



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**IMPLEMENTACION DEL POGIL (PROCESS ORIENTED GUIDED INQUIRY
LEARNING) EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN FISIOLOGIA
DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO EN MEDICINA
VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

David Fernando Balaguera Quinche

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento de Ciencias Fisiológicas
Bogotá, Colombia
Octubre de 2017

**IMPLEMENTACION DEL POGIL (PROCESS ORIENTED GUIDED INQUIRY
LEARNING) EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN FISIOLOGIA
DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO EN MEDICINA
VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

David Fernando Balaguera Quinche

Tesis o trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Fisiología

Director: Leonardo Gómez Duarte MV, MSc, Phd(c)

Codirector: Jairo Alberto Zuluaga MD, Sp

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento de Ciencias Fisiológicas
Bogotá, Colombia
Octubre de 2017

“A mis padres, hermanos, abuelos, profesores y amigos que brindaron su apoyo incondicional durante todo mi proceso de formación..... una experiencia que recordaré toda la vida”

Agradecimientos

A Miguel Eduardo Martínez por abrirme las puertas al mundo de la fisiología y representar una guía y un modelo a seguir para mi formación docente.

A Leonardo Gómez Duarte por dedicar su tiempo y sabiduría en la dirección y creación de este documento.

A Manuel Joaquín Rojas y Francisco Andrés Olea por su apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto.

Al personal del departamento de Fisiología de la facultad de Medicina y el laboratorio de Fisiología y Farmacología de la facultad de Medicina veterinaria y zootecnia por su colaboración profesional para la conclusión de este proyecto.

RESUMEN

Se construyeron antecedentes basados en la pregunta: ¿cuál es papel de los laboratorios de fisiología en medicina veterinaria? Los cuales sugieren que los laboratorios solo se relacionan con el conocimiento y la experiencia práctica. Se implementó la pedagogía POGIL (process oriented guided inquiry learning) para dar un aporte adicional al papel de los laboratorios en fisiología y como un medio para explorar la experiencia de los estudiantes durante su paso por el mismo. Como instrumentos se utilizaron test de pensamiento crítico, formatos de reflexión y meta cognición, encuestas estructuradas y diarios de campo. Se concluyó que el POGIL brinda fortalezas y habilidades académicas a los estudiantes, también, el laboratorio es un espacio para reforzar, poner en práctica y perpetuar el conocimiento, para la interacción social, la reflexión moral, el agrado y la diversión, el desarrollo de habilidades de pensamiento superior y la intriga por explorar la naturaleza del organismo.

Palabras clave: Laboratorio, POGIL, conocimiento, experiencia, exploración.

ABSTRACT

Background was built based on the question: what is the role of physiology laboratories in veterinary medicine? Which suggest that laboratories only relate to knowledge and practical experience. POGIL (process oriented guided inquiry learning) pedagogy was implemented to give an additional contribution to the role of laboratories in physiology and as a path to explore the experience of the students during their passage through the lab. Critical thinking tests, reflection and meta-cognition formats, structured surveys and field journals were used as instruments. It was concluded that POGIL provides strengths and academic skills to students, also, the laboratory is a space to reinforce, implement and perpetuate knowledge, for social interaction, moral reflection, enjoyment and fun, the development of superior thinking skills and intrigue to explore the nature of the organism.

Key words: Laboratory, POGIL, knowledge, experience, exploration.

CONTENIDO

1. Antecedentes.....	1
2. Planteamiento del problema.....	12
3. Objetivos de investigación.....	15
4. Marco teórico.....	16
5. Metodología.....	36
6. Resultados.....	48
7. Discusión.....	81
8. Reflexión del autor sobre el laboratorio de fisiología.....	95
9. Conclusiones y recomendaciones.....	97
Anexo A.....	101
Anexo B.....	102
Anexo C.....	109
Anexo D.....	112
Anexo E.....	114
Anexo F.....	115
Anexo G.....	116
Anexo H.....	118
Bibliografía.....	120

1. ANTECEDENTES: Explorando los laboratorios en Medicina Veterinaria

El número de publicaciones sobre la enseñanza en fisiología han ido aumentando con el pasar de los años, convirtiéndolo en un tema susceptible a la exploración. Diversas investigaciones han centrado su atención en la implementación de pedagogías y didácticas tanto en las clases magistrales como en las prácticas de laboratorio. De acuerdo a la experiencia del autor y la iniciativa para realizar este proyecto, estos espacios pueden ser ideales para integrar la teoría, la práctica y la experiencia de un estudiante en un solo ambiente, en donde no solo se transmiten conocimientos, sino también se pueden generar nuevas ideas, desarrollar el pensamiento y promover la indagación.

Una parte de la enseñanza en fisiología ha estado vinculada con la parte experimental, por lo tanto el laboratorio se ha usado como estrategia didáctica de la misma. Un ejemplo de esto fue Claude Bernard quien a través de su trabajo en el laboratorio participó en la formación médica de varias generaciones de estudiantes a través del uso del método científico, adicional a esto, realizó varios trabajos de investigación que contribuyeron al avance de la fisiología, la medicina, la bioquímica y la biología molecular (**McArdle WD et al, 2015**).

Para la construcción de estos antecedentes se realizó una labor de búsqueda para contestar la pregunta **¿qué son, para qué y por qué los laboratorios de Fisiología en Medicina Veterinaria?** La indagación incluyó la recopilación de diferentes lineamientos que argumentan el papel de los laboratorios de fisiología en medicina veterinaria, estos incluyen el marco internacional, institucional y estudiantil, la literatura almacenada en las diferentes bases de datos y la propia experiencia de los estudiantes de pregrado. Lo anterior permitió reconocer la manera en que los laboratorios son pensados por los diferentes actores educativos:

1.1 Lineamiento internacional de la OIE

La **organización mundial de sanidad animal (OIE)** es una organización intergubernamental encargada de mejorar la sanidad animal en el mundo. Una de sus funciones se centra en la construcción del marco modelo del plan de estudios básico para la formación veterinaria, en estos lineamientos la OIE presenta las recomendaciones sobre las competencias mínimas que se esperan de los veterinarios para garantizar que los componentes públicos y privados de los Servicios Veterinarios Nacionales sean de calidad (**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL, 2013**).

Estos lineamientos de la **OIE** definen a la fisiología y su práctica experimental como *“el estudio de las funciones normales de los organismos vivos y sus partes, aquí los laboratorios familiarizan al estudiante con las técnicas y brindan una amplia comprensión de los principios fisiológicos de base”*. La **OIE** también define el perfil del médico veterinario, el cual durante su formación desarrolla competencias y habilidades de investigación a través de la formulación de hipótesis, el diseño y la implementación de protocolos, el análisis de los datos, la elaboración de conclusiones y la publicación de los diferentes resultados obtenidos (**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL, 2013**). De este lineamiento se pueden extraer tres ideas importantes: La primera idea acude a que la fisiología corresponde solo al estudio de los procesos normales que ocurren en el organismo. La segunda idea refiere a que el estudiante durante las prácticas de laboratorio se familiariza con las técnicas. La tercera es que el veterinario debe desarrollar competencias y habilidades en investigación durante su formación.

