

# **ESTRATEGIA DIDÁCTICA: “LA CASA DE KREBS” UNA ALTERNATIVA EN FORMA DE RELATO PARA FACILITAR LA COMPRENSIÓN DEL CICLO DE KREBS.**

Carlos Elías Arroyave Montoya  
Maria Camila Sierra Zapata  
Ana María Lotero Vásquez  
Kevin Valencia Gallego

*Universidad de Antioquia*



*Fecha de recepción: 07 de noviembre 2024*

**DOI: <https://doi.org/10.22267/huellas.251122.37>**

## Resumen.

S e identificado que la enseñanza del ciclo de krebs, a nivel universitario, presenta ciertas dificultades. Con el objetivo de enfrentar este desafío, se diseñó una estrategia didáctica basada en la narrativa, que fue implementada con estudiantes de primer semestre de medicina de la Fundación Universitaria San Martín de Sabaneta y estudiantes de licenciatura en ciencias naturales, de semestres superiores de la Universidad de Antioquia. Se recolectó información sobre sus saberes previos sobre el ciclo, y los preconceptos sobre la dificultad del mismo, de igual manera, tras la presentación de la estrategia a los estudiantes, se realizaron dos pruebas, que permiten extraer información en términos de su apreciación de la alternativa didáctica, y de su utilidad para comprender la estructura del ciclo, los resultados mostraron que es una alternativa didáctica muy apreciada por los estudiantes y que permite la comprensión del mismo, logrando resultados en promedio que se acercan al 80% de respuestas acertadas en pruebas de conocimientos específicos. Adicionalmente, los estudiantes en su gran mayoría perciben que tienen suficientes conocimientos acerca del ciclo para explicarlo, con algunas excepciones, que pueden ser caso de estudios posteriores.

**Palabras Clave:** Ciclo de krebs, narrativa, alternativa didáctica, percepción sobre el aprendizaje.

## Abstract.

It was identified that teaching the Krebs cycle at the university level presents certain difficulties. In order to face this challenge, a narrative-based teaching strategy was designed, which was implemented with first-semester medical students from the Fundación Universitaria San Martín de Sabaneta and undergraduate students in natural sciences from the Universidad de Antioquia. Information was collected about their prior knowledge about the cycle and their preconceptions about its difficulty. Likewise, after presenting the strategy to the students, two tests were carried out, which allow information to be extracted in terms of their appreciation of the teaching alternative and its usefulness in understanding the structure of the cycle. The results showed that it is a teaching alternative highly appreciated by the students and that it allows for their understanding of the cycle, achieving results on average that are close to 80% of correct answers in specific knowledge tests. Additionally, the students, in

## TEACHING STRATEGY: "THE HOUSE OF KREBS" AN ALTERNATIVE IN THE FORM OF A STORY TO FACILITATE THE UNDERSTANDING OF THE KREBS CYCLE.

their great majority, perceive that they have sufficient knowledge about the cycle to explain it, with some exceptions, which may be the case of later studies.

**Keywords:** Krebs cycle, narrative, alternative teaching method, perception of learning.

## I. INTRODUCCIÓN.

Desde la aparición de la primera figura del ciclo de los ácidos tricarboxílicos, ciclo del ácido cítrico o ciclo de krebs (Krebs, et al., 1938), generado mediante una metodología que años antes le había permitido al mismo autor, elucidar el ciclo de la urea en 1932 (Quesada Molina, M. 2014), diversos autores hicieron contribuciones para mejorar la comprensión de la organización y estructura del ciclo de krebs, por ejemplo, aportando la organización sus enzimas en la mitocondria (Robinson y Srere, 1985), comprendiendo los mecanismos de inhibición de inhibidores como el malonato (Pardee y Potter, 1948). Asimismo, incorporando el ciclo de Krebs a otras rutas metabólicas distintas a la glucólisis, como la oxidación de ácidos grasos (Lehninger, 1945). Todas estas contribuciones, no solo permitieron mejorar la estructura del ciclo de krebs, sino también, poner de manifiesto su importancia central en el metabolismo mitocondrial y celular. Dicha importancia hace que, los programas universitarios relacionados con el área de la salud, las ciencias exactas, la ingeniería o la educación, en los cuales aparece el curso de bioquímica, deban abordar y comprender dicha ruta metabólica, con detalles como sus sustratos, enzimas y coenzimas, reacciones de producción de energía, inhibidores, rutas pleróticas, entre otros.

