

# Transdisciplina en Física de Preparatoria: circuitos eléctricos y circuitos hemodinámicos

Miguel Cuauhtli Martínez Guerrero, Rodrigo Fernando Barrios Romero, Sofia Cristerna Nava, Jessica González Velasco, Perla Karina Peña Prado

Preparatoria de la Universidad La Salle México Unidad Santa Teresa

m.cuauhtli@lasallistas.org.mx, rf.barrios@lasallistas.org.mx,  
s.cn@lasallistas.org.mx, j.gv@lasallistas.org.mx,  
perla.pena@lasallistas.org.mx

**Resumen.** La coartación de la aorta ocupa un lugar destacado dentro de las cardiopatías congénitas. Aunque dicha condición suele presentarse como un hecho aislado, puede asociarse en ocasiones a otras anomalías, es por ello que se requiere tener diferentes soluciones, siendo una de ellas, un circuito hemodinámico cuyas bases se encuentran sustentadas en un circuito simple. Cabe mencionar que esta solución tiene límites, ya que no puede ser utilizada si la densidad de la sangre varía. A pesar de ello, ésta la solución presenta una nueva forma de aprendizaje, la transdisciplina, en donde necesitaremos de dos áreas del conocimiento para resolver un problema.

**Palabras clave:** coartación de la aorta, circuito simple, circuito hemodinámico, transdisciplina, calidad de vida.

## 1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

Existen diversas cardiopatías congénitas que se presentan en las primeras semanas del nacimiento, siendo la coartación de la aorta una de ellas. Es un defecto que consiste en el estrechamiento de la gran arteria llamada aorta, que transporta la sangre llena de oxígeno desde el ventrículo izquierdo al cuerpo, produciendo diferentes síntomas, que afectan en el desarrollo de la vida diaria de las personas involucradas, dependiendo del lugar que se pueda manifestar en cualquier sitio de la aorta y de la gravedad del estrechamiento.

Aunque existen tratamientos quirúrgicos para este problema, según Bermúdez (2005) desde un punto de vista meramente anatómico, la técnica quirúrgica, debería considerarse como curativa y altamente recomendable, al menos en edades tempranas. Esto no es siempre posible y a veces se requieren alternativas a la anastomosis término-terminal. Todas las series quirúrgicas han descrito porcentajes variables de coartación y de aneurismas, aunque con tendencia descendente.

Por ello, es de suma importancia dar una eficiente y eficaz solución más viable a esta problemática favoreciendo tanto al paciente afectado como al doctor encargado desde otro punto de vista de una nueva forma de aprendizaje.

## 2 Objetivo

Proponer una solución alternativa y sencilla, utilizando una novedosa forma de aprendizaje (la transdisciplina) para mejorar la calidad de vida de las personas con coartación en la aorta. Dicha solución se basó tras analizar la Ley de Ohm y las resistencias, las cuales se llevaron al campo

de la salud, en donde observamos las similitudes entre la resistencia de Poiseuille y de Ohm. Esto con el propósito de influir de manera positiva en el ámbito de la salud y bienestar.

### 3 Propuesta de solución

Después de analizar la Ley de Ohm, Poiseuille y las resistencias (en serie y en paralelo), las trasladamos al campo de la salud, en donde realizamos una analogía entre un circuito eléctrico y el cuerpo humano. Considerando que la densidad de la sangre es constante, procedemos a calcular las resistencias, superiores e inferiores, sabiendo que ambas deben ser iguales avanzaremos a tomar una decisión, es decir, en qué forma se conectará (paralelo o serie) y en donde, si en la parte superior o en la inferior.

Cabe mencionar que, al realizar tres diferentes casos, se llegó a la conclusión de que cada persona tendrá distintas soluciones, por ejemplo, si su resistencia superior fue mayor a la inferior, se deberá disminuir la mayor, de tal forma que ambas sean iguales y para realizar esto, se llevará a cabo unos *bypas* (nuevas conexiones), en el ejemplo propuesto se ejecutaría una conexión en paralelo en la parte superior para disminuir la resistencia e igualarla a la superior.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad (1)$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (2)$$

$$R_{\text{Poiseuille}} = \frac{8\eta L}{\pi r^4} \quad (3)$$

$$R_{\text{Ohm}} = \frac{\rho L}{\pi r^2} \quad (4)$$

En la Figura 1, 2 y 3 se pueden observar los cálculos realizados para así asimilar lo anteriormente mencionado. En total fueron tres circuitos diferentes conectados cada uno en su respectiva tabla protoboard (ver figura 4), los primeros dos coincidieron con que las resistencias de la parte inferior fueron menores a la del superior, por lo que se tomó la decisión de conectar en paralelo para lograr igualar las resistencias (superior e inferior). Por otro lado, el tercer circuito tuvo resistencias inferiores mayores a la superior, por lo que se decidió conectar en paralelo en la parte inferior. Es verdad que también se pudo realizar una conexión en serie, sin embargo, no se efectuó de esta manera ya que por el rango de valores de las resistencias obtenidas en el circuito (98-2,221) convenía más conectarlo en paralelo. De igual forma, dicha lógica fue utilizada en los otros dos circuitos.