De acuerdo con el párrafo anterior, al aplicar el concepto de “funciones normales” durante la enseñanza y el aprendizaje en las prácticas de laboratorio, la formulación de preguntas dirigidas a los aprendices en pro de la enseñanza de la fisiología experimental se integran dentro del grupo de preguntas centradas en la

evidencia y razonamiento de un sistema **(Paul. R et al, 2003)**, aquí la respuesta considerada “acertada” es única y definitiva, dejando a un lado las posibilidades de la opinión subjetiva o respuestas que involucran un juicio proveniente del razonamiento propio los estudiantes. El concepto de “familiarización de técnicas” implica hablar de instrumentación, la cual involucra en algunos casos, el seguimiento de pasos repetitivos para llegar a un registro fisiológico. En cuanto a la “formación investigativa” del médico veterinario, un estudio realizado durante las prácticas de laboratorio que desarrollan su metodología mediante la repetición de técnicas sugiere que los estudiantes disminuyen la adquisición de habilidades para su formación investigativa debido a la falta de práctica al seguir el método científico (observación, hipótesis, experimentación) **(G. Casotti et al, 2007)**. Por lo anterior, se puede deducir que los laboratorios en fisiología mediados por técnicas para llegar a un registro se basan en la ejecución de protocolos repetitivos que no incentivan en los estudiantes el aprendizaje en los procesos de investigación, la indagación, el desarrollo del pensamiento crítico y las habilidades en la resolución de problemas **(Moog. R et al, 2006)**.

1.2 Lineamiento institucional (Universidad Nacional)

Al realizar la indagación a nivel de la Universidad Nacional de Colombia, se encontraron dos argumentos sobre el papel de las prácticas de fisiología en Medicina Veterinaria: El primero es la misión del laboratorio de Fisiología y farmacología, la cual se fundamenta bajo los estándares de acreditación de la universidad: *la docencia* ya que la práctica de fisiología “contribuye con una docencia sólida y actualizada a la formación en ciencias básicas de los estudiantes de pregrado y de posgrado de la universidad nacional de Colombia”. *La investigación* debido a que “desarrolla investigación básica y aplicada en fisiología celular y tisular, en neurofisiología y fisiología cardiovascular, desarrollar

investigación básica y aplicada relacionada con el efecto farmacológico de diversas sustancias sobre células y tejidos”, por último; *la extensión*, aquí “presta colaboración en el diagnóstico electrofisiológico a pacientes de las clínicas de pequeños y grandes animales que lo requieran”. De esta misión no es posible extraer alguna orientación didáctica o el objetivo de las prácticas en fisiología dirigidas a los estudiantes de pregrado.

El segundo argumento corresponde a la pregunta “¿Cuál es la razón de la implementación de los laboratorios de fisiología en medicina veterinaria?” que fue hecha al coordinador de la asignatura en la facultad de Medicina Veterinaria. En su respuesta podemos encontrar dos ideas importantes: La primera, afirma que “no se puede concebir un abandono de la experimentación en la enseñanza de la fisiología”. La segunda idea expresa que “no se puede desligar la necesidad del conocimiento de la aplicación de la fisiología a las herramientas y soporte del diagnóstico clínico”. De acuerdo a lo anterior, se puede deducir que los laboratorios prácticos son un componente importante en la enseñanza de la fisiología, posiblemente con el propósito de generar una mayor comprensión de los conocimientos teóricos los cuales son llevados a la práctica, también es posible inferir que uno de los propósitos de la enseñanza en fisiología es llegar a la etapa de “aplicación”, la cual es precedida por la adquisición del conocimiento teórico. La etapa de aplicación busca llevar este conocimiento a algún contexto de la vida cotidiana para explorar su relación. **(Eberlein. T, 2008)**

1.3 Lineamientos didácticos: La práctica en los laboratorios de fisiología

Se realizó una búsqueda bibliográfica para indagar el papel del laboratorio en fisiología, ésta búsqueda incluyó la revisión de artículos y reportes de ensayos

académicos en fisiología almacenados en revistas especializadas como “advances in physiology education” y bases de datos como “pubmed” tomando como punto de inicio los años 90’s. De acuerdo a algunos autores dedicados a la profesión de la enseñanza en fisiología, el laboratorio es el mecanismo ideal para el aprendizaje en la fisiología de órganos y sistemas (**Walter. C et al, 1990**), para su enseñanza y aprendizaje se han utilizado metodologías y herramientas didácticas resumidas como:

- **Herramientas tradicionales:** Uso de conferencias magistrales, libros de texto, cintas de video comerciales y demostraciones en el fisiografo en los cursos de fisiología como preparación premédica, el aprendizaje del estudiante es casi totalmente visual acompañado de la memorización de conceptos funcionales. (**Walter. C, 1990**)
- **Laboratorios de experimentación con animales:** Están diseñados para facilitar la comprensión y consolidar los conceptos básicos de los estudiantes de medicina. Su concepto base se centra en la expresión “Hands on practice “(manos a la práctica), esta afirma que la experimentación en vivo proporciona al alumno "material real" y "experiencia real" para mejorar el aprendizaje (**Shore. N et al, 2013**)
- **Laboratorios basados en software de ordenador:** Pueden simular el funcionamiento de múltiples sistemas de órganos, su comportamiento y las respuestas fisiológicas a diferentes estímulos. Este software permite la alteración de variables fisiológicas que no son fácilmente modificables *in vivo*. Posee la ventaja de ser rentable ya que los estudiantes pueden acceder fácilmente al programa y realizar intervenciones repetidas. Los

resultados de cada práctica dependen fundamentalmente de los supuestos prefabricados del modelo **(Richard W et al, 1994)**.

- **Laboratorios de fisiología basados en la indagación:** Consiste en un método pedagógico alternativo de enseñanza en el aula que se caracteriza por un enfoque en el aprendizaje a través del descubrimiento. Las evidencias de esta implementación afirman que mejoran las habilidades de pensamiento crítico y analítico, mejora la enseñanza de conceptos fisiológicos, aproxima a los estudiantes al enfoque científico y promueve en pensamiento creativo. **(G. Casotti et al, 2007)**.
- **Laboratorios visuales para el aprendizaje de la ética profesional:** Está basado en que los investigadores a menudo no están familiarizados con la ética profesional en la interacción experimentador - sujeto. Esta práctica intenta ayudar a los estudiantes a ser conscientes, sensibles y estar cómodos con la aplicación de la ética profesional en su propio pensamiento y comportamiento antes de entrar al laboratorio **(Senchina DS, 2010)**
- **El Labtutor:** Un laboratorio virtual con módulos predeterminados para el desarrollo de laboratorios en fisiología, está compuesto por un background de información científica, instrucciones paso a paso, registros en tiempo real, análisis de datos, desarrollo y entrega de un reporte final. En algunas universidades de Colombia que ofrecen programas en ciencias de la salud como la Universidad Nacional, la Universidad del bosque, la fundación universitaria de ciencias de la salud y la universidad de Antioquia utilizan los laboratorios predeterminados del software LabTutor para los laboratorios prácticos en Fisiología. Un estudio conducido en las clases de fisiología de

una facultad de enfermería de la universidad de Birmingham concluyó que el Labtutor proporciona una manera útil para el aprendizaje independiente guiado a través de la práctica y el descubrimiento, los estudiantes encontraron las sesiones agradables y útiles, lo que convierte a este sistema en una herramienta de aprendizaje efectiva como parte de una estrategia de aprendizaje para la enseñanza de las ciencias biológicas. **(Swift. A, 2016)**

Según la revisión anterior acerca de las herramientas didácticas, se puede extraer que una parte de los laboratorios en fisiología están relacionados con los conceptos de “memorización de conceptos funcionales”, “comprensión y consolidación de conceptos básicos”, “experiencia real para mejorar el aprendizaje”, “intervenciones repetidas” e “instrucciones paso a paso”. El pensamiento crítico, analítico y creativo junto al enfoque científico puede ser visualizado en los laboratorios basados en la indagación.