A pesar de ello, la enseñanza del ciclo de krebs, es un desafío significativo en la educación universitaria en bioquímica. En particular, un estudio realizado por la

Fundación Universitaria del Área Andina de Bogotá en 2009, identificó al enfoque tradicionalista en la enseñanza de este tema como uno de los factores que contribuyen a las dificultades de aprendizaje de los estudiantes sobre el mismo.

En la búsqueda de alternativas para afrontar la enseñanza de temas de diferentes índoles, se ha encontrado que, en muchos casos, la narrativa organiza la estructura de la experiencia humana; permite comprender las propias acciones como las de los demás, estructurar eventos y objetos de manera coherente, y al mismo tiempo, conectar y analizar las consecuencias de acciones y acontecimientos en su contexto temporal; no es solo una forma de representar sino de constituir la realidad. (Brunner, 1991). La narrativa debe ser valorada como un vehículo a través del cual, se puede comprender el mundo desde nuevas formas y nos ayuda a comunicar nuevas ideas. A nivel cognitivo las utilizamos usualmente como esquemas, andamios o plantillas para organizar y dar significado a nuestras experiencias (Mateos y Nuñez, 2012).

Apoyados en esto, se pretende proponer una estrategia didáctica "narrativa" para facilitar la comprensión del ciclo de krebs en estudiantes universitarios que tengan en su plan de estudios el curso de Bioquímica.

## II. METODOLOGÍA.

Para la investigación se han definido 3 etapas.

### A. ETAPA 1. Elaborar una estrategia de enseñanza del ciclo de krebs, basado en la narrativa.

Para elaborar la estrategia, se han tenido en cuenta: los sustratos, productos, enzimas, coenzimas, reacciones que generan energía por fosforilación oxidativa o no oxidativa, reacciones que eliminan o requieren agua, liberación de CO<sub>2</sub>, uso de acetilCoA. Con todos estos componentes en mente, se elaboró la estrategia que se denominó: "La casa de Krebs", que pretende generar una comprensión de la estructura del ciclo de krebs.

### B. ETAPA 2. Esta etapa es de nivel exploratorio con diseño experimental (Arias, 1999, Sampieri y otros, 2006).

Presentar la estrategia a estudiantes de los programas de Licenciatura en ciencias naturales (LCN) de la Universidad

de Antioquia (UdeA), y de Medicina de la Fundación Universitaria San Martín (FUSM) sede Sabaneta. Para ello, en los grupos de estudiantes de estas universidades, que durante el semestre 2024-1, cursaban bioquímica, se utilizó como alternativa didáctica "La casa de Krebs", posteriormente, una vez terminada la unidad temática, de manera voluntaria, los estudiantes que firmaron un consentimiento informado dieron respuesta a una encuesta, que permitiera extraer información de los puntos de vista de los estudiantes con respecto a la estrategia propuesta. La muestra fue de un total de 14 estudiantes, 8 de la FUSM y 6 de la UdeA.

