarilla como superficie que realza a la curva. La curva es valiosa como el oro. La curva de mayor longitud como el apogeo del corazón.
Argumentos La línea oblicua de mayor longitud refleja la manera exponencial con que se llega al punto máximo apogeo. La línea horizontal refleja que vuelve a la normalidad el comportamiento del corazón.
Herramientas Líneas rectas horizontales y oblicuas de color rojo. Segmentos con cierto ángulo de elevación. Destacador amarillo que sigue la silueta de la figura.
Intenciones Se figura para dar cuenta del comportamiento del corazón.

Tabla 5. Grupo de estudiantes 1.1

Figuración grupo de estudiantes 2 Figura 23. 1.2
Metáforas de Base Curva configurada por segmentos horizontales rectos como ondas. La figura como un electrocardiograma. Una banda negra como superficie que da forma a la curva. La curva es grande y desproporcional como un monte.
Argumentos La línea oblicua de mayor longitud porque es desproporcional a las demás curvas. La contracción del ventrículo se encuentra de manera distinta a la figura testigo por lo que el complejo QRS es más ancho que la muestra testigo.

Herramientas
Líneas rectas horizontales y oblicuas de color negro. Segmentos con cierto ángulo de elevación.
Intenciones
El segmento QRS está comunicando una mayor longitud. La curva T se encuentra de forma irregular comunicando una anomalía en la dilatación de los ventrículos.

Tabla 6. Grupo de estudiantes 1.2

Figuración grupo 3

Figura 24. 1.3
Metáforas de Base
Curvas como montes o valles.
Segmento horizontal como lapso del electrocardiograma entre curvas.
La figura como un ciclo del electrocardiograma.
Una banda negra como superficie que realza a la curva.
Argumentos
La línea oblicua de mayor longitud refleja un mayor impulso eléctrico.
Las líneas horizontales tienen la misma longitud.
Herramientas
Líneas rectas horizontales y curvas oblicuas. Segmentos con cierto ángulo de elevación.
Color negro.
Intenciones
Se comunican la pulsación del corazón.

Tabla 7. Grupo de estudiantes 1.3

4.3.1 Síntesis réplica de la selección de una figura desde dimensiones del dipolo figural

Con respecto a las metáforas de base se puede concluir que el grupo uno figura una curva de segmentos rectos como trayectoria de mínima intensidad a su punto máximo de apogeo del comportamiento del corazón. Las figuras del grupo dos y tres, figuran una banda negra como superficie que realza a la curva que configuran segmentos horizontales rectos como ondas. Estas son marcos para la figuración del comportamiento del corazón.

Respecto a los argumentos en la figura del grupo uno se concibe la línea horizontal por la normalidad del comportamiento del corazón o una estabilidad del pulso eléctrico. En la figura 2 se evidencia que la contracción del complejo QRS es más ancho que la muestra testigo, ya que, los ventrículos se encuentran de manera distinta a la figura testigo. En la figura tres la línea oblicua de mayor longitud refleja un mayor impulso eléctrico.

En herramientas se puede sintetizar que los segmentos de la figura 1 presentan un cierto ángulo de elevación y un destacador amarillo que sigue la silueta de la figura. Tanto en la figura del grupo dos y tres se presentan líneas rectas horizontales y curvas oblícuas con segmentos de color negro.

En las intenciones se puede concluir que en la figura del grupo uno surge la importancia de la vida en el comportamiento del corazón y sus momentos álgidos. En las dos figuras restantes se comunica con claridad el complejo QRS, relevando su importancia como una parte crucial de la figura y el funcionamiento del corazón.

4.4 Análisis de la réplica de un electrocardiograma desde dimensiones del dipolo figural. Segundo diseño

Figuración grupo 1	
Figura 25. 2.1	
Metáforas de Base	
Curva configurada por segmentos horizontales rectos como latidos.	

La figura como electrocardiograma con distintos ciclos. La línea recta final como el infarto del paciente.
Argumentos La línea oblicua de mayor longitud refleja una mayor contracción del corazón. Las curvas de menor altitud es cuando el corazón se relaja.
Herramientas Líneas rectas horizontales y curvas oblicuas. Segmentos con cierto ángulo de elevación.
Intenciones Figura para reportar el funcionamiento del corazón del paciente con irregularidades en el electrocardiograma.

Tabla 8. Grupo de estudiantes 2.1

Figuración grupo 2  Figura 26. 2.2
Metáforas de Base Curva configurada por segmentos horizontales rectos como el funcionamiento del corazón. La figura como un electrocardiograma. Curvas altas como una contracción del corazón. Curvas grandes como un largo descanso del corazón.
Argumentos Curvas de segmentos rectos con simetría porque las distancias entre complejos QRS tienen una distancia en las cuadrículas correspondiente a un paciente sano. La línea oblicua de mayor longitud refleja una mayor contracción por un mayor flujo de sangre.
Herramientas Líneas rectas horizontales y curvas oblicuas.
Intenciones La intención de los estudiantes es de informar al paciente que el corazón está funcionando

con normalidad.

Tabla 9. Grupo de estudiantes 2.2

Figuración grupo 3

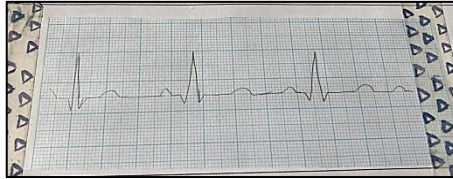


Figura 27. 2.3

Metáfora de Base

Curva configurada por segmentos horizontales rectos como silueta o colinas.

Curvas de mayor longitud como forma puntiaguda.

Argumentos

Línea oblicua de mayor longitud porque el latido del corazón es más fuerte.

Herramientas

Líneas rectas horizontales y curvas oblicuas. Segmentos con cierto ángulo de elevación.

Intenciones

La figura es usada para dar cuenta sucesivamente los pulsos del corazón.

Tabla 10. Grupo de estudiante 2.3

Figuración grupo 4

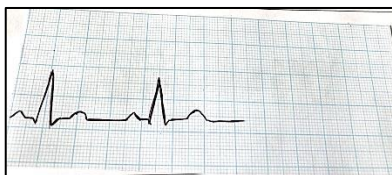


Figura 28. 2.4

Metáfora de Base

Curva de mayor longitud como el latido del corazón.

Late como el compás de una canción.

Segmentos de color negro como superficie que da forma a la curva.

Argumentos
Figuran líneas oblicuas de mayor longitud porque el corazón presenta una contracción.
Herramientas
Líneas rectas horizontales y curvas oblicuas.
Intenciones
Figuran tres ciclos del electrocardiograma para dar cuenta de los latidos del corazón.

Tabla 11. Grupo de estudiante 2.4

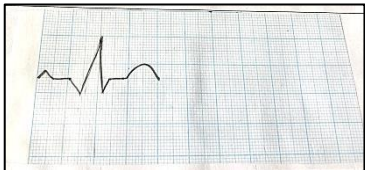
Figuración grupo 5

Figura 29. 2.5
Metáfora de Base
Curva de segmentos rectos como ritmos pasivos del corazón.
Curvas de mayor tamaño como contracción y relajación del corazón.
Argumentos
La figura de los estudiantes es representado en una parte del papel milimetrado porque es un solo ciclo del electrocardiograma.
Herramientas
Líneas rectas horizontales y curvas oblicuas.
Intenciones
Los estudiantes figuran para informar al paciente que su corazón está en señales adecuadas de salud.

Tabla 12. Grupo de estudiante 2.5

4.4.1 Síntesis del análisis de la réplica de un electrocardiograma desde dimensiones del dipolo figural

Con respecto a las metáforas de base se puede concluir que los tres grupos figuran segmentos rectos como ritmos o latidos del corazón. Las curvas configuran segmentos horizontales rectos como ondas siendo marcos propios de la figuración.

Los argumentos en las figuras del grupo conciben un ciclo del electrocardiograma, evidenciando una línea oblicua de mayor longitud, ya que, el latido del corazón es más fuerte y por tanto una mayor contracción.

En herramientas se recurre a líneas rectas horizontales y curvas oblicuas.

En las intenciones se puede concluir que las figuras comunican que el corazón se encuentra en señales adecuadas de salud.

4.5 Análisis de la modelación figural estudiantil desde un electrocardiograma que exhibe alteraciones

Se solicita a los estudiantes que describan la fisiología de un corazón cuyo electrocardiograma de un segundo de duración, informa sobre arterias obstruidas o estrechas de ese corazón a la comunidad de cardiólogos. Tres de las cinco textualidades dan cuenta del acto de modelar. Siguen a continuación los análisis de cada descripción estudiantil.

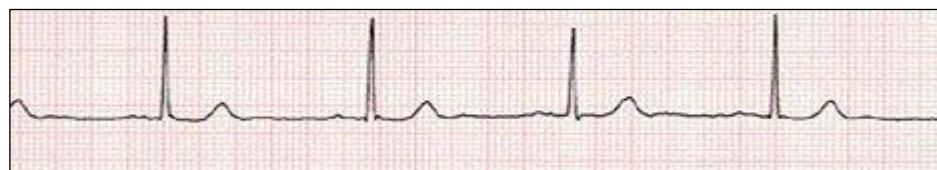


Figura 30. Electrocardiograma con alteraciones

G1: Tiene un estable pulso y un P chiquitito.

Análisis

El grupo describe un corazón con pulsación o latido estable. Añaden que la contracción de la parte de arriba del corazón (onda P) es chiquitita.