1.4 Prácticas de laboratorio en Fisiología: relatos de estudiantes de Medicina Veterinaria

Se realizaron preguntas abiertas de retroalimentación experiencial (**cuadro 1**) a 62 estudiantes en la asignatura “Fisiología” de pregrado en Medicina Veterinaria, concernientes al papel de los laboratorios en Fisiología durante todo el primer semestre académico de 2016. La participación fue voluntaria y anónima, cada pregunta se realizó al final de cada práctica durante todo el semestre. En el proceso de análisis, se extrajeron los conceptos principales de cada relato, se cuantificó su repetición y se agruparon en categorías temáticas representadas por un gráfico circular que muestra la contribución de cada concepto frente al total.

1. ¿Qué experiencia deja en usted realizar prácticas de fisiología en su formación médica?
2. ¿Qué elementos agregaría a la práctica en general para mejorar la experiencia educativa?
3. ¿Qué pensamiento o reflexión despierta en usted la posibilidad de realizar laboratorios (procesos invasivos) en animales vivos para las prácticas de fisiología?
4. ¿Cuál es su experiencia sobre la didáctica ofrecida por el Labtutor?

Cuadro1: Preguntas de respuesta abierta realizadas después de cada práctica en el laboratorio de Fisiología y Farmacología de la facultad de Medicina veterinaria y zootecnia.

Después del análisis de los relatos se pueden extraer varias afirmaciones sobre el papel de las prácticas de laboratorio en fisiología según la experiencia de los estudiantes:

- En una primera sesión se observó la tendencia a que los laboratorios en fisiología sirven como un medio para integrar los contenidos teóricos en la práctica, esto debido a respuestas como “es útil para interiorizar los conceptos” (24/72 repeticiones) o “sirve para poner la teoría en la práctica” (26/72 repeticiones). Aunque la metodología es considerada didáctica, el aporte de los laboratorios para incentivar el análisis crítico (1/72 repeticiones), el planteamiento de preguntas (2/72 repeticiones) y el aprendizaje en los procesos de investigación (1/72 repeticiones) es muy bajo en comparación con la tendencia a afirmar que el laboratorio es útil para brindar conocimientos (50/72 repeticiones).
- En una segunda sesión, se encontraron algunos hallazgos que los estudiantes consideraron faltantes los cuales se centran en el componente

metodológico, éstos denotan la necesidad de establecer una discusión entre el aprendiz y el instructor sobre el procedimiento y los registros obtenidos en la práctica (3/26 repeticiones), además de la comparación de los resultados con otros grupos (2/26 repeticiones). Otro elemento que es visible se relaciona a que los estudiantes desearon mayor trabajo individual (13/26 repeticiones) y la posibilidad de que existan varias opciones adicionales a las instrucciones predeterminadas en el camino para realizar la práctica (4/26 repeticiones).

- En una tercera sesión cuando se presentó la posibilidad de realizar laboratorios (procesos invasivos) en animales vivos para las prácticas de fisiología los estudiantes continuaron apoyando la idea de que el laboratorio es “útil para entender los conceptos teóricos” (25/51 repeticiones). Incluso con este tipo de práctica, se puede deducir que hay una dicotomía entre el bienestar y la experimentación con animales vivos ya que el pensamiento intelectual prima sobre el pensamiento moral debido a que la visión de los estudiantes frente al uso de animales concibe solo un medio efectivo para entender los conceptos fisiológicos, en pocas palabras, el animal cambia de ser un organismo vivo a un objeto para adquirir conocimientos a través de la práctica (**Samsel. R et al, 1994**)
- En una cuarta sesión, en las prácticas de laboratorio de fisiología desarrolladas con el software Labtutor y sus módulos predeterminados, los estudiantes estuvieron de acuerdo en que las instrucciones son claras y precisas (qué, cómo y dónde se debe medir) (34/92 repeticiones), adicionalmente se denota que Labtutor muestra un ejemplo del resultado que los aprendices deben obtener (6/92 repeticiones).

Según la experiencia de los estudiantes reunida en el segmento anterior, el laboratorio es un medio para adquirir e interiorizar conocimientos, igualmente el desarrollo del mismo se basa en el seguimiento de instrucciones claras de “que, como y donde se debe medir”, esto sugiere que el laboratorio en fisiología es un protocolo de pasos a seguir sin opciones diferentes a las establecidas que limita la posibilidad de visualización por parte de los estudiantes a opciones como errores o registros diferentes a los previstos (**G. Casotti et al, 2007**). Una situación similar es resaltada en un estudio conducido por el **National Research Council** en el año 2000, el cual concluye que algunos laboratorios en ciencias no hacen hincapié en el enfoque científico para la resolución de problemas, y los estudiantes son restringidos a los tipos de experimentos que estaban disponibles a realizar. De acuerdo a los conceptos recogidos en la experiencia de los estudiantes de Medicina veterinaria y la conclusión encontrada en el estudio de la National Research Council, el papel de los laboratorios en fisiología concierne en parte a la adquisición de conocimientos y experiencia de nuevo dejando a un lado el desarrollo de habilidades de pensamiento como el análisis crítico, el planteamiento de preguntas y el aprendizaje en los procesos de investigación.

Del proceso de indagación en los antecedentes se pueden reunir varios elementos para crear tres categorías principales cuyo propósito es hacer una recopilación de los conceptos principales encontrados durante la búsqueda:

- **CONOCIMIENTO**

Los laboratorios son un componente importante en la enseñanza de la fisiología, estos representan un medio para visualizar las funciones normales del organismo a través de la práctica instrumentalizada, también desarrollan el entendimiento de los conceptos fisiológicos, aumentan la comprensión y consolidación de conceptos teóricos y la interiorización de los mismos.

- EXPERIENCIA PRÁCTICA E INSTRUMENTACION

La participación en las prácticas de fisiología familiariza a los estudiantes aprendices con las técnicas de laboratorio, trasladan los conceptos teóricos a las actividades prácticas promoviendo la memorización de conceptos funcionales y brindan experiencia real para mejorar el aprendizaje. Para el desarrollo de los laboratorios se emplea la repetición de técnicas y seguimiento de instrucciones paso a paso con un ejemplo del resultado que los aprendices deben obtener, seguido a esto, se incentiva la aplicación de los conocimientos adquiridos a las herramientas de diagnóstico clínico.

- HABILIDADES DE PENSAMIENTO

De acuerdo a la búsqueda bibliográfica sobre las herramientas didácticas usadas en los laboratorios de fisiología, el pensamiento crítico, analítico y creativo junto al enfoque científico solo son resaltados en los laboratorios basados en la indagación, los cuales no se desarrollan en las prácticas con los estudiantes de medicina veterinaria. También, según la encuesta experiencial aplicada a los estudiantes de Medicina Veterinaria, la contribución de los laboratorios en fisiología sobre el análisis crítico, el planteamiento de preguntas y el aprendizaje en los procesos de investigación es baja (4/72 repeticiones). Por todo lo anterior, se puede plantear que la metodología tradicional usada en los laboratorios de fisiología, teniendo énfasis en las prácticas llevadas a cabo con los estudiantes de medicina veterinaria, podrían brindar un bajo aporte en el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento como los son el crítico y analítico y el desarrollo de habilidades de investigación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según las categorías generales que surgen de los antecedentes, la mayor contribución de los laboratorios en fisiología hacia los estudiantes de medicina veterinaria se centra en la adquisición de conocimientos y experiencia práctica, mientras que elementos como la contribución sobre el análisis crítico, el planteamiento de preguntas y el aprendizaje en los procesos de investigación tienen un papel mucho menos evidente dentro de esa indagación. De igual manera en las prácticas realizadas con los estudiantes de medicina veterinaria se encuentran ausentes componentes adicionales que podrían promover el desarrollo del pensamiento complejo, tales como opciones metodológicas no preestablecidas durante el desarrollo del laboratorio, opciones de resultados diferentes a los establecidos, mayor trabajo individual, espacios de discusión con el profesor y con otros grupos del mismo nivel. Adicional a lo anterior, la visión de los estudiantes frente a la experimentación con procesos invasivos en animales vivos concibe solo la adquisición de conceptos fisiológicos dejando a un lado el espacio para la reflexión moral frente a este tipo de práctica.