### C. ETAPA 3. Esta etapa es de nivel correlacional con diseño experimental (Arias, 1999, Sampieri y otros, 1997).

Uso de la estrategia didáctica en un semestre regular, en nuevos grupos del programa de Medicina de la FUSM 2024-2. Con base en el análisis de la pertinencia de la estrategia, según los resultados de la etapa 2, se sometió la alternativa didáctica a 3 grupos de estudiantes de la FUSM, a través de un pretest antes de la intervención, y posterior a ella un postest, para observar el grado de conceptualización alcanzado en la comprensión de la estructura del ciclo de krebs, en cuanto a sus diferentes elementos. De igual manera, se recolectó información sobre sus percepciones con respecto a la alternativa didáctica y la facilidad para comprender el ciclo, además de su propia percepción sobre el nivel de comprensión alcanzado. Para ello se elaboró una encuesta en la que se incluyeron cuatro categorías de respuesta: Mucho (si consideraban que conocían el concepto y eran capaces de explicarlo a los compañeros), suficiente (si consideraban que conocían el concepto, aunque no eran capaces de explicarlo a los compañeros), poco (si consideraban que no estaban seguros de comprender el concepto) o nada (si definitivamente no sabían el concepto). La muestra en este caso fue de 69 estudiantes.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### A. ETAPA 1. Se elaboró la alternativa didáctica denominada "La casa de Krebs" en forma de narrativa, la cual se encuentra en el siguiente enlace:

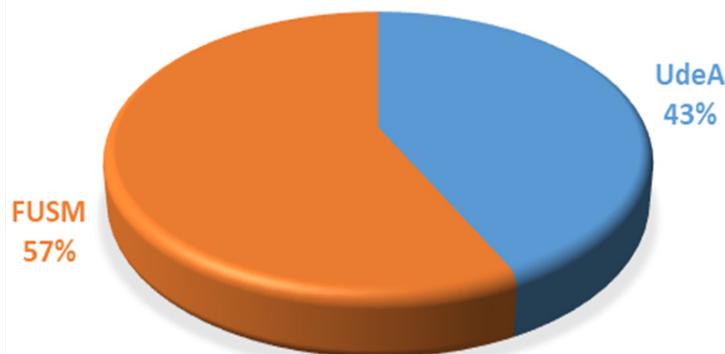
### B. ETAPA 2. Al someter la alternativa didáctica a un grupo de estudiantes en el semestre 2024-1, de los programas de Medicina de la FUSM y de LCN de la UdeA, con el ánimo de recolectar información de la pertinencia

de la alternativa, se encontró lo siguiente:

En cuanto a la composición de la muestra:

**Figura 1.**

Composición de la muestra de 14 estudiantes.



Los estudiantes que participaron en la investigación de la FUSM, estaban en el primer semestre del programa de Medicina, los estudiantes de la UdeA que participaron se encuentran entre los semestres 5 y 7 de la LCN.

**Tabla 1.**

Resultados de la encuesta de percepción 2024-1

Percepción previa del ciclo de krebs	El ciclo de krebs tiene demasiada información para aprender y retener, especialmente por lo comentado en el medio por conocidos que se habían enfrentado a dicha ruta.
Expectativas frente al tema	La gran mayoría expresan temor porque esperan un tema demasiado complejo, el cual no podrán dominar, aunque algunos, tienen la esperanza de poder profundizar en la comprensión de la estructura y función del mismo, pues declaran ser conocedores de la importancia que tiene la ruta metabólica en el metabolismo.
Percepción de la estrategia presentada	El 100% de los estudiantes muestran agrado por la metodología utilizada, les sirve mucho, y facilita la comprensión de la estructura del ciclo, se observa que la metodología despierta interés por aprender, y facilita la comprensión. - Agradecen las bondades de la narrativa, al hablar de elementos cotidianos, como el uso de los servicios públicos domiciliarios, permite

generar andamiajes adecuados, para una organización estructural más sencilla del ciclo.

- Resaltan en la estrategia, la posibilidad de incrementar la transversalidad de la empatía entre los elementos resaltados por Novak en la enseñanza: estudiante, docente, currículo, el contexto y la evaluación. (Novak, 1988). Y solicitan más alternativas didácticas que los saquen de la monotonía de las clases tradicionales.

**Sugerencias para mejorar la alternativa didáctica**

El 93% de los encuestados no realiza ninguna sugerencia, el 7% propone profundizar más en la conexión de las enzimas con la estrategia didáctica.