<i>G2: Se le está realizando una desfibrilación, en simples palabras, se le está reanimando.</i> Análisis El grupo al asociar al corazón con un proceso de “desfibrilación” propio a la comunidad de cardiólogos, está modelando el fenómeno. Agregan que el corazón se le está “reanimando”.
<i>G3: El bombeo del corazón es raro porque la parte inicial del bombeo es débil y el latido fuerte es casi de golpe.</i> Análisis El grupo describe al corazón como un órgano extraño, ya que no está funcionando con normalidad. Añaden que su bombeo es débil y su latido es de manera inmediata.
<i>G4: 1,20 segundos dura el intervalo RR</i> <i>La potencia de los minivoltios más alto es de 1,9 mv</i> <i>El intervalo es anormal ya que debería demorarse 0,8 segundos y no 1,20</i> Análisis El grupo comunica cantidades de intensidad eléctrica. Menciona que según los 0,8 segundos que presenta la figura muestra un intervalo anormal.
<i>G5: El electrocardiograma enseña que el ciclo cardiaco se desempeña con un ritmo pasivo a través de la sístole y la diástole, comprendiendo que su continua fluidez se deriva del reposo.</i> Análisis El grupo evidencia tecnicismos para comunicar la actividad del corazón. Aluden que el ciclo cardiaco se presenta con un ritmo pasivo.

Tabla 13. Modelación desde electrocardiograma con alteraciones

4.5.1 Síntesis análisis de modelación figural estudiantil desde un electrocardiograma que exhibe alteraciones

Un grupo comunica el comportamiento del corazón al mencionar que se encuentra con pulsación o latido estable. Otro grupo describe al corazón con un comportamiento propio de la comunidad de cardiólogos, comunica que se le está reanimando. De esta forma los estudiantes están configurando el dipolo modélico figural al comunicar funcionamiento del corazón desde un electrocardiograma con alteraciones. Se trata de elementos precursores en tanto los estudiantes modelan desde saberes iniciales de cardiología. A continuación, la figura 28 muestra el dipolo figural estudiantil.

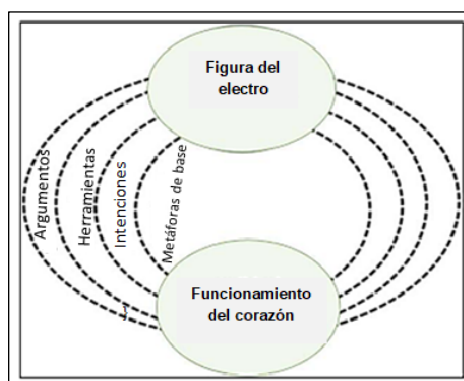


Figura 31. Dipolo modélico figural estudiantil

4.6 Modelación figural estudiantil desde descripciones estudiantiles

4.6.1 Análisis inmersión en el electrocardiograma profesional

Descripción de Grupo 1

Reactivo 2. Describa en sus palabras a las curvas U, P, Q, R y S del electrocardiograma

En la curva u se empieza a ver una mínima intensidad, En la curva p se ve una intensidad mediana hasta la curva q que decae para luego subir de manera exponencial hasta su punto máximo de apogeo que sería la curva r para decaer al punto mínimo que sería la curva s y volver a la normalidad.

Análisis dimensiones en la inmersión del fenómeno	
Herramientas	
• Puntos. • Curvas, • Segmentos. • Intervalos. • Ciclo.	
Argumentos	
• El electrocardiograma al seguir de la misma forma, el paciente no debiese tener anomalías, porque es un ciclo constante. • Los intervalos y los segmentos presentan impulso porque son un ciclo continuo.	
Intenciones	
• La curva r decae para volver a la normalidad. • El intervalo PR es el impulso de la curva para que luego ocurra la baja del segmento PR. • Para que el electrocardiograma siga su ciclo constante deben transcurrir aproximadamente 16 intervalos.	

Tabla 14. Análisis de segundo nivel de figuración

Grupo 2 Reactivo 2. Describa en sus palabras a las curvas U, P, Q, R y S del electrocardiograma <i>La curva U es abierta o cóncava hacia abajo.</i> <i>La curva P es cóncava hacia abajo y su abertura es más ancha y más alta que U.</i> <i>Q es una curva muy pequeña, abierta hacia arriba.</i> <i>R es una curva muy grande y desproporcional, cóncava hacia abajo.</i> <i>La curva S es cóncava hacia arriba y es más profunda que Q.</i>

Análisis dimensiones en la inmersión del fenómeno Herramientas: • División. • Segundos. • Línea recta. • Segmentos. • Curvas. • Intervalo.
Argumentos: • R es una curva muy grande y desproporcional porque es cóncava hacia abajo. • La curva S es cóncava hacia arriba por tanto es más profunda que Q.
Intenciones: • Para medir la duración de la base de los cuadrados de un electrocardiograma se debe dividir 0,02 por 5.

Tabla 15. Análisis de segundo nivel de figuración

Grupo 3 Reactivo 2. Describa en sus palabras el intervalo PR y el segmento PR que muestra la figura 3. Use el recuadro. <i>ONDA: Curvas que pueden ser montes o Valles</i> <i>SEGMENTO: Lapso del electrocardiograma sin movimiento</i> <i>INTERVALO: Ciclo de un electrocardiograma</i>
Análisis dimensiones en la inmersión del fenómeno Herramientas: • Ciclo • Ondas. • Intervalos. • Segmentos.

Argumentos: • En el electrocardiograma se presenta un segmento porque hay un lapso del corazón sin movimiento. • El intervalo es un ciclo del electrocardiograma.
Intenciones: • No se presentan intenciones.

Tabla 16. Análisis de segundo nivel de figuración

4.6.2 Síntesis del análisis de inmersión en el electrocardiograma profesional

Se observan en los desarrollos estudiantiles, que describen con sus propias palabras la figura. Aluden a la herramienta de la división para determinar la duración de un ciclo del electrocardiograma.

Ante las respuestas de los tres grupos de estudiantes, se observan herramientas, como ondas, segmentos, intervalos y curvas propios de la figura. También se presentan argumentos a los que ellos expresan para darle sentido a la figura con el fenómeno. Se evidencian escasas intenciones en las figuras donde los estudiantes detallan de que si ocurre una baja del segmento PR, debe haber un impulso de la curva.

4.6.3 Informando de su corazón al paciente, desde el electrocardiograma

Grupo 1 Reactivo 2. Si tuvieran que reportarle el funcionamiento del corazón a la persona a quien corresponde este electrocardiograma. ¿Qué le dirías? Exprésenlo con tus propias palabras. Descripción: <i>Estuviste a punto de morir, después tus latidos siguieron normales y ahora moriste.</i>
Herramientas • Onda.

Argumentos: • El paciente estuvo a punto de morir por que la figura que realizaron ellos mismos, da cuenta de irregularidades en el electrocardiograma. • Los estudiantes desde la figura modelan el fenómeno, porque dan cuenta que la persona o el paciente tiene un pulso estable.
Intenciones: • El comportamiento de PR se contrae para crear el complejo QRS. • Para que la onda se relaje, debe volver la sangre al corazón.

Tabla 17. Análisis de segundo nivel de figuración

Grupo 2 Reactivo 2. Si tuvieran que reportarle el funcionamiento del corazón a la persona a quien corresponde este electrocardiograma. ¿Qué le dirías? Exprésenlo con tus propias palabras. Descripción: <i>Gracias a su electrocardiograma de forma visual, sin calcular la distancia de RR podemos decir que su corazón está funcionando de manera normal por lo que la persona tiene un buen estado de salud.</i>
Herramientas: • Distancia. • Curva. • Forma visual.
Argumentos: • Los estudiantes pueden afirmar solamente con observar su figura que el paciente que el corazón está funcionando con normalidad. • En el complejo QRS existe una mayor excitación del corazón, porque presenta una contracción. Intenciones: • No se presentan intenciones.

Tabla 18. Análisis de segundo nivel de figuración

Grupo 3 Reactivo 2. Si tuvieran que reportarle el funcionamiento del corazón a la persona a quien corresponde este electrocardiograma. ¿Qué le dirías? Exprésenlo con tus propias palabras. <i>Le diremos al paciente que su corazón se encuentra acelerado.</i>
Herramientas: • Aceleración.
Argumentos: • El pulso del corazón es débil porque el flujo de la sangre al corazón no es el normal. • El corazón del paciente se encuentra acelerado porque así lo comunica la figura.
Intenciones: • Comunicar al paciente que el corazón se encuentra acelerado.

Tabla 19. Análisis de segundo nivel de figuración

Grupo 4 Reactivo 2 Si tuvieran que reportarle el funcionamiento del corazón a la persona a quien corresponde este electrocardiograma. ¿Qué le dirías? Exprésenlo con tus propias palabras. <i>Estas vivo hermanito.</i>
Herramientas: • Intervalo. • Onda.
Argumentos: • El intervalo es anormal, porque debería demorarse 0,8 segundos. • Late el corazón cuando está bajo la onda QRS.
Intenciones: • Para que el corazón vuelva a tener sangre debe llegar a la onda T.

Tabla 20. Análisis de segundo nivel de figuración

Grupo 5

Reactivo 2. Si tuvieran que reportarle el funcionamiento del corazón a la persona a quien corresponde este electrocardiograma. ¿Qué le dirías? Exprésenlo con tus propias palabras. <i>El electrocardiograma muestra señales adecuadas en cuanto al cuidado de tu salud.</i>
Herramientas: • Suma. • Segmentos. • Intervalos. • Ondas.
Argumentos: • La onda P se eleva, porque hay una contracción de las aurículas. • El ciclo cardíaco se desempeña con un ritmo pasivo, porque lo enseña el electrocardiograma.
Intenciones: • Para que la onda P se eleve debe haber una contracción de las aurículas.

Tabla 21. Análisis de segundo nivel de figuración

4.7 Elementos precursores del dipolo modélico figural electro/corazón

Los desarrollos estudiantiles se analizaron a partir de la deconstrucción de prácticas propuesta por Arrieta y Díaz (2015), considerando herramientas, argumentos e intenciones. Por otra parte, también se consideró la dimensión de Metáforas de base del marco de Carrasco, Díaz y Buendía (2014).