A partir de los hallazgos encontrados en los antecedentes y para brindar un aporte en los elementos que se consideran faltantes en los laboratorios de fisiología en medicina veterinaria surge la pregunta de investigación: ¿Es posible realizar aportes en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y los procesos de investigación en los estudiantes de pregrado en medicina veterinaria mediante la implementación de la pedagogía POGIL (Process-Oriented Guided Inquiry Learning) en los laboratorios prácticos de fisiología?

Para buscar una posible solución a la pregunta de investigación se realizó una revisión sobre las principales pedagogías aplicadas a la educación en ciencias, estas incluyen ejemplos como “Problem-based learning” (aprendizaje basado en problemas), “process-oriented guided inquiry learning” (aprendizaje guiado basado

en la indagación) y “peer-led team learning” (aprendizaje por parejas) (**Eberlein.T et al, 2008**) en busca de una metodología posible para ser aplicada a los laboratorios en fisiología de Medicina veterinaria que pudiera brindar un complemento o un aporte a los elementos considerados faltantes en los antecedentes. Por lo anterior, se plantea la implementación de la pedagogía POGIL (Process-Oriented Guided Inquiry Learning) en los laboratorios de fisiología donde es posible incentivar en los estudiantes la construcción de su propio entendimiento mediante el pensamiento crítico, analítico, y el aprendizaje en los procesos de investigación (**Lamba. R et al, 2008**).

2.1 JUSTIFICACIÓN

El POGIL (Process-Oriented Guided Inquiry Learning) es una estrategia pedagógica centrada en el estudiante basado en el constructivismo y la indagación. Es fruto de la investigación en las aulas de química en los colegios y escuelas secundarias de Estados Unidos. Su enfoque se basa en el trabajo de otras áreas concernientes al desarrollo cognitivo, el aprendizaje cooperativo y el diseño de la instrucción (definida como la planeación, la preparación y el diseño de los recursos y ambientes necesarios para que se lleve a cabo el aprendizaje). El POGIL se centra en dos objetivos: el primero consiste en desarrollar el dominio de un contenido por parte del estudiante a través de la construcción de su propio entendimiento, el segundo consiste en desarrollar y mejorar las habilidades importantes del aprendizaje, tales como el procesamiento de la información, la comunicación oral y escrita, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la metacognición y la evaluación (**Moog. R et al, 2008**).

El componente principal del POGIL es la indagación la cual se caracteriza por un enfoque en el aprendizaje a través del descubrimiento. Este enfoque puede ser

aplicado a los laboratorios de fisiología en donde la metodología consiste en la total libertad de exploración de todos los componentes del laboratorio para el diseño propio de experimentos, recolección de registros y datos y la interpretación de los mismos de acuerdo al conocimiento previo y criterio de juicio de los aprendices. Junto a esto se ha demostrado que los laboratorios en fisiología basados en la indagación mejoran la capacidad de análisis crítico de los estudiantes, mejora la enseñanza de conceptos fisiológicos, incentiva el enfoque científico y promueve el pensamiento creativo, además aumenta la confianza en la capacidad de los estudiantes para formular preguntas e hipótesis, diseñar experimentos, recopilar, analizar datos y sacar conclusiones **(G. Casotti et al, 2007)**.

De acuerdo a lo anterior, el planteamiento de una estrategia como el POGIL, en donde el tema central es la indagación, **(Hanson. D, 2006)** acompañado de sus componentes principales como los son el pensamiento crítico, el constructivismo y el aprendizaje en los procesos de investigación pueden llegar a ser de utilidad para brindar los aportes en los estudiantes de Medicina veterinaria considerados faltantes nombrados en la sección del planteamiento del problema de este documento. Por ello, esta metodología dirigida a las prácticas de laboratorio, puede llegar a convertirse en una estrategia adyuvante para la enseñanza de la fisiología experimental en medicina veterinaria.

3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Objetivo general

Implementar el POGIL (process oriented guided inquiry learning) en las prácticas de laboratorio en fisiología dirigidas a los estudiantes de pregrado en medicina veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia.

3.2 Objetivos específicos

- Diseñar guías de laboratorio en fisiología de acuerdo a la metodología POGIL dirigidos a los estudiantes en medicina veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia.
- Evaluar el aporte en el desarrollo del pensamiento crítico a partir de la implementación de los laboratorios prácticos en fisiología siguiendo la metodología POGIL en los estudiantes de pregrado en medicina veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia.
- Comprender las experiencias de los estudiantes durante el desarrollo de los laboratorios en fisiología siguiendo la metodología POGIL a través de la construcción de diarios de campo.

4. MARCO TEORICO

4.1 EL POGIL

“Algunos años atrás estaba buscando en las tiendas de suministros de la escuela en la ciudad... Teníamos gran cantidad de dificultades para encontrar lo que necesitábamos, y, finalmente, un operador, más inteligente que el resto, hizo esta observación: "Me temo que no tenemos lo que necesita. Usted quiere algo en el que los niños pueden trabajar, pero todos están hechos para escuchar”. Esto cuenta la historia de la educación tradicional... Todo se hace "para escuchar" (Dewey. J, 1920).

La cita anterior encontrada en el primer documento del proyecto POGIL denota la metodología clásica de la educación dirigida a los estudiantes, la cual consiste en la transmisión unidireccional del conocimiento. Lo anterior se ejecuta con base en la idea de que todos los aprendices necesitan la misma información presentada por vía oral y al mismo ritmo omitiendo algún diálogo con el profesor. En éste entorno clásico muchos estudiantes tienden a tener éxito mediante la memorización de información y algoritmos, pero muchas veces no entienden los conceptos relevantes básicos, no desarrollan el pensamiento complejo ni las habilidades para resolver problemas **(Moog. R et al, 2006)**.

El proyecto **POGIL** (Process oriented guided inquiry learning) nace como una estrategia en 1994 en los departamentos de química universitarios para cambiar la metodología de la pedagogía clásica centrada en el instructor y su transmisión de contenidos en un solo sentido. Actualmente el POGIL se ha integrado con éxito en programas que incluyen bioquímica, física, química, matemáticas, anatomía y fisiología, biología y el Marketing **(Brown. S, 2010)**.