Nota: encuesta realizada en UdeA y FUSM

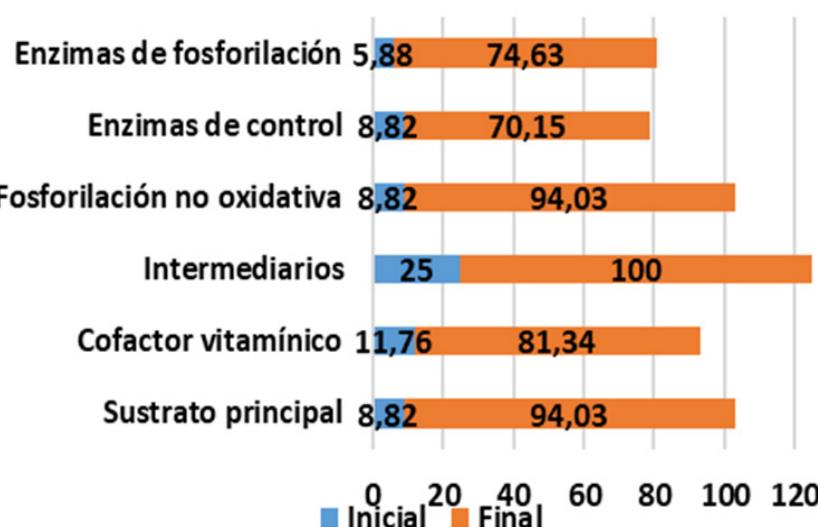
**C. ETAPA 3.** En la figura 2, se observa una comparación entre el porcentaje de estudiantes que respondió correctamente a las preguntas de la conducta de entrada (azul) y los estudiantes que respondieron correctamente al examen realizado al final de la intervención sobre los mismos conceptos (naranja). Se observa que el ítem sobre el cuál se tenían mejores conocimientos en la conducta de entrada, era lo relacionados con los intermediarios del ciclo de krebs, de igual manera al final, el 100% de los estudiantes, respondió afirmativamente a las preguntas relacionadas con los intermediarios, la mejoría en este concepto tras la intervención fue de un 75%.

Para los otros conceptos, se observaron mejorías entre el 61.33% para el concepto de las enzimas de control y el 85.21% para los conceptos de fosforilación oxidativa y sustrato principal, los cuales fueron los conceptos en los que hubo la mayor mejoría porcentual.

En términos de la utilidad de la alternativa didáctica, se logró que los estudiantes alcanzaran al menos un 70% de comprensión para todos los conceptos, siendo las enzimas de control el concepto que menor comprensión logró con un 70.15% de los estudiantes, y como se dijo anteriormente, los sustratos con un 100% de los estudiantes, fue el concepto más comprendido.

### **Figura 2.**

Comparación entre las actividades inicial y final tras la intervención.



**Nota:** estudiantes de medicina FUSM 2024-2

La percepción de los estudiantes sobre su aprendizaje, es importante tenerla en cuenta, ya que se refiere al juicio o auto reporte que hace un estudiante acerca del conocimiento, comprensión o habilidad adquirida durante una experiencia de aprendizaje (Alavi, et al., 2002). En este sentido, sobre la percepción se tuvo en cuenta en la encuesta dos puntos de vista, la percepción que se tiene sobre la alternativa didáctica como tal, y la percepción que se tiene del aprendizaje alcanzado.

Con respecto a la percepción sobre la alternativa didáctica, los adjetivos más repetitivos se muestran en la figura 3, algunos de ellos son: excelente, divertida, didáctica o dinámica; existen muchos otros que se repiten una sola vez, por tal motivo no se presentan.

### **Figura 3.**

Percepción sobre la alternativa didáctica.



Con respecto a la percepción de los estudiantes, sobre el aprendizaje adquirido, una vez se ha realizado la intervención con la alternativa didáctica, se muestran los resultados de la encuesta en la figura 4.

Según la percepción de los estudiantes al final de la intervención con la alternativa didáctica la casa de krebs, una gran mayoría de ellos, considera que saben y podrían explicar a los compañeros los intermediarios, las enzimas y las reacciones que eliminan CO<sub>2</sub>, todas ellas con un 72% de los encuestados; los resultados también muestran que los estudiantes perciben que son capaces de explicarles a sus compañeros el sustrato principal y su origen con un 64%, las reacciones en las que hay asociación a la fosforilación en un 58% y las enzimas de control en un 53%.