Los resultados evidencian que el estudiante al momento de figurar, en paralelo describe el comportamiento del corazón de una persona. Se mostraron descripciones donde el estudiante articula la salud del paciente con la iconicidad de la figura. Desde ese momento el estudiante está modelando figuralmente. De esta forma emerge el dipolo modélico figural del estudiante, funcionamiento del corazón articulado con el electrocardiograma del paciente.

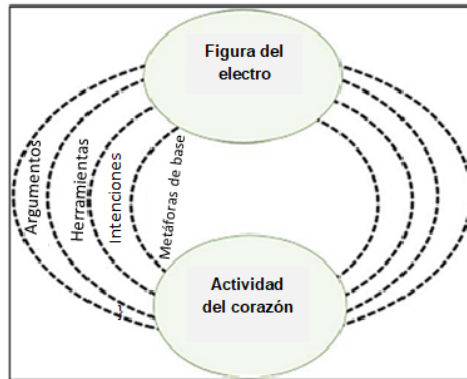


Figura 32. Dimensiones del dipolo modélico figural estudiantil

Los análisis de los desarrollos estudiantiles y de cardiólogos ponen en evidencia las potencialidades de la actividad de modelación figural: Las actividades y su secuencia conducen a que los estudiantes vivencien un ambiente con altos grados de inmersión, verosimilitud e interacción con el fenómeno y su figura.

Más ampliamente, se constituye una deconstrucción de una práctica situada de cardiólogos en el aula de matemáticas, configurando el dipolo modélico electro/corazón de los cardiólogos; se elabora un diseño de modelación figural que se implementa con estudiantes; sus producciones presentan elementos precursores de esta práctica de modelación. Se levanta sobre esta base la propuesta de incorporar la modelación figural a la enseñanza de la modelación en aulas de matemáticas.

CAPITULO 5

Conclusiones

El presente estudio tuvo por objetivo determinar elementos que emergen en la modelación figural de estudiantes, con base en una práctica recurrente de la comunidad de cardiólogos. Se desarrolló bajo el paradigma metodológico de investigación de diseño correspondientes a un marco de investigación-acción (Molina, 2011) y buscó responder a la pregunta orientadora ¿Qué elementos precursores de dipolos modélicos electro/corazón presentan elaboraciones estudiantiles?

Con referencia a las bases curriculares vigentes y un texto escolar del estudiante se identificaron contenidos y recomendaciones para la enseñanza asociados a modelación, con especial atención a la modelación figural. Se constató la ausencia de ésta en los lineamientos curriculares.

En relación a los antecedentes de este estudio se aporta un diseño de modelación que recurre a figuras. Los estudiantes, cotidianamente inmersos en la cultura de la imagen, reaccionan con familiaridad al uso de figuras, lo que favoreció incentivando su participación en la práctica de modelación figural que se les propuso.

La modelación figural consideró dos fases, la de inmersión en una práctica situada y la de configuración del dipolo figural correspondiente. Se trabajó con ocho grupos de cuatro estudiantes de segundo ciclo medio de establecimientos educacionales. Se transcribieron las elaboraciones estudiantiles para sus respectivos análisis.

En relación a la fase de inmersión, los estudiantes figuran replicando una parte de un electrocardiograma que se les presenta y luego conjeturan acerca del comportamiento del corazón del que proviene el electrocardiograma.

Los símbolos centrales y las sintaxis de las figuras replicadas mostraron el propósito comunicativo, permitiendo así un primer nivel de análisis, esto es, un análisis desde categorías de la esquemática (Carrasco, Díaz, Buendía, 2014).

Las figuras de los estudiantes corresponden a imágenes icónicas fijas. Exhiben curvas de segmentos rectos que dan cuenta de las contracciones y dilataciones del corazón y muestran el momento inicial y final de un ciclo.

Aspectos ostensibles de la figura son las curvas de segmentos rectos periódicas. Usan líneas oblicuas de mayor longitud y en un caso línea horizontal al término de la figura. Son elementos no ostensibles el diagnóstico de problemas cardíacos de un paciente tales como arterias del corazón obstruidas o estrechas de uno de los electrocardiogramas que se les presentó.

Se identifican metáforas de base desde sus descripciones de cada figura, las que consideran ondas, segmentos y longitudes de segmentos.

Luego, en una segunda fase de inmersión en el fenómeno del circuito eléctrico del corazón, los estudiantes describen con sus propias palabras el fenómeno a partir de la figura replicada por ellos. Sus descripciones se analizan a partir de la deconstrucción de prácticas propuesta por Arrieta y Díaz (2015) considerando herramientas, argumentos e intenciones.

En relación a las herramientas, se puede concluir que los estudiantes aluden en su descripción a conceptos matemáticos en la figura, como distancia, curvas, intervalos, longitudes de intervalos y de segmentos.

Con respecto a los argumentos, unos estudiantes comunican que el corazón del paciente se encuentra acelerado porque así lo comunica la figura. Otros afirman que el corazón del paciente está funcionando con normalidad, con solamente observar la figura.

Con relación a las intenciones, se pudo constatar que los estudiantes describen con el propósito de comunicar al paciente que el corazón se encuentra acelerado y de modo más general, el comportamiento del corazón.

A partir de los resultados, se evidencia que los equipos al momento de figurar describen el comportamiento del corazón de una persona. Adicionalmente en las descripciones los estudiantes hacen afirmaciones sobre la salud del paciente, desde la iconicidad de la figura.

De este modo, los equipos ostentan elementos precursores a la vez que propios de la modelación figural, articulando el fenómeno del funcionamiento del corazón que atiende la

comunidad de cardiólogos, con la figura de un electrocardiograma. Configuran el dipolo modélico figural “funcionamiento del corazón/figura del electrocardiograma del paciente”.

Proyecciones

Se requiere avanzar a prácticas de modelación en las que se explicita y se profundice en las dimensiones para que los estudiantes robustezcan los dipolos que configuren. Prácticas orientadas a que cada estudiante articule más finamente figura y fenómeno, identificando matemáticas como herramientas en prácticas situadas.

Este estudio precisó elementos precursores de modelación figural en estudiantes a partir de electrocardiogramas. Se sugiere seguir trabajando con la figura electrocardiograma, incorporando al dipolo modélico figural el trabajo con tiempo e intensidad de flujo eléctrico en la fisiología del corazón, distinguiendo herramientas matemáticas, argumentos y procedimientos en juego.

Se estima valioso ampliar la variedad de prácticas situadas de la comunidad de cardiólogos cuya deconstrucción de lugar a nuevos diseños de modelación que se implementen en las aulas de matemáticas. Así se añadirán eslabones de continuidad entre la escuela y el entorno no escolar, ampliando las matemáticas situadas que presenta el aula.

Asimismo, se recomienda dar forma a dipolos modélicos figurales de otras comunidades de práctica, tales como aquellos cuyos modelos figurales son el electroencefalograma y las figuras de un osciloscopio, provenientes de las prácticas recurrentes de neurólogos y de electromecánicos.

Bibliografía

- Arrieta, J. (2003). *La modelación como proceso de matematización en el aula* (Tesis doctoral no publicada). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Distrito Federal, México.
- Arrieta, J. y Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación desde la socio epistemología. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*. 18(1), 19-48 doi: 10.12802/relime.13.1811}
- Blomhoj, M. (2009). Different Perspectives in research on teaching and learning mathematical modelling. Categorizing the TSG21 Papers. *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics*. 2, pp.1 - 17, 2
- Blum, W., Galbraith, L., & Niss M. (Eds.). (2007). *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study (Vol. 10)*. New York: Springer.
- Cantoral, R., Montiel, G. y Reyes-Gasperini, D. (2015). Análisis del discurso Matemático Escolar en los libros de texto, una mirada desde la Teoría Socioepistemológica. *Avances de Investigación en Educación Matemática*. 8, pp.9-28.
- Carrasco, E., Díaz, L. y Buendía, G. (2014). Figuración de lo que varía. *Enseñanza de las Ciencias*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 32(3), pp.365 – 384.
- Collins, A., Joseph, D. y Bielaczyc, K. (2004). Design research: theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology. En R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 135-152). New York, NY: Cambridge University Press.
- Córdova, F. (2011) *Modelación en Matemática Educativa: una práctica para el trabajo de aula en ingeniería*. Tesis de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Curiqueo, N., Díaz, L., Núñez, M. y Zambrano, S. (2016). Figuras de una caída libre. Reporte de investigación en II Jornada Internacional y V Jornada Nacional de enseñanza de las Ciencias. Valparaíso. Chile.

- Curiqueo, N., Díaz, L., Núñez, M. y Zambrano, S. (2016). Modelación tabular, actividad con celdas e interceldas. Reporte de investigación en XX Jornadas Nacionales de Educación Matemática. Valparaíso. Chile.
- Díaz, L., Gutiérrez, E., Ávila, J. y Carrasco, E. (2006). *Las representaciones sobre la variación y su impacto en los aprendizajes de conceptos matemáticos*. Informe Final Proyecto Fondecyt N°1030413. Santiago de Chile.
- Díaz, L. y Núñez, M. (2019). Experimentación discursiva y figuración. En CIAEM (Ed.), *XV Conferencia Interamericana de Educación Matemática*. Recuperado de <https://conferencia.ciaem-redumate.org/index.php/xvciaem/xv/paper/viewFile/769/443>
- Galicia, A., Díaz, L. y Arrieta, J. (2011). Práctica social de modelación del ingeniero bioquímico: Análisis microbiológico. En CIAEM (Ed.), *Anais do XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática*. Recuperado de http://www.lematec.no-ip.org/CDS/XIIICIAEM/index.html?info_type=fullist&lang_user=en
- Galicia, A. (2014). *Desplazamiento de la práctica de diluciones entre la comunidad de ingenieros bioquímicos y la escuela* (Tesis de doctorado no publicada). Universidad Autónoma de Guerrero. México.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Kaiser, G., & Sriramam, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. (ZDM), The International Journal on Mathematics Education, 38(3), 302- 310.
- Mancera, G., Camelo, F., y Perilla, W. (2016). Modelación matemática desde la perspectiva socio critica con estudiantes de secundaria: posibilidades y retos. *XII Encontro Nacional de Educação Matemática*. pp.1-12. ISSN 2178-034X
- Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC]. (2016). Desarrollo de habilidades: Aprender a pensar matemáticamente 2016. UCE. Chile.
- Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC]. (2019). *Texto escolar del estudiante. Matemática. 4° Año Medio*. Santiago. Chile.

- Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC]. (2022). *Texto escolar del estudiante. Matemática. 4° Año Medio*. Santiago. Chile.
- Molina, M. (2006). *Desarrollo de pensamiento relacional y comprensión del signo igual por alumnos de tercero de educación primaria* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada, España.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J.L., y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 75-88
- Muñoz, L. M., Londoño, S. M., Jaramillo, C. M., y Villa-Ochoa, J. A. (2014). Contextos Auténticos y la producción de modelos matemáticos escolares. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*. 42, 48-67. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/download/494/1028>
- Suárez, L. y Cordero, F. (2008). Elementos teóricos para estudiar el uso de las gráficas en la modelación del cambio y de la variación en un ambiente tecnológico. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 3(1), 51–58.
- Suarez, L., y Cordero, F. (2010). Modelación – graficación, una categoría para la matemática escolar. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. 13(4-II), 319-333.
- Villa-Ochoa, J. A. (2013). Miradas y actuaciones sobre la modelación matemática en el aula de clase. In V. Bisognin & M. D. F. Sant’Ana (Eds.), *Anais da VIII Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática* (pp. 1-8). Santa Maria-RS, Brasil: Centro Universitário Franciscano.

Linkografía

<https://www.youtube.com/watch?v=udxiJDrdplY>

<https://www.youtube.com/watch?v=4upffZNGZzU>

<https://www.youtube.com/watch?v=3zmupcnY9Xo>

<https://www.youtube.com/watch?v=5UcwSjnjedU>

<https://www.youtube.com/watch?v=Erc9OEHhhMQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=zZjKgMzk4B0>

<https://www.curriculumnacional.cl/portal/Ejes/Habilidades/Modelar/>

<https://media.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/28/2016/09/2-habilidad-de-modelamiento-web.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. Diseño inicial

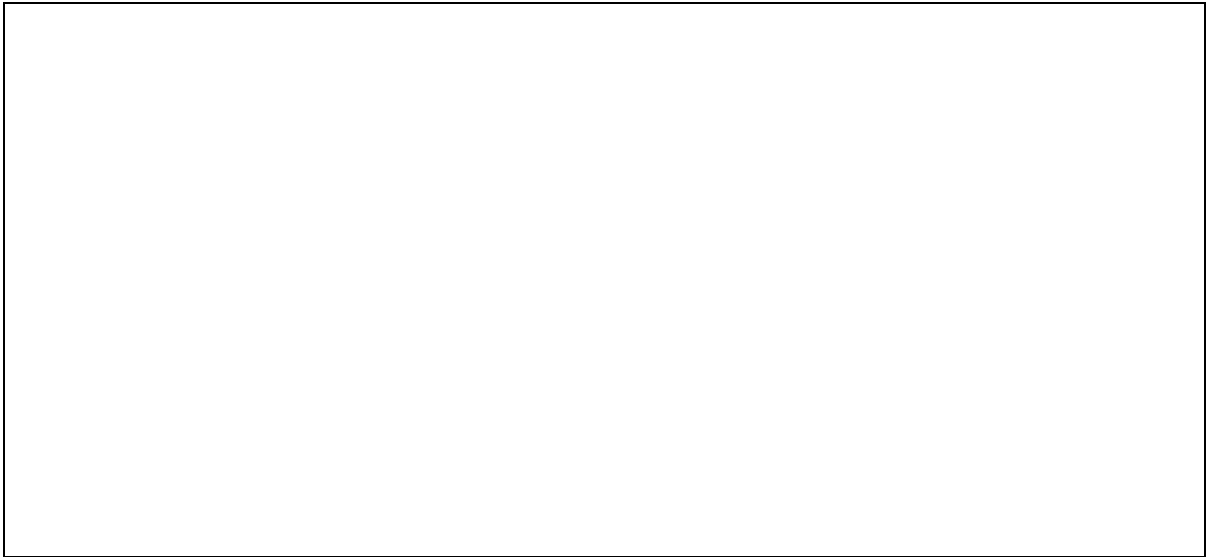
Diseño inicial “Modelando el ritmo del corazón (I)”

Se registró el flujo eléctrico que transita por el músculo cardíaco del corazón de una persona tal como muestra el electrocardiograma:

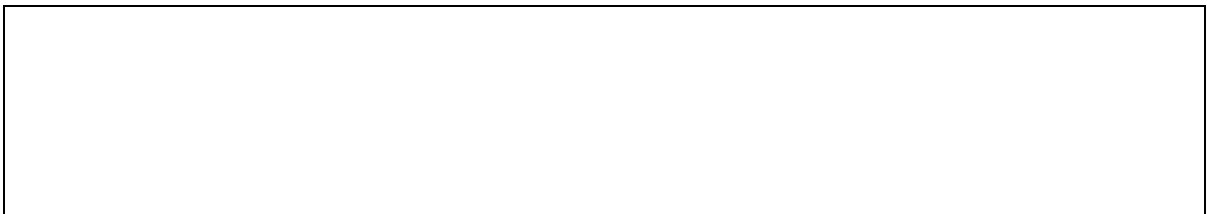


1. Observe la figura. Determine una parte de ella que se repita con regularidad.

a) Dibuje esa parte que se repite con regularidad

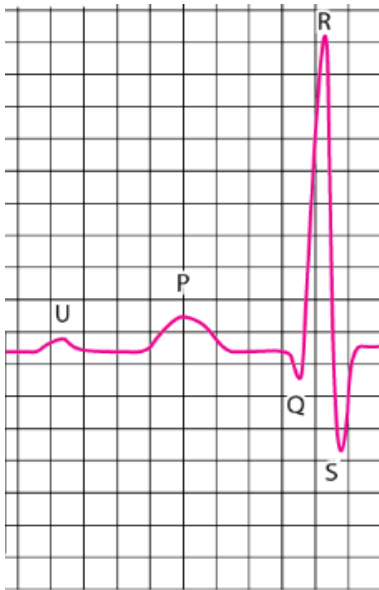


b) Trace su dibujo nuevamente en el recuadro que sigue. Identifique en su dibujo los intervalos, segmentos y curvas. Observe con detalle. Puede usar letras, palabras, signos...



2. La cardiología identifica las siguientes curvas, intervalos y segmentos temporales, en cada una de las partes del electrocardiograma, que se repite de modo regular y a la que llama **CICLO**.

- a) Describa en sus palabras a las curvas U, P, Q, R y S del electrocardiograma 2, en el recuadro,



Electrocardiograma 2.

3. Describa en sus palabras el intervalo PR y el segmento PR que muestra la figura 3. Use el recuadro.



Electrocardiograma 3.

4. Compare sus nociones anteriores con las definiciones que usa la cardiología. Anote lo que le llame la atención para cada una.

ONDA_____

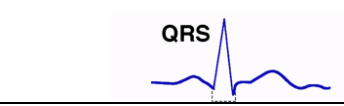
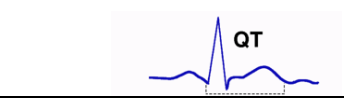
SEGMENTO_____

INTERVALO_____

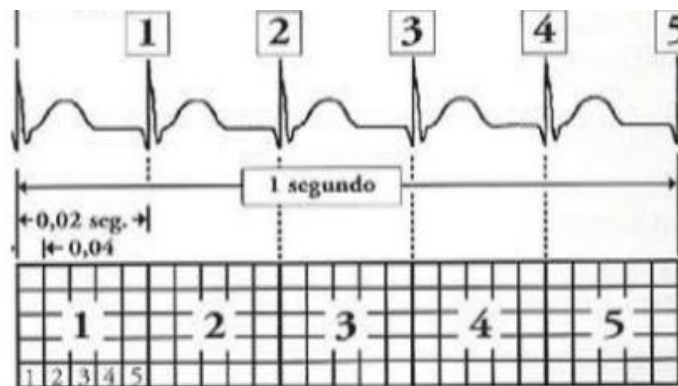
Ondas. Curvas que presenta un electrocardiograma. Pueden ser cóncavas hacia arriba o cóncavas hacia abajo. Ejemplo: Las ondas Q, R y S dan forma al complejo QRS.

Segmento. Línea horizontal que une a una onda con otra, sin incluir ninguna de ellas. Ejemplo: El segmento PR es la línea horizontal que une el final de la onda P con el inicio del complejo QRS.

Intervalo. Porción del Electrocardiograma que incluye un segmento además de una o más ondas. Ejemplo: El intervalo PR comienza desde el inicio de la onda P hasta el inicio del complejo QRS.

INTERVALOS Y SEGMENTOS	DURACIONES
	Distancia entre dos ondas R sucesivas. Se mide desde el inicio de una onda R hasta el inicio de la onda R siguiente. Su longitud es el tiempo que transcurre entre dos ondas sucesivas.
	Se mide desde el comienzo de la onda Q o de la onda R hasta el final de la onda S (o R' si está es la última onda). Su valor normal está comprendido entre 0.06 s y 0.10 s.
	El intervalo QT se mide desde el inicio del complejo QRS hasta el final de la onda T. Representa la duración de la sístole eléctrica ventricular (el conjunto de la despolarización y repolarización ventricular).
	El segmento ST representa la primera parte de la repolarización ventricular. El segmento ST es la línea desde el final del complejo QRS al comienzo de la onda T. Normalmente, el segmento ST es plano con respecto a la línea basal.

Análisis de duraciones



5. La figura muestra duraciones temporales de cinco ciclos sucesivos. Cada ciclo dura 0,02 segundos ¿Qué duración mide la base de los cuadrados pequeños?