El **Process oriented guided inquiry learning** (aprendizaje guiado basado en la indagación) es una pedagogía centrada en el estudiante basado en el constructivismo y la indagación. Emplea la corriente del "ciclo de aprendizaje", en la cual un estudiante construye su entendimiento siguiendo tres fases esenciales: una fase de exploración, una fase de invención del concepto y una fase de aplicación del concepto descubierto. Los elementos para llevar a cabo una sesión POGIL son: grupos autónomos compuestos por estudiantes, un instructor que actúa como facilitador y el uso de actividades guiadas, estas últimas son especialmente diseñadas para hacer énfasis en el desarrollo de habilidades de pensamiento y el dominio del contenido de un tema (**Eberlein. T et al, 2008**).

Adicional a lo anterior, el POGIL intenta seguir las cinco claves de las ciencias cognitivas planteadas por **Bransford (2000)**, estas apuntan a que un estudiante:

- Construya su propio conocimiento sobre la base de sus conocimientos previos, experiencias, habilidades, actitudes y creencias.
- Siga un ciclo de aprendizaje en la exploración, formación de conceptos y aplicación.
- Conecte y visualice los conceptos y sus múltiples representaciones.
- Promueva la discusión e interacción con otros.
- Evalúe su progreso y rendimiento.

- **Metodología POGIL: Los estudiantes**

Según **Hanson (2006)** la metodología para una actividad POGIL aplicada a los participantes está compuesta por:

- Grupos de tres o cuatro estudiantes, según el autor así funcionan bien para las actividades de resolución de problemas en la investigación guiada, en equipos más grandes no todos los miembros se mantienen atentos y en

equipos más pequeños carecen de diversidad de perspectivas. Este número de personas produce un rico intercambio de ideas.

Los estudiantes dentro de cada grupo juegan varios roles Los cuales deben rotarse a través de las diferentes sesiones o prácticas:

- **Manager o director:** participa activamente, mantiene al equipo concentrado en la tarea, distribuye el trabajo y responsabilidades, resuelve las disputas, y asegura que todos los miembros participan y entienden.
- **Spokeperson o portavoz:** participa de manera activa, presenta los informes y lleva espacios de discusión a la clase.
- **Recorder o registrador:** participa activamente, mantiene un registro de la sesión y de lo que el equipo ha hecho, y prepara un informe en consulta con los otros.
- **Strategy analyst o analista:** participa activamente, identifica las estrategias y métodos para la resolución de problemas, identifica lo que el equipo está haciendo bien y lo que necesita mejorar en consulta con los otros, prepara un informe en consulta con los demás.

- **Metodología POGIL: El instructor**

El instructor juega varios roles al mismo tiempo:

- **Leader o Líder:** Crea el ambiente de aprendizaje mediante el desarrollo y la explicación de la lección, determina los objetivos (tanto los objetivos de contenido como las habilidades de proceso), define los comportamientos y criterios esperados para el éxito, establece organización, es decir, la recompensa, la estructura del equipo, la estructura de la clase, la estructura del aula y la estructura de tiempo.

- **Monitor/Asessor o asesor:** Circula a través de la clase para monitorear y evaluar el desempeño individual y de equipo, adquiere información sobre la comprensión del estudiante, las ideas falsas y las dificultades para la colaboración en grupo.
- **Facilitador o facilitador:** Interviene y formula preguntas de pensamiento crítico para ayudar a los equipos a entender por qué pueden estar teniendo dificultad y que es lo que necesitan hacer para mejorar y progresar. Los facilitadores deben intervenir con respecto a los procesos de los estudiantes en lugar de cuestiones relacionadas con el contenido. Las primeras preguntas deben ser generales, a continuación, más dirigida y específica según sea necesario. Por ejemplo, el instructor podría preguntar: ¿Cuál es el obstáculo?, ¿Qué progreso ha hecho usted?, ¿Qué encuentra confuso?, ¿Qué se pidió a hallar en el problema?, ¿Qué necesita encontrar relacionado con la información que se le da? ¿Qué ha aprendido previamente que sea relevante aquí?, ¿Se puede dibujar un diagrama para representar lo que el problema está pidiendo?
- **Evaluador o evaluador:** Proporciona el cierre de la lección pidiendo a los miembros del equipo el informe de respuestas, el resumen de los puntos principales, explicación de las estrategias, las acciones y los resultados del equipo. La calificación se da a los individuos y equipos con respecto al rendimiento, la eficacia, y los puntos generales que se comparten con la clase.
- **Metodología POGIL: El desarrollo de la práctica de laboratorio**

Para llevar a cabo un laboratorio con la metodología POGIL, **Lamba (2008)** sugiere los siguientes pasos generales en el orden:

- La sesión inicia con una discusión para enfocar la temática del laboratorio a realizar.
- Antes de iniciar la práctica el instructor plantea una pregunta de enfoque.
- Los estudiantes se organizan en grupos con el fin de formular hipótesis respecto a la pregunta.
- A cada grupo de estudiantes se le asigna una variación o un componente del experimento en particular que se caracteriza por una división de labor.
- Los grupos proponen un set de respuestas tentativas.
- Los estudiantes trabajan en grupo para conducir experimentos, realizar registros y reunir datos
- Al final del experimento todos los grupos comparten sus resultados realizando una discusión general de los mismos.

De acuerdo a esta metodología (**Imagen 1**) los estudiantes son guiados durante el laboratorio mediante preguntas de pensamiento crítico en el proceso de aprendizaje, esto con el fin de encaminarlos a visualizar los descubrimientos deseados. Al momento de realizar la pregunta de enfoque, esta no revela el concepto a descubrir, tiene como propósito encaminar al aprendiz hacia la formulación de hipótesis. Los aprendices realizan constructos teóricos para ser puestos a prueba en vez de realizar ejercicios para confirmar un concepto. Para probar sus hipótesis, los estudiantes realizan registros y reúnen datos, en este momento es fundamental que la parte de la labor asignada y los equipos usados brinden datos confiables para el descubrimiento del concepto. El uso de los datos combinados conseguidos a través de labores diferentes en cada grupo permite la discusión dentro de los grupos pequeños, así como entre toda la clase lo que lleva al intercambio de ideas, la verificación o rechazo de las hipótesis y la relación o implicaciones con los otros datos recogidos. El instructor juega un papel mínimo al momento del desarrollo del laboratorio, su función consiste en guiar a los estudiantes mediante preguntas de pensamiento crítico para llegar a la conclusión

correcta, además resalta lo que se logró aprender y lo que no mediante preguntas dentro del laboratorio y pos laboratorio.

Esta metodología tiene como objetivo promover la formulación de hipótesis, la construcción de conceptos, la toma de decisiones, reforzar el desarrollo de conceptos a partir de la aplicación, promover el trabajo en equipo, generar en los estudiantes nuevas preguntas para futuras investigaciones y en algunos casos el diseño propio de nuevos experimentos. **(Lamba. R et al, 2008)**

<i>Pre-lab Session</i>	<i>Experiment</i>	<i>Post-Experiment</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● Present focus question ● Solicit hypotheses or predictions ● Clarify questions about experiment and experimental setup 	<ul style="list-style-type: none"> ● Each team is assigned a variation ● Pool data ● Discern trends 	<ul style="list-style-type: none"> ● Graphical analysis ● Interpretation of data ● Discovery of concept

Imagen 1: En este cuadro se resumen los momentos principales del Laboratorio: La sesión pre laboratorio, el momento experimental y pos experimental **(Tomado de Lamba. R et al, 2008)**

Los principales componentes de la pedagogía POGIL son el constructivismo, el pensamiento crítico, la indagación, el ciclo de aprendizaje, el método científico, aprendizaje activo actividades centradas en el estudiante, actividades de indagación guiadas, aprendizaje colaborativo, habilidades de resolución de problemas y la metacognición. A continuación se presenta una explicación general de cada uno de estos tópicos:

4.2 CONSTRUCTIVISMO

La palabra constructivismo hace referencia a una teoría que ofrece explicaciones en torno a la formación del conocimiento y representa la superación entre las posiciones racionalistas y empiristas. El racionalismo asume que el conocimiento es posibilitado por la presencia de capacidades innatas presentes en el sujeto, el empirismo argumenta que el elemento fundamental en la generación del conocimiento es la experiencia, además, sostiene la existencia de una realidad externa accesible desde la perspectiva sensorial **(Araya. V, 2007)**.