Por otro lado, en los ítems, en los cuales los estudiantes tienen una mayor percepción, de que, aunque lo saben, no se sienten en capacidad de explicarlo, son: la enzima de la fosforilación no oxidativa en un 47%, los cofactores vitamínicos en un 45%.

Es importante señalar que, la opción que se relaciona con la no comprensión en absoluto es de 0% en casi todos los ítems, excepto en lo relacionado con la fosforilación no oxidativa, en la cual existe un 1.6% que percibe que no lo entendió.

Con respecto a la percepción de que se aprendió poco, nuevamente la fosforilación oxidativa y los cofactores vitamínicos son los más deficientes, con un 17%, para los otros ítems, la percepción de que se aprendió poco es menor al 10%.

De manera que, al analizar la percepción desde el punto de vista de haber obtenido una comprensión suficiente sobre el tema, se encuentra que, para todos los conceptos, al menos un 81% de los estudiantes tiene la percepción, siendo este el resultado más bajo, y justo para el tema de la fosforilación no oxidativa, que parece ser, junto a los cofactores vitamínicos, los conceptos más débiles en la estrategia.

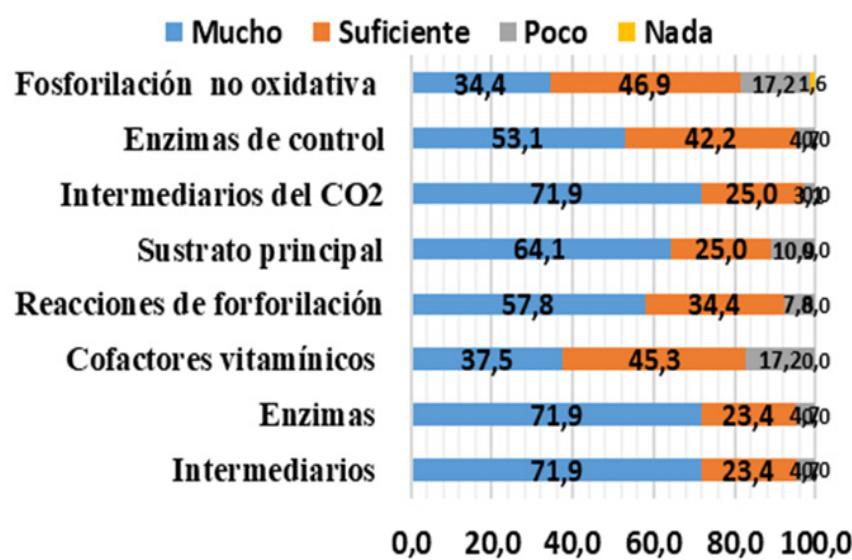
Desde el punto de vista de la percepción, la estrategia indica que es efectiva para comprender la estructura del ciclo de krebs, e incluso para poder explicarla, aunque se hace necesario reforzar los cofactores vitamínicos, el tema de la enzima de fosforilación no oxidativa, con el ánimo de tener una mejor estrategia.

Al comparar estos resultados, con los resultados de la prueba cuantitativa que se hizo sobre el ciclo de krebs, la cual arrojó que se seleccionaba siempre con

mayor porcentaje la respuesta correcta, en el caso de los intermediarios, con un 100%, sustrato principal y fosforilación no oxidativa 94.03%, cofactores vitamínicos 81.34%, enzimas de fosforilación 74.63% y enzimas de control 70.15%. Se encuentra que la percepción va muy de la mano con lo que pueden responder en una prueba de conocimientos específicos, sin embargo, en los cofactores vitamínicos se comprueba que, aunque no se sientan capaces de explicarlo, saben cuales son. Además, aunque la alternativa didáctica es muy adecuada para la comprensión de la estructura del ciclo de krebs, es necesario reforzar en lo relacionado con las enzimas.