6. Transcurridos 0.33 s, identifique ciclo, onda y/o intervalo y/o segmento del electrocardiograma. Describa con sus palabras.

ANEXO 2. Transcripciones diseño inicial “Modelando el ritmo del corazón (I)”

Grupo 1

Se registró el flujo eléctrico que transita por el músculo cardíaco del corazón de una persona tal como muestra la



Electrocardiograma 1,

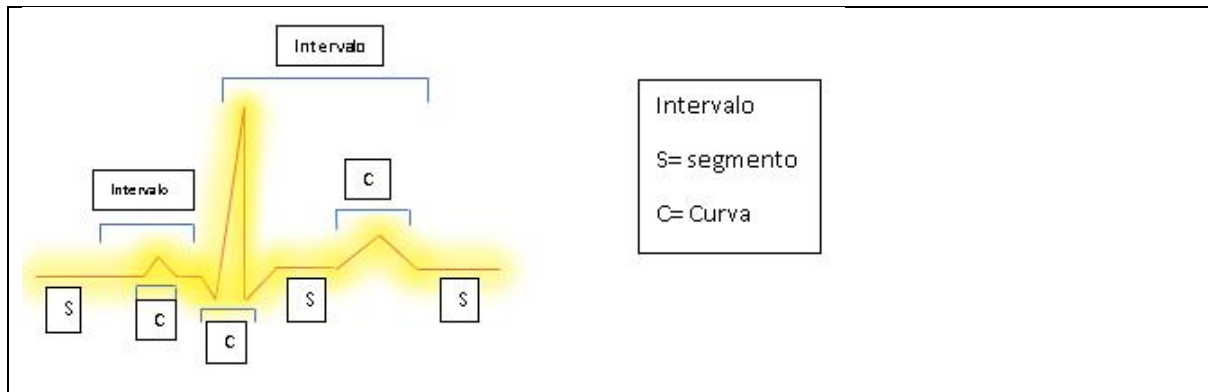
1. Observe la figura. Determine una parte de ella que se repita con regularidad.

a) Dibuje esa parte que se repite con regularidad

Electrocardiograma 1

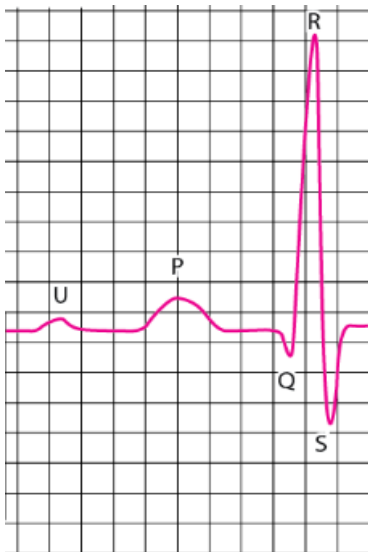


b) Trace su dibujo nuevamente en el recuadro que sigue. Identifique en su dibujo los intervalos, segmentos y curvas. Observe con detalle. Puede usar letras, palabras, signos...



2. La cardiología identifica las siguientes curvas, intervalos y segmentos temporales, en cada una de las partes del electrocardiograma, que se repite de modo regular y a la que llama **CICLO**.

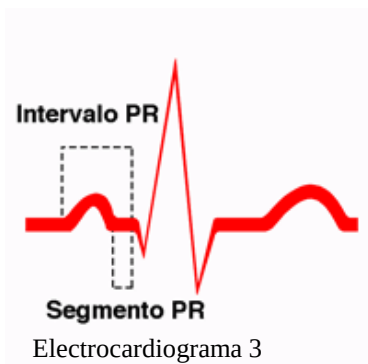
- a) Describa en sus palabras a las curvas U, P, Q, R y S del electrocardiograma 2, en el recuadro,
b)



Electrocardiograma 2

En la curva u se empieza a ver una mínima intensidad, En la curva p se ve una intensidad mediana hasta la curva q que decae para luego subir de manera exponencial hasta su punto máximo de apogeo que sería la curva r para decaer al punto mínimo que sería la curva s y volver a la normalidad.

- c) Describa en sus palabras el intervalo PR y el segmento PR que muestra la fig. 3. Use el recuadro



Electrocardiograma 3

El intervalo PR es el impulso de la curva para que luego ocurra la baja del segmento PR, así ocurriendo el impulso mayor de la curva que lo sigue produciendo un ciclo continuo entre estas.

3. Describa las nociones de onda,

segmento e intervalo que se usan en el electrocardiograma. Compare con las nociones que se usan en matemáticas dadas más abajo.

ONDA: *curva que transmite energía lo mismo que un electrocardiograma*

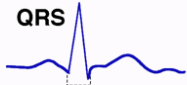
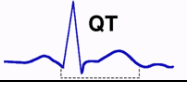
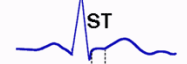
SEGMENTO: *Fragmento que está comprendido entre 2 puntos, pero en el electrocardiograma una onda de otra*

INTERVALO: *subconjunto de una recta que en el electrocardiograma es la repetición de las curvas formando ciclos*

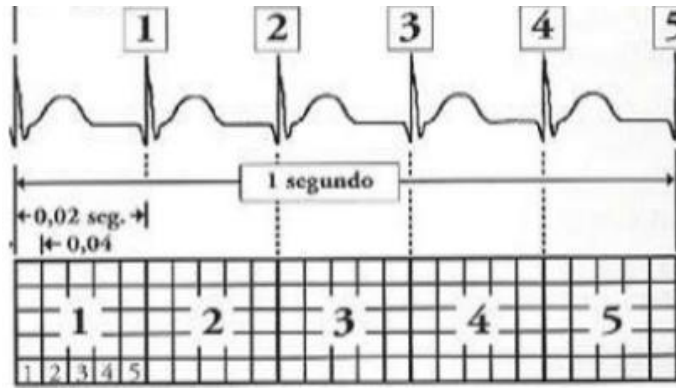
Ondas. Curvas que presenta un electrocardiograma. Pueden ser cóncavas hacia arriba o cóncavas hacia abajo. Ejemplo: Las ondas Q, R y S dan forma al complejo QRS.

Segmento. Línea horizontal que une a una onda con otra, sin incluir ninguna de ellas. Ejemplo: El segmento PR es la línea horizontal que une el final de la onda P con el inicio del complejo QRS.

Intervalo. Porción del Electrocardiograma que incluye un segmento además de una o más ondas. Ejemplo: El intervalo PR comienza desde el inicio de la onda P hasta el inicio del complejo QRS.

INTERVALOS Y SEGMENTOS	DURACIONES
 Intervalo R-R	Distancia entre dos ondas R sucesivas. Se mide desde el inicio de una onda R hasta el inicio de la onda R siguiente. Su longitud es el tiempo que transcurre entre dos ondas sucesivas.
 QRS	Se mide desde el comienzo de la onda Q o de la onda R hasta el final de la onda S (o R' si está es la última onda). Su valor normal está comprendido entre 0.06 s y 0.10 s.
 QT	El intervalo QT se mide desde el inicio del complejo QRS hasta el final de la onda T. Representa la duración de la sístole eléctrica ventricular (el conjunto de la despolarización y repolarización ventricular).
 ST	El segmento ST representa la primera parte de la repolarización ventricular. El segmento ST es la línea desde el final del complejo QRS al comienzo de la onda T. Normalmente, el segmento ST es plano con respecto a la línea basal.

Análisis de duraciones

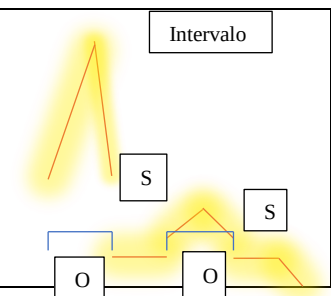


4. La figura muestra duraciones temporales de cinco ciclos sucesivos. Cada ciclo dura 0,02 segundos (medidos en el **sistema sexagesimal**) ¿Qué duración mide la base de los cuadrados pequeños?

La duración de la base de los cuadrados es 0.004 en cada ciclo siendo así el valor de cada pequeño recuadro de 0.0008 S.

5. Transcurridos 0.33 s, identifique ciclo, onda y/o intervalo y/o segmento del electrocardiograma. Describa con sus palabras.

Transcurrido aprox 16 intervalos este tiempo el electrocardiograma debería seguir de la misma forma ya que es un ciclo constante a no ser que se presente una anomalía



Grupo 2

Se registró el flujo eléctrico que transita por el músculo cardíaco del corazón de una persona tal como muestra la

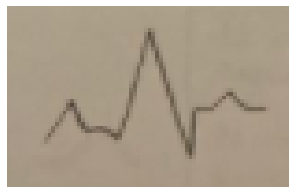


Electrocardiograma 1,

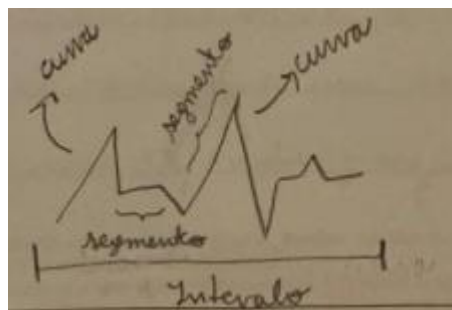
1. Observe la figura. Determine una parte de ella que se repita con regularidad.

- a) Dibuje esa parte que se repite con regularidad

Electrocardiograma 1

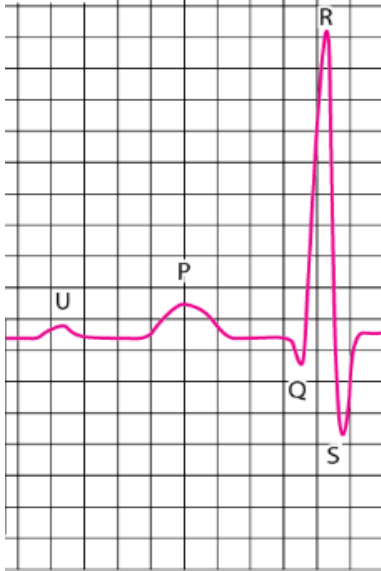


- b) Trace su dibujo nuevamente en el recuadro que sigue. Identifique en su dibujo los intervalos, segmentos y curvas. Observe con detalle. Puede usar letras, palabras, signos...