### 4 Discusión de resultados e impactos obtenidos

Con los experimentos marcados en la sección anterior se pretende esquematizar el defecto congénito de la coartación de la aorta, ver figura 4. Un diámetro reducido en la aorta obliga al corazón a bombear con más fuerza causando en los pacientes una elevada presión arterial, ya sea en los miembros superiores o inferiores; la cual se relaciona estrechamente con las resistencias, ya que son usadas como una dificultad para que la sangre pase por un vaso sanguíneo.

Se puede aplicar la ley de Poiseuille y Ohm debido a que predomina un flujo laminar en el circuito vascular, dando como resultado que la resistencia del flujo sanguíneo sea proporcional a la viscosidad e inversamente proporcional a la cuarta potencia del radio del vaso. Es decir, de acuerdo con el trabajo de Bermúdez-Cañete, debido a la dependencia radial es posible establecer un comportamiento análogo entre las resistencias de Poiseuille y Ohm (ver ecuaciones 3 y 4). Con esta información se trabajó y tomando en cuenta la diferencia de resistencias entre la parte superior e inferior, por lo que se propone aumentar la resistencia en la parte que más lo necesito, superior o inferior según sea el caso; por ejemplo, en la figura 1 y figura 2 se tendría que aumentar una resistencia en paralelo en la parte superior o una en serie en la parte inferior, contrario a la figura 3 en la que se tendría que aumentar una resistencia en serie en la parte superior o una en paralelo en la parte inferior. Es verdad que existen dos tipos de soluciones, sin embargo, siempre existirá una mejor que la otra, esto se ve reflejado en el rango del valor que

se tiene de resistencias. Si una de las soluciones no está en ese rango, no es conveniente realizar la conexión. Adicionalmente, si la otra solución entra dentro del rango, entonces será la más indicada.

Este ejercicio puede ser útil para futuras investigaciones si se toman en cuenta las mismas bases y parámetros, como la viscosidad, longitud y radio de los vasos sanguíneos, presión y flujo sanguíneo, las cuales se tomaron en cuenta como las normales.

Con este trabajo buscamos resaltar una educación en la que sea remarcada la transdisciplina, ya que para la elaboración del mismo se necesitaron conocimientos tanto de física como de salud, lo que es fundamental para construir un futuro sostenible, ya que la salud y el bienestar es un objetivo principal y debería estudiarse desde temprana edad.

Además, es preciso enfatizar que la construcción del dispositivo anteriormente descrito y el análisis realizado para dar una posible solución al problema de la coartación de la aorta (ver figuras 1 a 4) está directamente relacionado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 3. Salud y Bienestar. En particular con la meta específica 3.b (ONU, 2015), ya que el presente trabajo es un ejemplo de cómo desde el nivel medio superior es posible apoyar actividades de investigación para una enfermedad no transmisible (la coartación de la aorta) en un país en desarrollo como lo es México. También, este proyecto se encuentra alineado con el ODS 4. Educación de Calidad. En particular con la meta específica 4.3 (ONU, 2015), pues muestra como en la Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa se promueve una formación técnica de calidad para los hombres y mujeres que cursan su último grado de preparatoria, vinculando temas de una asignatura regular (Física IV-Área I) con un problema real (la coartación de la aorta).

## 5 Conclusiones y perspectivas futuras

La propuesta presentada no sólo plantea solucionar un problema relacionado con la salud, sino también aborda una nueva forma de aprendizaje y con ello, nuevas oportunidades para resolver diversos problemas de una manera más sencilla. La analogía que se realizó entre un circuito eléctrico y el cuerpo humano ayuda a comprender mejor lo que necesita el paciente y con base en esto se pueda tomar la decisión más adecuada para que las personas tengan una mejor calidad de vida.

Los tres casos de circuitos hemodinámicos fueron solucionados a pesar de ser diferentes, esto demuestra que la propuesta es bastante útil. Claramente, se espera que en un futuro este tipo de soluciones se puedan extender, es decir y tomando en cuenta la misma propuesta, se podría ayudar a resolver más problemas que se relacionen con la circulación de la sangre y por ende, del corazón.

## 6 Agradecimientos

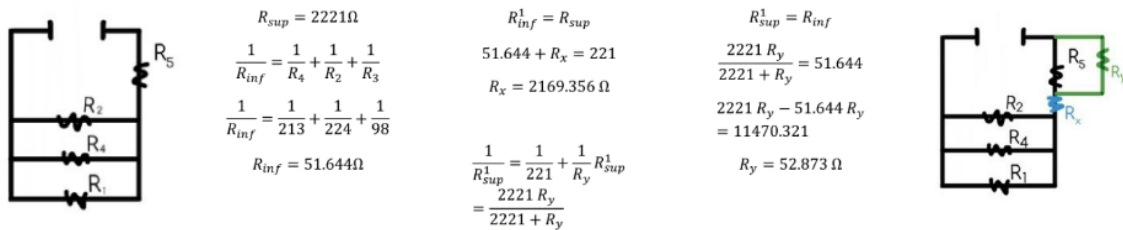
A nuestras autoridades de la Preparatoria de la Universidad La Salle Unidad Santa Teresa por su apoyo para la realización de este proyecto.