Con la fosforilación no oxidativa, ocurre algo particular, pues, aunque hay cerca de un 20% que considera que no aprendió o aprendió muy poco sobre el tema, las respuestas a la evaluación cuantitativa muestran que es uno de los conceptos a los que mejor respondieron, lo cual sería interesante evaluar más adelante, el porqué de dicha percepción a pesar de que logran entender el concepto.

**Figura 4.**  
Autopercepción del conocimiento adquirido.

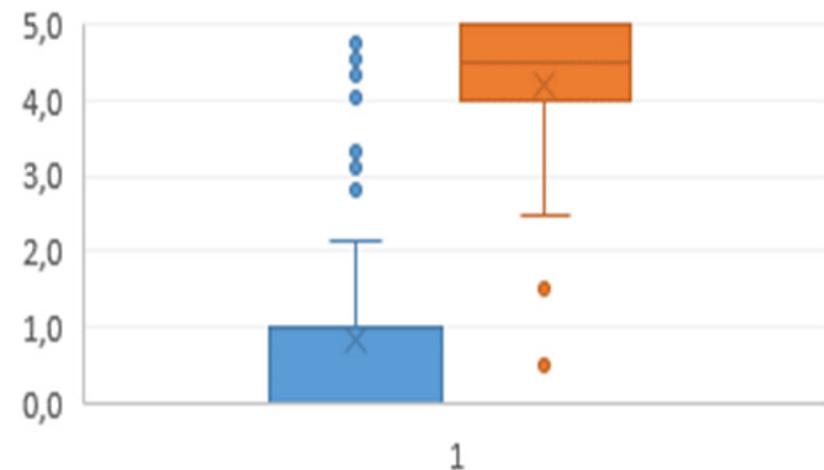


La percepción de los estudiantes sobre el aprendizaje adquirido, es una variable importante a tener en cuenta, en particular en este caso, los resultados que se obtienen en la evaluación sumativa, muestran que están muy acordes con la percepción que tienen los estudiantes, de manera que, indagar sobre las percepciones de los estudiantes, tal vez podría ser una alternativa que permita mejorar las prácticas docentes, para comprender mejor la forma en que los estudiantes piensan y les gustaría aprender, pero eso sería objeto de investigaciones posteriores.

En cuanto a la nota obtenida por los estudiantes antes y después de la intervención, como se muestra en la figura 4, se observan distribuciones no simétricas, en la actividad inicial, esta distribución tiene asimetría positiva, con una moda de 0, mediana de 0 y media de 0.83; mientras que los resultados de la prueba, después de la intervención, muestran una distribución asimétrica negativa, con media de 4.19, mediana de 4.5 y moda de 5, estos resultados se muestran en la tabla 2. Como muestra la gráfica, existen diferencias significativas en los resultados de las pruebas inicial y final, ya que se observa que no se solapan sus gráficas; lo que nos muestra que la alternativa didáctica es efectiva, para la apropiación de los conceptos asociados a la estructura del ciclo de krebs.

La investigación aún continúa en desarrollo, sin embargo, estas tres primeras etapas muestran que aún quedan muchas cosas por analizar, entre ellas diferencias entre grupos, correlaciones entre percepciones y conocimientos realmente adquiridos; estudios de casos con respecto a ítems particulares en los que no hay concordancia entre la percepción y lo aprendido; comparación de los resultados de la estrategia con estudiantes de otros programas y otros semestres, todo esto da pie a seguir indagando sobre la efectividad de la estrategia didáctica.

**Figura 5.**  
Comparación de las muestras antes y después de la intervención.



**Tabla 2.**  
Resultados pruebas inicial y final 2024-2

	<i>Incial</i>	<i>Final</i>
<b>Media</b>	0,83	4,19
<b>Mediana</b>	0,00	4,50
<b>Moda</b>	0,00	5,00

## IV. CONCLUSIONES.

Se ha generado "La casa de Krebs", una alternativa didáctica que utiliza la narrativa, para la enseñanza del ciclo de krebs.