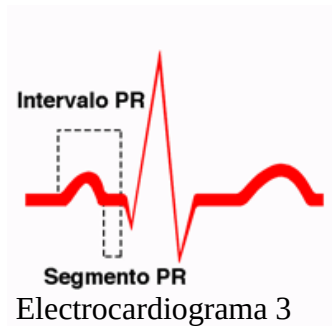
2. La cardiología identifica las siguientes curvas, intervalos y segmentos temporales, en cada una de las partes del electrocardiograma, que se repite de modo regular y a la que llama **CICLO**.

a) Describa en sus palabras a las curvas U, P, Q, R y S del electrocardiograma 2, en el recuadro,



*La curva U es abierta o cóncava hacia abajo.
La curva P es cóncava hacia abajo y su abertura es más ancha y más alta que U.
Q es una curva muy pequeña, abierta hacia arriba.
R es una curva muy grande y desproporcional, cóncava hacia abajo.
La curva S es cóncava hacia arriba y es más profunda que Q.*

b) Describa en sus palabras el intervalo PR y el segmento PR que muestra la



*El intervalo PR es un conjunto de segmentos y onda.
El segmento PR es una línea recta horizontal que une la curva abierta hacia abajo con la curva abierta hacia arriba.*

figura 3. Use el recuadro

3. Compare sus nociones anteriores con las definiciones que usa la cardiología. Anote lo que le llame la atención para cada una.

ONDA: Línea curva que ocurre sucesivamente por los pulsos del corazón.

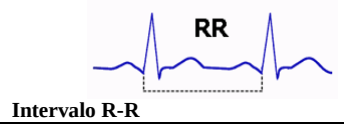
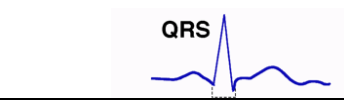
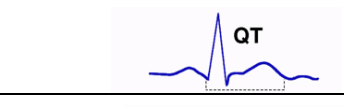
SEGMENTO: Línea recta que une dos extremos.

INTERVALO: Conjunto de ondas y segmentos.

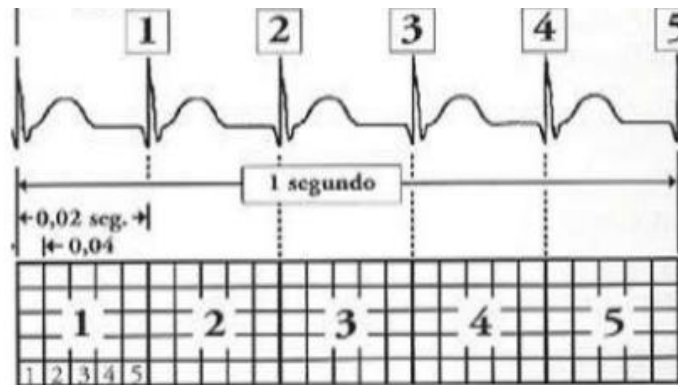
Ondas. Curvas que presenta un electrocardiograma. Pueden ser cóncavas hacia arriba o cóncavas hacia abajo. Ejemplo: Las ondas Q, R y S dan forma al complejo QRS.

Segmento. Línea horizontal que une a una onda con otra, sin incluir ninguna de ellas. Ejemplo: El segmento PR es la línea horizontal que une el final de la onda P con el inicio del complejo QRS.

Intervalo. Porción del Electrocardiograma que incluye un segmento además de una o más ondas. Ejemplo: El intervalo PR comienza desde el inicio de la onda P hasta el inicio del complejo QRS.

INTERVALOS Y SEGMENTOS	DURACIONES
	Distancia entre dos ondas R sucesivas. Se mide desde el inicio de una onda R hasta el inicio de la onda R siguiente. Su longitud es el tiempo que transcurre entre dos ondas sucesivas.
	Se mide desde el comienzo de la onda Q o de la onda R hasta el final de la onda S (o R' si está es la última onda). Su valor normal está comprendido entre 0.06 s y 0.10 s.
	El intervalo QT se mide desde el inicio del complejo QRS hasta el final de la onda T. Representa la duración de la sístole eléctrica ventricular (el conjunto de la despolarización y repolarización ventricular).
	El segmento ST representa la primera parte de la repolarización ventricular. El segmento ST es la línea desde el final del complejo QRS al comienzo de la onda T. Normalmente, el segmento ST es plano con respecto a la línea basal.

Análisis de duraciones



4. La figura muestra duraciones temporales de cinco ciclos sucesivos. Cada ciclo dura 0,02 segundos ¿Qué duración mide la base de los cuadrados pequeños?

Al ciclo 0,02 lo dividimos por 5: $0,02:5 = 0,004$

Entonces la base mide una duración de 0,004 segundos.

5. Transcurridos 0.33 s, identifique ciclo, onda y/o intervalo y/o segmento del electrocardiograma. Describa con sus palabras.

0,02 por 16 es igual a 0,32 y 0,02 por 17 es igual a 0,34; por lo que el 0,33 estará al medio entre 0,32 y 0,34, es decir, justo en el intervalo QRS.

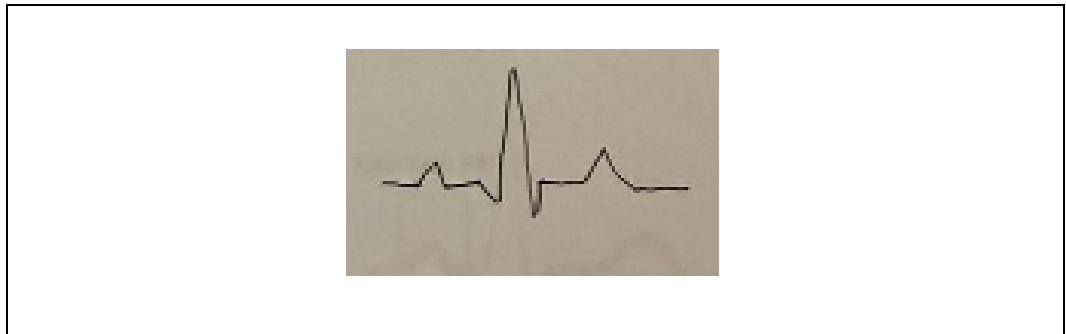
Grupo 3

Se registró el flujo eléctrico que transita por el músculo cardíaco del corazón de una persona tal como muestra la Electrocardiograma 1,

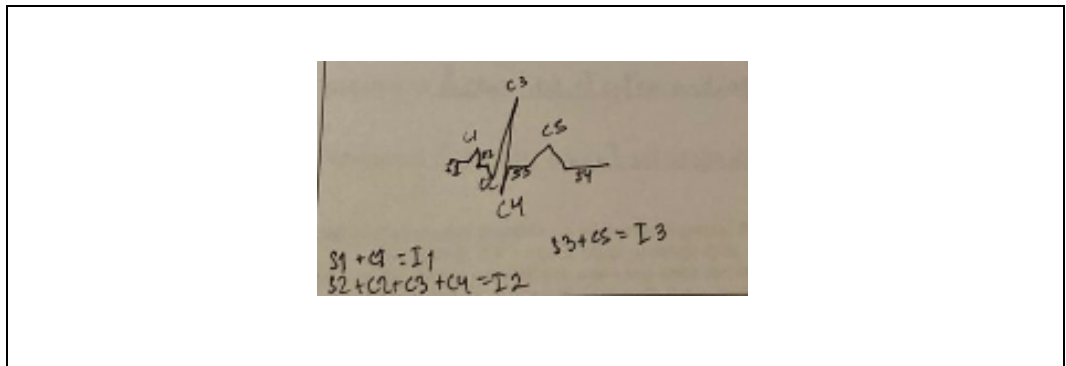


1. Observe la figura. Determine una parte de ella que se repita con regularidad.
Electrocardiograma 1

a) Dibuje esa parte que se repite con regularidad

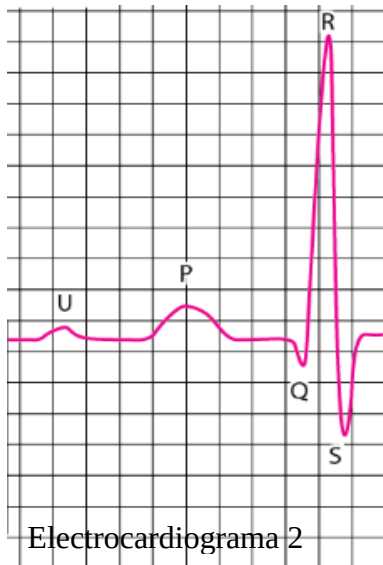


- b) Trace su dibujo nuevamente en el recuadro que sigue. Identifique en su dibujo los intervalos, segmentos y curvas. Observe con detalle. Puede usar letras, palabras, signos...



2. La cardiología identifica las siguientes curvas, intervalos y segmentos temporales, en cada una de las partes del electrocardiograma, que se repite de modo regular y a la que llama **CICLO**.

- a) Describa en sus palabras a las curvas U, P, Q, R y S del electrocardiograma 2, en el recuadro,

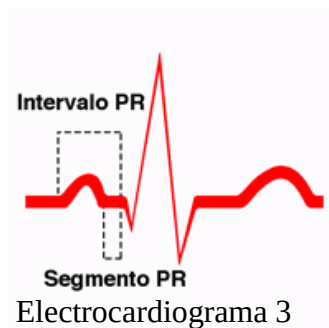


U: Curva cóncava hacia arriba más pequeña y corta.
P: Curva cóncava hacia arriba más duradera.
Q: Curva cóncava hacia abajo más pequeña y corta.
R: Curva cóncava hacia arriba más grande.
S: Curva cóncava hacia abajo, más grande y duradera.