De acuerdo a lo anterior el constructivismo plantea la formación del conocimiento “situándose en el interior del sujeto”. El sujeto construye el conocimiento de la realidad a través de sus mecanismos cognitivos, es decir, el conocimiento se logra a través de la actuación sobre la realidad, experimentando con situaciones y objetos y, al mismo tiempo, transformándolos. Los mecanismos cognitivos que permiten acceder al conocimiento se desarrollan también a lo largo de la vida del sujeto **(Delval. P, 1997)**. En 1995 Piaget mediante su frase “cada vez que se le enseña prematuramente a un niño algo que habría podido descubrir solo, se le impide a ese niño inventarlo, y en consecuencia, entenderlo completamente.” propuso que el conocimiento es el resultado de la interacción entre el sujeto y la realidad en la que se desenvuelve, así mismo, el ser humano crea y construye activamente su realidad personal **(Pozo. J et al, 1987)**

El constructivismo es una teoría del aprendizaje mas no un diseño curricular ya que al momento de referirse a una lección como constructivista, no se sigue necesariamente una fórmula específica. El constructivismo si proporciona una guía crítica para el diseño y desarrollo de actividades y materiales que generan oportunidades en los estudiantes para aprender información difícil, retener esta información y aplicarla en el futuro a nuevos problemas. Un enfoque constructivista aplicado a un aula específica o curso depende del dominio de

contenidos, la edad de los estudiantes, las experiencias previas de los alumnos y el ambiente del curso en donde se incluye el estilo de enseñanza del profesor **(Rhodes. A, 2015)**.

En la enseñanza de las ciencias se aplica una rama de la teoría del constructivismo concerniente a la educación, **Flores (1994)** identifica cuatro corrientes principales dentro de esta rama:

- La corriente **evolucionista** o **desarrollista** establece que un individuo puede llegar a etapas superiores del desarrollo intelectual a partir de su conocimiento base. El sujeto motivado hacia el aprendizaje interactúa con el ambiente para desarrollar sus capacidades en la comprensión del mundo en que vive. Ya que el estudiante es un aprendiz activo, el docente debe proveer un ambiente estimulante que impulse al individuo a superar estas etapas. La educación es concebida como un proceso destinado a estimular el desarrollo de la capacidad de pensar, deducir y sacar conclusiones para lo cual los contenidos sólo son un medio.
- La postura del **desarrollo intelectual con énfasis en los contenidos científicos**, argumenta que el conocimiento científico es un medio para el desarrollo del potencial intelectual. El medio para lograr este desarrollo es la presentación de los contenidos complejos a las diferentes capacidades intelectuales y a los conocimientos previos de los estudiantes. Existen dos sub corrientes dentro de esta postura: el aprendizaje mediado por el descubrimiento y el aprendizaje significativo, el cual consiste en la relación de la información nueva con la que ya posee un individuo logrando así un reajuste y la reconstrucción de ambas.
- La corriente de **desarrollo de habilidades cognoscitivas** plantea que la enseñanza debe centrarse en promover las capacidades para observar,

clasificar, analizar, deducir y evaluar. Los contenidos son prescindibles ya que las capacidades adquiridas pueden ser aplicadas a cualquier tópico.

- La corriente **constructivista social** propone el desarrollo máximo y multifacético de las capacidades e intereses de un aprendiz. Se considera al aprendizaje como un contexto social impulsado por el trabajo productivo mediante el desarrollo del “espíritu colectivo”. Algunos autores del constructivismo social argumentan que la creación del conocimiento es más bien una experiencia compartida que individual.

Por lo anterior, uno de los objetivos del constructivismo en el aula de ciencias es cambiar la percepción brindada por el movimiento del modelo conductista (cada acción conlleva a una recompensa) donde los estudiantes se limitan a seguir instrucciones y repetir apuntes escritos para cumplir con los criterios establecidos. El constructivismo intenta brindar una intervención más centrada en el estudiante basado en una experiencia en el aprendizaje que le permita a un estudiante desarrollar un conjunto de habilidades no muy diferentes a las de un científico de investigación. Se espera que el profesor facilite este proceso a través del aprendizaje activo. Un ejemplo de lo anterior es el aprendizaje basado en la indagación, el cual es un enfoque posible para el constructivismo dentro del aula de ciencias (**Amolins. M, 2015**)

Los docentes que aplican la teoría del constructivismo diseñan las actividades para que el estudiante se apodere de su propio aprendizaje. Las lecciones se presentan con problemas complejos no resueltos, este tipo de ejercicio pone a prueba las suposiciones de los aprendices. El contacto entre el docente y los estudiantes es para discutir el nivel actual de conocimiento y diferentes puntos de vista, este conocimiento es utilizado después como base para responder dudas y completar los conceptos faltantes (**Kibble. D, 2016**).

4.2.1 El constructivismo aplicado en la fisiología

Kibble (2016) presenta la aplicación del constructivismo a los laboratorios en fisiología, su propuesta propone que los estudiantes se organicen en grupos de cinco a seis estudiantes, prestando atención a todos los aspectos de la diversidad, incluyendo el nivel de la experiencia previa, sexo, edad, grupos étnicos y raciales, etc. Cada grupo de alumnos tiene el reto de reflexionar sobre la experiencia cotidiana de su propia fisiología y dar prioridad a tres preguntas que les gustaría abordar durante el semestre. Se espera que los grupos al momento de reunirse en el horario extraclase puedan aclarar los roles de trabajo. Varios momentos son definidos por los miembros de la facultad para supervisar el progreso del grupo hacia la finalización del proyecto y para proporcionar retroalimentación sobre las metas, los diseños experimentales y de la interpretación de los datos en desarrollo. Después de establecer los pasos anteriores, el grupo de estudiantes lleva a cabo sus experimentos basado en un proyecto colaborativo para después realizar la escritura de un informe y la presentación oral en grupo.

Para llevar a cabo los momentos descritos, los estudiantes son provistos con una guía que lleva: una serie de preguntas que deben ser contestadas durante el semestre, la gama de equipos y objetos consumibles que pueden utilizar y la información sobre cómo utilizarlos. Por ejemplo, en un caso, a los estudiantes se les brinda oxímetros de pulso, espirómetros, bolsas Douglas, medidores de flujo pico y correas de pecho para registrar las excursiones respiratorias, esto dirigido al reto de descubrir los factores que determinan la longitud de la retención en la respiración. Antes de la medición, los estudiantes presentan una hipótesis experimental y de diseño basados en los procedimientos base de la facultad, en algunas ocasiones sugiriendo algunas mejoras. Después de los pasos anteriores, los estudiantes realizan sus experimentos y desarrollan un informe escrito. La calificación se basa en el proceso de diseño experimental, la ejecución del plan,

las interpretaciones fisiológicas y conceptuales de sus resultados y la discusión acerca de las limitaciones de su diseño **(Kibble. D, 2016)**.