Las expectativas y percepciones que tienen los estudiantes de un curso de bioquímica a nivel universitario, con respecto al ciclo de krebs, es que es de difícil comprensión, por la gran cantidad de nombres y datos a retener.

La alternativa didáctica "La casa de krebs", es vista como una alternativa amigable, de fácil comprensión y que utiliza lenguaje simple y experiencias de la vida diaria, lo que facilita la comprensión de la estructura del ciclo de krebs.

La alternativa ha demostrado que permite, a un alto porcentaje de los estudiantes a los que se les ha presentado, facilitar la comprensión de la estructura del ciclo de krebs, y es pertinente para acceder a una gran cantidad de información de forma simple.

La percepción de los estudiantes, sobre el aprendizaje alcanzado con la casa de krebs, sobre el tema, es muy alta, y va de la mano, con lo que efectivamente se ha observado al realizar la evaluación sumativa final del ciclo de krebs. Existen diferencias significativas de los resultados de la conducta de entrada, con los resultados de la prueba final, los cuales mejoraron notoriamente tras la intervención.

Se hace necesario realizar investigaciones posteriores, tipo estudio de caso, para comprender las dificultades que tuvo una pequeña cantidad de estudiantes para la comprensión de la casa de krebs y la adquisición de la información relacionada con el ciclo de krebs.

Queda muchas cosas por indagar en la alternativa, entre ellas comparaciones con estudiantes de otras universidades, programas académicos, niveles más

avanzados, diferencias entre los mismos grupos del estudio llevado a cabo hasta el momento, esto da pie a continuar con la investigación sobre la alternativa para refinarla y presentarla de manera definitiva.

## V. AGRADECIMIENTOS.

Al coordinador de fundamentos de ciencias biomédicas Víctor Alfonso Gómez Calderín y a la decana de la facultad de Medicina Dra. Lina María González Duque de la FUSM sede Sabaneta, por permitir la investigación en el aula de clase.

A los estudiantes que participaron de manera voluntaria en el estudio.

## Bibliografía.

Alavi, M. A., Marakas, G. M., & Yoo, Y. (2002). Un estudio comparativo de entornos de aprendizaje distribuido sobre resultados de aprendizaje. *Investigación en sistemas de información*, 13 (4), 404–415. <https://doi.org/10.1287/isre.13.4.404.72>

Arias, F. G. (1999). El proyecto de investigación: Guía para su elaboración. *Editorial Episteme*.

Bruner, J. (1991). The narrative construction of reality. *Critical inquiry*, 18(1), 1–21. <https://doi.org/10.1086/448619>.

Krebs, H. A., Salvin, E., & Johnson., W. A. (1938). The formation of citric and ketoglutaric acids in the mammalian body. *The Biochemical Journal*, 32(1), 113–117.

Lehninger, A. L. (1945). FATTY ACID OXIDATION AND THE KREBS TRICARBOXYLIC ACID CYCLE. *Journal of Biological Chemistry*, 161(1), 413–414.

Mateos Blanco, T., & Núñez Cubero, L. (2012). Narrativa y educación: indagar la experiencia escolar a través de los relatos. Teoría de la Educación *Revista Interuniversitaria*, 23(2), 111–128. <https://doi.org/10.14201/8648>.

Novak, J. D., & Bob Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ediciones Martínez Rocca.

Pardee, A. B., & Potter, V. R. (1948). Malonate inhibition of oxidations in the Krebs tricarboxylic acids cycle. *Journal of Biological Chemistry*, 178(1), 241–250.

Quesada Molina, M. (2014). *Hans Krebs y el descubrimiento del ciclo que lleva su nombre*. *Encuentros en la Biología*, 7(148), 85-93. Recuperado a partir de <https://revistas.uma.es/index.php/enbio/article/view/18190>.

Robinson, J. B., Jr, & Srere, P. A. (1985). *Organization of Krebs Tricarboxylic Acid Cycle Enzymes in Mitochondria*. *THE JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY*, 260(19), 10800–10805.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. McGraw\_Hill Interamericana.



**HUELLAS EDICIÓN 22**

**HUELLAS EDICIÓN 22**