- b) Describa en sus palabras el

intervalo PR y el segmento PR que muestra la figura 3.

Use el recuadro



Intervalo PR: Intervalo con un segmento y una curva.
Segmento PR: Línea

3. Compare sus nociones anteriores con las definiciones que usa la cardiología. Anote lo que le llame la atención para cada una.

ONDA: *Curvas que pueden ser montes o Valles*

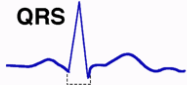
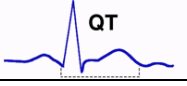
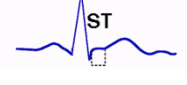
SEGMENTO: *Lapso del electrocardiograma sin movimiento*

INTERVALO: *Ciclo de un electrocardiograma*

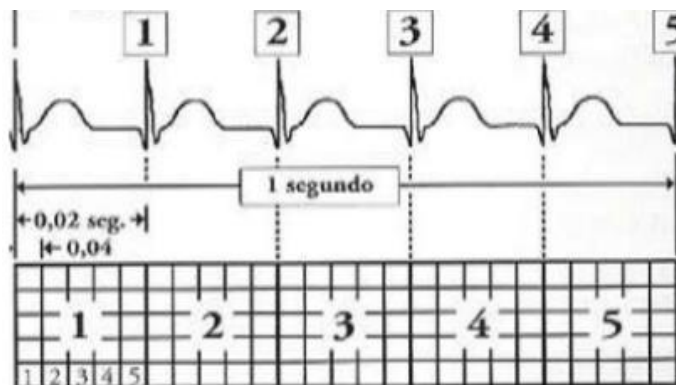
Ondas. Curvas que presenta un electrocardiograma. Pueden ser cóncavas hacia arriba o cóncavas hacia abajo. Ejemplo: Las ondas Q, R y S dan forma al complejo QRS.

Segmento. Línea horizontal que une a una onda con otra, sin incluir ninguna de ellas. Ejemplo: El segmento PR es la línea horizontal que une el final de la onda P con el inicio del complejo QRS.

Intervalo. Porción del Electrocardiograma que incluye un segmento además de una o más ondas. Ejemplo: El intervalo PR comienza desde el inicio de la onda P hasta el inicio del complejo QRS.

INTERVALOS Y SEGMENTOS	DURACIONES
 Intervalo R-R	Distancia entre dos ondas R sucesivas. Se mide desde el inicio de una onda R hasta el inicio de la onda R siguiente. Su longitud es el tiempo que transcurre entre dos ondas sucesivas.
 QRS	Se mide desde el comienzo de la onda Q o de la onda R hasta el final de la onda S (o R' si está es la última onda). Su valor normal está comprendido entre 0.06 s y 0.10 s.
 QT	El intervalo QT se mide desde el inicio del complejo QRS hasta el final de la onda T. Representa la duración de la sístole eléctrica ventricular (el conjunto de la despolarización y repolarización ventricular).
 ST	El segmento ST representa la primera parte de la repolarización ventricular. El segmento ST es la línea desde el final del complejo QRS al comienzo de la onda T. Normalmente, el segmento ST es plano con respecto a la línea basal.

Análisis de duraciones



4. La figura muestra duraciones temporales de cinco ciclos sucesivos. Cada ciclo dura 0,02 segundos ¿Qué duración mide la base de los cuadrados pequeños?

0,2 s o un ciclo.

5. Transcurridos 0.33 s, identifique ciclo, onda y/o intervalo y/o segmento del electrocardiograma. Describa con sus palabras.

1 ciclo

8 ondas: 1 par de cuatro ondas.

2 intervalos

2 segmentos

ANEXO 3. Segundo diseño

”Modelando el ritmo del corazón (II)”

Se registró el flujo eléctrico que transita por el músculo cardíaco del corazón de una persona tal como muestra la siguiente figura de su electrocardiograma:



Electrocardiograma 1.

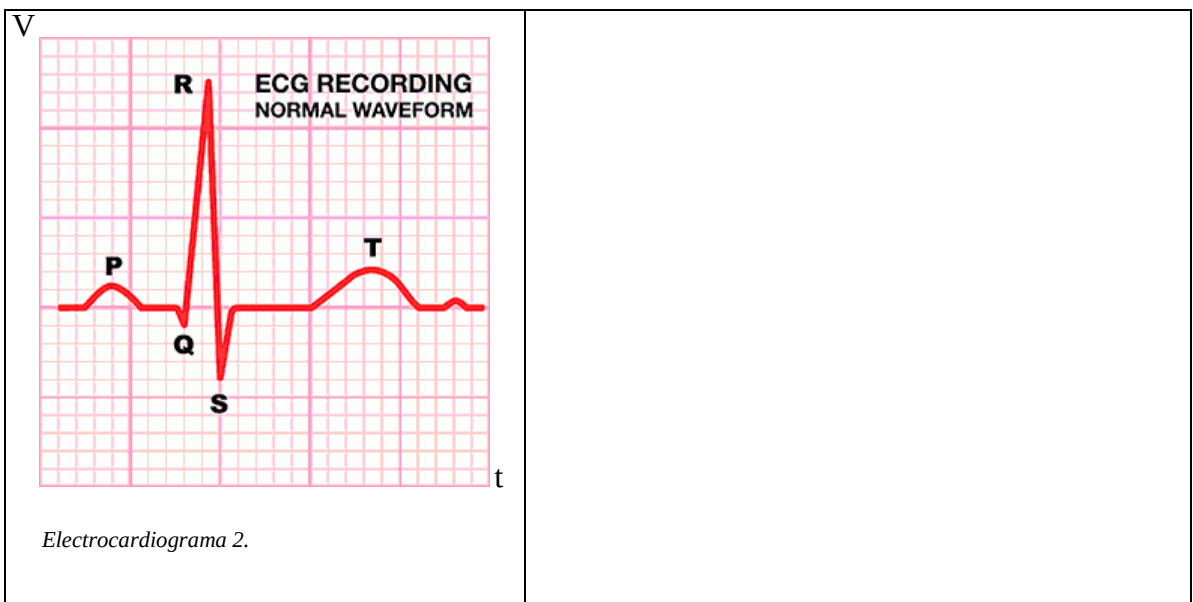
1. Observen la figura y dibujen una parte de ella.



2. Si tuvieran que reportarle el funcionamiento del corazón a la persona a quien corresponde este electrocardiograma. ¿Qué le dirías? Exprésenlo con sus propias palabras.

3. La cardiología identifica los siguientes componentes en el Electrocardiograma: ondas, segmentos e intervalos.

a) Describan con sus palabras a las curvas u ondas P, QRS y T del *Electrocardiograma 2*, en el recuadro:

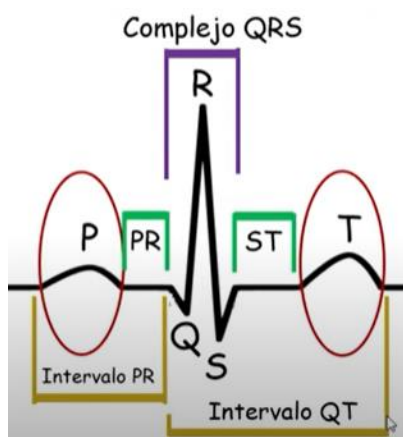


b) Del *Electrocardiograma 2*, respondan las siguientes preguntas: ¿Cómo se comporta el corazón en la onda P?

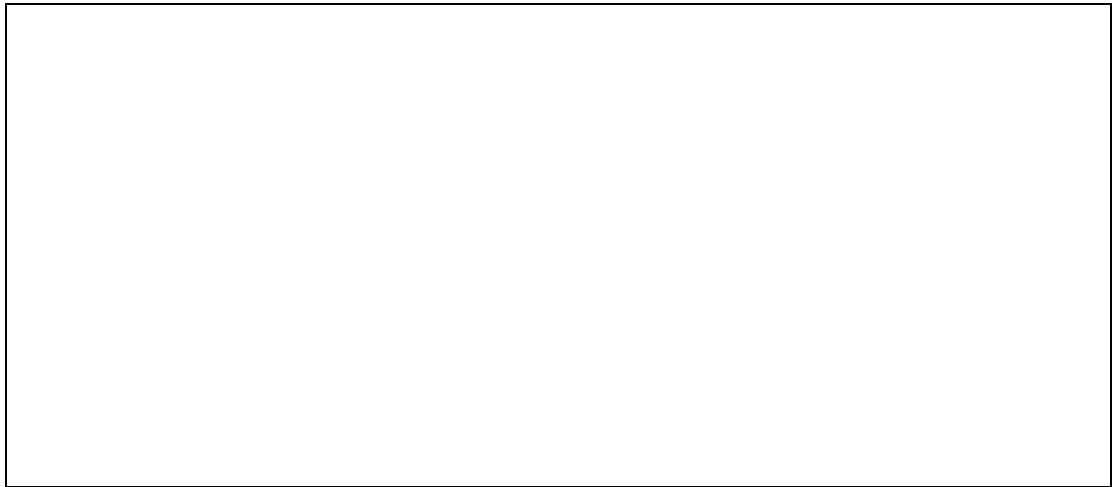
c) ¿Qué situación está ocurriendo en el corazón bajo la onda QRS?

d) Fisiológicamente ¿Qué está ocurriendo en el corazón durante la onda T?

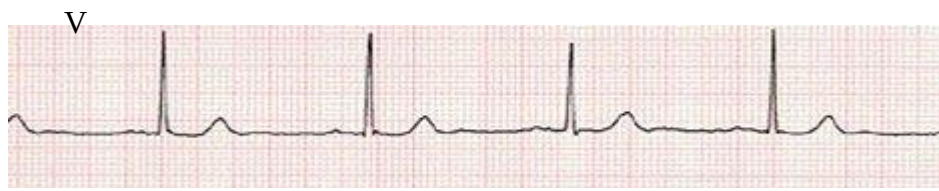
4. Describan en sus palabras el comportamiento del corazón en cada intervalo, PR y QT ilustrados en la figura:



Electrocardiograma 3.