El argumento de esta aplicación en la fisiología es que hay un cambio en los roles de profesor y alumno. El maestro proporciona un marco amplio y fija un problema que debe ser explorado con los recursos disponibles, la finalidad es que los estudiantes construyan su conocimiento a medida que interactúan dentro de un ambiente auténtico y cambiante. Los alumnos tienen la oportunidad de probar diferentes enfoques y generar un punto de vista personal frente a los resultados que ellos mismos obtienen. El aprendizaje es dirigido por metas en el problema impuesto que ellos como estudiantes tratan de resolver. Aquí el constructivismo se desarrolla mediante la asimilación y la acomodación. El desarrollo de las hipótesis iniciales requiere que los estudiantes activen su conocimiento previo sobre la base de sus esquemas existentes y a medida que obtienen nueva información a través de la experimentación se genera una necesidad de re-evaluación y reformulación de los planes anteriores para dar espacio a la nueva información **(Kibble. D, 2016)**.

4.3 PENSAMIENTO CRÍTICO

El pensamiento crítico es el proceso de aplicar, relacionar y evaluar de forma activa y de manera hábil la información obtenida en una situación. Aprender a través del pensamiento crítico consiste en varias etapas de procesos de resolución de problemas, cada etapa caracterizada por la capacidad de razonamiento. Uno de los objetivos del pensamiento crítico es evaluar la credibilidad de la información y trabajar la resolución de problemas en la mejor manera **(Reem. A, 2004)**. El pensamiento crítico también se concibe como un modo de pensar sobre cualquier tema, contenido o problema, en el cual el pensante o aprendiz mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes del acto de pensar y al someterlas a estándares intelectuales **(Paul. R, 2003)**

Paul (2003) delimita las habilidades cognitivas esenciales del pensamiento crítico que puede desarrollar un estudiante o aprendiz:

- **La interpretación:** Consiste en comprender y expresar el significado de experiencias, situaciones, datos, eventos, juicios, convenciones, creencias, reglas, procedimientos o criterios. La interpretación incluye las sub habilidades de categorización, decodificación del significado y aclaración del sentido.
- **El análisis:** Se basa en identificar las relaciones de inferencias reales y supuestas en enunciados, preguntas, conceptos, descripciones u otras formas de representación que tienen el propósito de expresar creencia, juicio, experiencias, razones, información u opiniones. Como sub habilidades se incluye examinar las ideas, detectar y analizar argumentos.
- **La evaluación:** Es la valoración de la credibilidad de los enunciados o de otras representaciones que recuentan o describen la percepción, experiencia, situación, juicio, creencia u opinión de una persona. También la valoración de la fortaleza lógica de las relaciones de inferencia, reales o supuestas en enunciados, descripciones, preguntas u otras formas de representación.
- **La inferencia:** Identificar y asegura los elementos necesarios para sacar conclusiones razonables; formular conjeturas e hipótesis; considerar la información pertinente y sacar las consecuencias que se desprendan de los datos, enunciados, principios, evidencia, juicios, creencias, opiniones, conceptos, descripciones, preguntas u otras formas de representación. Como sub habilidades se incluye cuestionar la evidencia, proponer alternativas, y sacar conclusiones.
- **La explicación:** Es la capacidad de presentar los resultados del razonamiento propio de manera reflexiva y coherente, esto significa poder presentar una visión del panorama completo, es decir, justificar ese razonamiento en términos de las consideraciones de evidencia,

conceptuales, metodológicas, de criterio y contextuales en las que se basaron los resultados obtenidos. Las sub habilidades de la explicación son describir métodos y resultados, justificar procedimientos, proponer y defender, con buenas razones, las explicaciones propias causales y conceptuales de eventos o puntos de vista y presentar argumentos completos y bien razonados en el contexto de buscar la mayor comprensión posible.

- **La autorregulación o autoevaluación:** Es el monitoreo auto consciente de las actividades cognitivas propias, de los elementos utilizados en esas actividades y de los resultados obtenidos aplicando habilidades de análisis y de evaluación a los juicios inferenciales propios, con la idea de cuestionar, confirmar, validar, o corregir el razonamiento o los resultados propios. Las sub habilidades son el auto examen y la auto corrección.

Con el desarrollo de las habilidades nombradas anteriormente un pensador crítico y ejercitado podrá:

- Formular problemas y preguntas vitales con claridad y precisión.
- Acumular y evaluar información relevante y usar ideas abstractas para interpretar esa información efectivamente.
- Llegar a conclusiones y soluciones probándolas con criterios y estándares relevantes.
- Pensar con una mente abierta dentro de los sistemas alternos de pensamiento; es decir, reconoce y evalúa, según es necesario, los supuestos, implicaciones y consecuencias prácticas.
- Al idear soluciones a problemas complejos se comunica efectivamente
(Paul. R, 2003)

4.3.1 El pensamiento crítico en fisiología

Reem (2004) argumenta que el desarrollo de la capacidad de pensar críticamente es un elemento importante de la educación en fisiología ya que las buenas habilidades del pensamiento crítico son esenciales para el aprendizaje permanente. En lugar de limitarse a proporcionar el conocimiento, los planes de estudios de medicina deberían desafiar a los estudiantes a luchar por el pensamiento científico crítico, la resolución de problemas y la comunicación. Adicional a lo anterior los estudiantes de medicina pueden utilizar las habilidades del pensamiento crítico para relacionar conceptos básicos a situaciones de la vida real.

4.4 LA INDAGACION

El aprendizaje basado en la indagación es un método alternativo de enseñanza en el aula que se caracteriza por un enfoque en el aprendizaje a través del descubrimiento. **Cassioti (2007)** afirma que este enfoque incorpora cuatro partes en la enseñanza:

- Un enfoque en ideas y conceptos generados por los estudiantes en lugar de los instructores.
- Un componente donde los estudiantes participan activamente en la realización de tareas o experimentos para poner a prueba sus ideas.
- Un énfasis en el aprendizaje de los métodos para verificar y comprobar hipótesis.
- Un énfasis en la importancia de los contenidos y procesos como componentes del aprendizaje.

4.4.1 La indagación en fisiología

Este enfoque se ha intentado aplicar en los laboratorios de fisiología. A diferencia de una clase de laboratorio de estilo tradicional, los enfoques basados en la indagación de laboratorio son más centrados en el estudiante y evocan el razonamiento inductivo. Se intenta en lo más posible no proporcionar direcciones, ya que se pone más énfasis que los estudiantes tomen la responsabilidad de su propio aprendizaje, tanto individualmente como en grupo. Esta estrategia de enseñanza intenta explícitamente desarrollar las habilidades del proceso científico como la formación de hipótesis, la identificación y manipulación de las variables experimentales y la discusión y conclusiones de los datos (**Fred. W et al, 2001**).

4.5 EL CICLO DE APRENDIZAJE

El ciclo de aprendizaje es una forma de estructurar la investigación en ciencias y se produce en varias fases secuenciales moviendo a los estudiantes a través de la investigación científica logrando que exploren primero materiales, a continuación, construyen un concepto y, finalmente, aplican o extienden el concepto a otras situaciones. **Marek (2008)** explica de manera general las tres fases del ciclo de aprendizaje:

- **La exploración:** En esta fase es responsabilidad de los estudiantes recopilar y registrar datos de buena calidad, responder a las preguntas proporcionadas en las actividades y la asimilación de los datos. El docente prepara la exploración mediante la recopilación de los materiales necesarios que los estudiantes van a utilizar durante las actividades en las que están “explorando” los objetos o eventos, por ejemplo, todo el equipo necesario para llevar a cabo los experimentos. También el maestro proporciona a los estudiantes con los procedimientos, escritos u orales, para hacer las actividades y preguntas, gráficos, tablas o gráficos para

guiarse y registrar sus observaciones. El resultado de lo anterior es que el maestro guía a los estudiantes a hacer la exploración segura y lo más importante, asegura que los estudiantes reúnan buenos datos.