## 7 Referencias

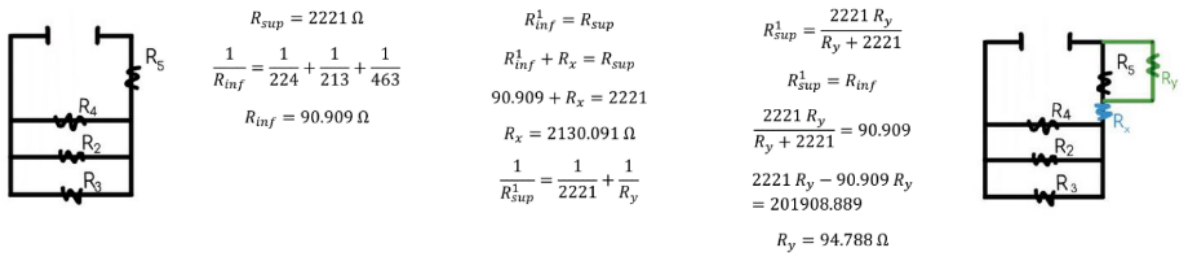
1. Bermúdez-Cañete, R. (2005, 1 septiembre). Coartación de aorta: posibles soluciones a un complejo problema | Revista Española de Cardiología. REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA. <https://www.revespcardiol.org/es-coartacion-aorta-posibles-soluciones-un-articulo-13078547>
2. Fernández Gómez M. L., Puente García N. M., Voces García D. (2001). Coartación de aorta: diagnóstico de sospecha en la consulta de Atención Primaria. MEDIFAM, 11(6), 350–354. <https://scielo.isciii.es/pdf/medif/v11n6/notacli3.pdf>
3. ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

4. Pardell, X. (2021, 9 diciembre). Hemodinámica - Apuntes de Electromedicina. Xavier Pardell. <https://www.pardell.es/hemodinamica.html>
5. Ramírez G., A. J. (2016, 16 mayo). Sistema de circuitos del aparato cardiovascular y hemodinámica. slideshare. <https://es.slideshare.net/AlexRamrez2/sistema-de-circuitos-del-aparato-cardiovascular-y-hemodinamica>
6. WebFisio Fisiología Humana. (2021, 20 mayo). *Hemodinámica vascular*. WebFisio <https://www.webfisio.es/cardiovascular/hemodinamica-vascular/>

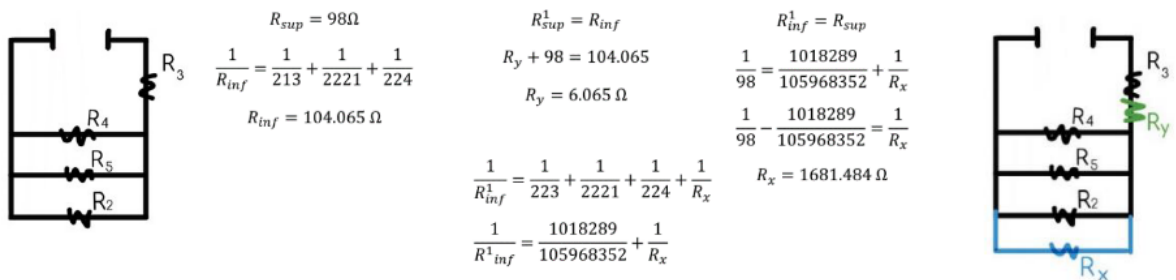
**Figura 3.** Ejemplo 3 con dos posibles soluciones.



**Figura 1.** Ejemplo 1 con dos posibles soluciones. Elaboración propia.

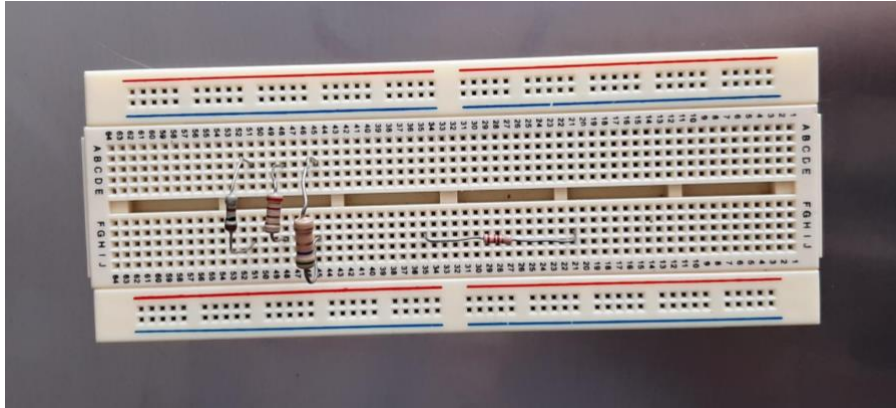


**Figura 2.** Ejemplo 2 con dos posibles soluciones. Elaboración propia.



Elaboración propia.

**Figura 4.** Acomodo de resistencias en la protoboard de la serie propuesta del ejemplo 1.



Elaboración propia.