5. Describan con detalle la fisiología del corazón al que corresponde el electrocardiograma que sigue:



Electrocardiograma 4.



ANEXO 4. Transcripciones segundo diseño “Modelando el ritmo del corazón (II)”

Se registró el flujo eléctrico que transita por el músculo cardíaco del corazón de una persona tal como muestra la siguiente figura de su electrocardiograma:



Electrocardiograma 1.

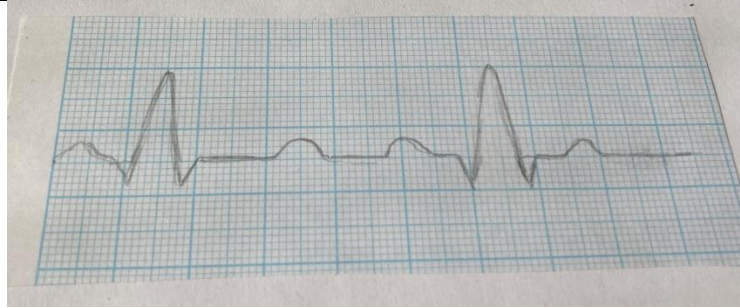
1. Observen la figura y dibujen una parte de ella.

Transcripciones:

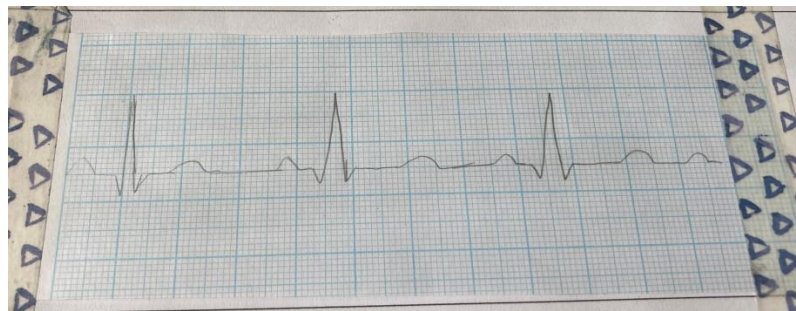
G1:



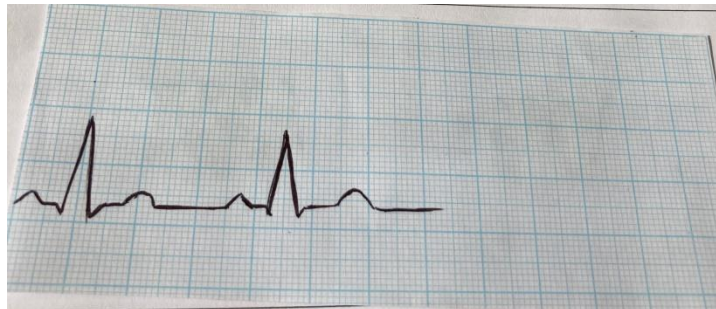
G2:



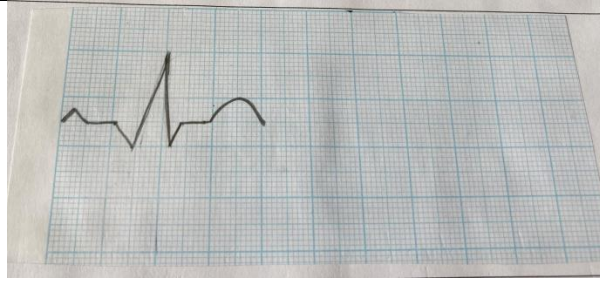
G3:



G4:



G5:



2. Si tuvieran que reportarle el funcionamiento del corazón a la persona a quien corresponde este electrocardiograma. ¿Qué le dirías? Exprésenlo con tus propias palabras.

Transcripciones:

G1: Estuviste a punto de morir, después tus latidos siguieron normales y ahora moriste.

G2: Gracias a su electrocardiograma de forma visual, sin calcular la distancia de RR podemos decir que su corazón está funcionando de manera normal por lo que la persona tiene un buen estado de salud.

G3: Le diremos al paciente que su corazón se encuentra acelerado.

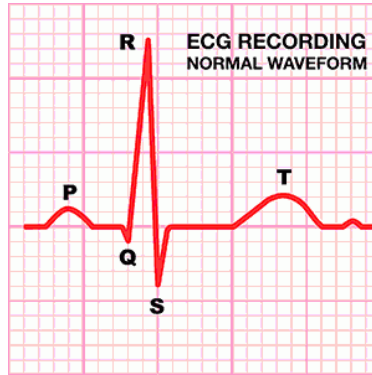
G4: Estas vivo hermanito.

G5: El electrocardiograma muestra señales adecuadas en cuanto al cuidado de tu salud.

3. La cardiología identifica los siguientes componentes en el Electrocardiograma: ondas, segmentos e intervalos.

- a) Describa con sus palabras a las curvas u ondas P, QRS y T del *Electrocardiograma 2*, en el recuadro:

V



Electrocardiograma 2.

Transcripciones:

G1:

P: Cuando se contrae la ventrícula.

QRS: Se contrae el corazón.

T: Cuando el corazón se relaja.

G2:

P = La onda es pequeña y corta.

Q y S = Las ondas están asimétricas con gran diferencia de tamaño.

R = Está demasiado alta, normalmente su medida es de 2 grandes.

T = Onda larga y de mayor tamaño que la P.

G3: P y T son similares en silueta, como colinas.

Q, R y S comparten forma puntiaguda,

G4:

P: Despolarización auricular.

QRS: Despolarización ventricular.

T: Repolarización ventricular.

G5:

Ondas: Contracción o relajación del corazón.

Segmentos: Espacio entre ondas.

Intervalos: Suma del segmento y de una y otra onda

Onda P = Sístole (contracción)

Complejo QRS = Contracción de los ventrículos

Onda T = Diástole (relajación)

b) Del *Electrocardiograma 2*, respondan las siguientes preguntas: ¿Cómo se comporta el corazón en la onda P?

Transcripciones:

G1: Se contrae la parte de arriba del corazón

G2: Su contracción es muy pequeña en comparación del complejo QRS y el descanso de la onda T.

G3: Que (P) en comparación de las otra, es menos fuerte.

G4: Se contracciona el corazón.

G5: Dentro del corazón , se contrae las aurículas y esto hace que en el electrocardiograma, en la onda P, se eleve.

c) ¿Qué situación está ocurriendo en el corazón bajo la onda QRS?

Transcripciones:

G1: Se contrae la parte de abajo del corazón y expulsa toda la sangre

G2: El electrocardiograma marca una gran excitación en el complejo QRS, es decir, la contracción es muy alta.

G3: Está en el latido fuerte del corazón (excitación)

G4: “Late”

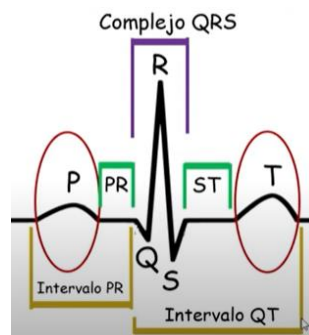
G5: Representa la contracción de los ventrículos.

d) Fisiológicamente ¿Qué está ocurriendo en el corazón durante la onda T?

Transcripciones:
G1: Comienza a volver la sangre al corazón y esta onda se relaja
G2: El corazón está bombeando de forma anormal y que el descanso (t) tiene la curva muy grande, por lo que el descanso del corazón es muy largo.
G3: Post latido fuerte
G4: Vuelve a tomar sangre
G5: Es lo contrario a la contracción, representa la relajación de los ventrículos.

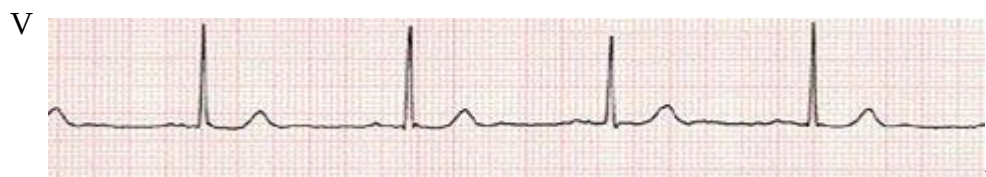
4. Describan en sus palabras el comportamiento del corazón en cada intervalo, PR y QT ilustrados en la figura:

Electrocardiograma 4.



Transcripciones:
G1: El comportamiento de PR se contrae para crear el complejo QRS. Y el comportamiento QT se refiere cuando se relaja el músculo.
G2: Están de forma correcta o más bien normal.
G3: PR es la preparación para el bombeo fuerte del corazón. QT es el bombeo fuerte del corazón más el “post – bombeo” de este.
G4: PR =de “P” a “QRS”, es intervalo Intervalo QT = de “Q” a onda “T”
G5: En el intervalo PR se suma la onda P con el segmento PR, en el intervalo QT se suma el complejo QRS con el segmento ST.

5. Describan la fisiología de este corazón, ilustrado en la siguiente figura, durante 1 segundo.



<i>Electrocardiograma 5.</i>
Transcripciones:
G1: Tiene un estable pulso y un P chiquitito.
G2: Se le está realizando una desfibrilación, en simples palabras, se le está reanimando.
G3: El bombeo del corazón es raro porque la parte inicial del bombeo es débil y el latido fuerte es casi de golpe.
G4: 1,20 segundos dura el intervalo RR La potencia de los minivoltios más alto es de 1,9 mv El intervalo es anormal ya que debería demorarse 0,8 segundos y no 1,20
G5: El electrocardiograma enseña que el ciclo cardiaco se desempeña con un ritmo pasivo a través de las sístole y la diástole, comprendiendo que su continua fluidez se deriva del reposo.