- **El descubrimiento del concepto:** Por lo general, el maestro genera una discusión con guión diseñado para preparar a los estudiantes física y mentalmente en la construcción del concepto. La secuencia para la discusión puede ser un conjunto de preguntas elaboradas para lograr: que los estudiantes utilicen todos sus datos, reunir los datos colectivos en una tabla de la clase, gráfico o resumen, guiar a los estudiantes para interpretar los datos colectivos, que los estudiantes hagan una búsqueda del significado de sus datos, dar cabida o espacio al nuevo concepto científico, es decir, entender el nuevo concepto, y por último, introducir la terminología científica asociada con el concepto. Como complemento a lo anterior, un maestro no puede acomodar el concepto para los estudiantes, pero a través de preguntas, pueden ayudar a los estudiantes a construir el significado del concepto según sus experiencias, observaciones y datos.
- **La aplicación:** No es una fase para introducir nuevos conceptos o conceptos desconocidos para los estudiantes, se trata de animar a los estudiantes a aplicar su concepto recién aprendido a diferentes situaciones. La aplicación puede incluir más experimentos de laboratorio que tengan relación con el problema, o también, información relacionada con el concepto en un libro de texto. Durante la aplicación es importante que los profesores animen a los estudiantes a usar la terminología científica asociada con el concepto.

4.6 APRENDIZAJE ACTIVO

El aprendizaje activo tiene su base en el constructivismo; algunos autores lo definen como el "aprendizaje que involucra a los estudiantes para hacer las cosas y pensar en lo que están haciendo." El proceso de hacer que los estudiantes se dediquen a alguna actividad les obliga a reflexionar sobre sus ideas y cómo están utilizando las mismas **(Joel. M, 2006)**. Este aprendizaje no prioriza la transmisión de conocimientos ya que se enfoca en la participación activa de los estudiantes, esto conlleva al desarrollo de habilidades en el proceso científico y habilidades de pensamiento complejo, también, hace énfasis en que los aprendices deben explorar sus actitudes, valores y creencias para evaluar periódicamente su propio grado de conocimiento y habilidad en el manejo de conceptos o problemas de una disciplina en particular. Siguiendo lo anterior, el aprendizaje activo precede al aprendizaje significativo (relación de la información nueva con la que ya posee un individuo logrando así un reajuste y la reconstrucción de ambas), esto promueve en los estudiantes: un cambio de actitud frente a la forma de aprendizaje en la ciencia, aumenta el conocimiento y su retención, desarrolla la autonomía y el ritmo independiente de aprendizaje. El aprendizaje activo también apoya la opinión de que la ciencia es un proceso y no un conjunto de hechos que se deben memorizar. Al final un estudiante da más valor a su experiencia de aprendizaje debido a que él mismo ha hecho el trabajo para la resolución de un problema en lugar de recibir la respuesta de manera pasiva **(Wilke. R et al, 2003)**.

4.7 ACTIVIDADES CENTRADAS EN EL ESTUDIANTE

Las actividades centradas en el estudiante son un método de enseñanza en el que el estudiante influye sobre el contenido, las actividades, los materiales y el ritmo de aprendizaje, en decir, este modelo coloca al estudiante en el centro del proceso del aprendizaje. El instructor o docente proporciona a los estudiantes la oportunidad de aprender de forma independiente y aprender uno de otro. Este

enfoque incluye técnicas como la sustitución de lecturas por experiencias de aprendizaje activo, la asignación de problemas que requieren del pensamiento crítico o creativo que no pueden ser resueltos al seguir instrucciones de un texto. Esta experiencia involucra a los estudiantes en simulaciones y juegos de rol y el uso del ritmo propio o cooperativo de aprendizaje. Lo anterior puede conducir a una mayor motivación para aprender, una mayor retención de los conocimientos, la comprensión más profunda y una actitud más positiva hacia el tema que se intenta enseñar **(Joel. M, 2006)**. Usualmente el concepto "centrado en el estudiante" se define en oposición a "centrado en el profesor," en un paradigma educativo en donde uno se centra en la enseñanza y el otro se centra en el aprendizaje.

4.8 APRENDIZAJE COLABORATIVO

El aprendizaje colaborativo puede definirse como un conjunto de métodos de instrucción para propiciar el desarrollo de habilidades mixtas que incluyen el desarrollo personal y social, aquí cada miembro del grupo es responsable tanto de su aprendizaje como el de sus compañeros. Se comparte la interacción, el intercambio de ideas y conocimientos entre los integrantes, también es fundamental la discusión entre los integrantes al momento de explorar un nuevo concepto.

Las actividades del aprendizaje colaborativo se asocian con resultados positivos como la satisfacción de los estudiantes, el rendimiento académico y comportamientos profesionales. Es posible que se desconozca si todos los estudiantes reciben los mismos beneficios en estos procedimientos colaborativos o si los estudiantes mejor preparados cargan a sus parejas, sin embargo **Giuliodori (2007)** y colaboradores han concluido que todos los estudiantes (de alto rendimiento y bajo rendimiento) se benefician de las pruebas de grupo colaborativo. Estos autores también argumentan que las actividades con formato

colaborativo son herramientas de enseñanza y aprendizaje que promueven constructivismo, por ejemplo la adición de un componente colaborativo en el formato de examen de evaluación tradicional la transforma en una evaluación formativa.

4.9 HABILIDADES DE RESOLUCION DE PROBLEMAS

Una situación problemática puede definirse como “algo que no se ha visto antes” o “algo que no podemos recordar a través de un procedimiento de memoria o de una experiencia pasada” (**Scriven. M, 1980**). Estas definiciones anteriores representan una brecha entre donde se está ahora y dónde se quiere estar, pero en este camino no se sabe cómo encontrar una manera de cruzar la brecha, en ese momento surge un problema. Aquí el estudiante debe luchar para obtener la mejor respuesta. Por el contrario si un estudiante sabe qué hacer cuando lee una pregunta o un ejercicio, no es un problema.

Scriven (1980) identificó tres clases de problemas:

- **Problemas del primer tipo:** Son problemas estructurados que se encuentran en las aulas y los libros de texto.
- **Problemas del segundo tipo:** Son problemas no estructurados; éstos se encuentran en el mundo real y necesitan un nuevo enfoque, la perspicacia y el paradigma.
- **Problemas del tercer tipo:** También son estructurados y se encuentran en el mundo real, pero son muy complejos, pueden no tener una solución única, y pueden no ser resueltos con la información disponible. Representa diferentes retos cognitivos y pedagógicos a comparación de los otros dos.

Hanson (2006) argumenta que los problemas aplicados en un contexto representan un desafío hacia los estudiantes, estos problemas son esencialmente historias cortas que presentan problemas en diferentes disciplinas o el mundo real.

Los estudiantes se ven obligados a analizar el enunciado del problema y emplear conceptos antes de procesarlo como una ecuación matemática. Estos problemas pueden no brindar explícitamente las incógnitas y pueden requerir una estimación o predicción de la información. Las variables clave, conceptos e información esencial deben ser identificadas antes de intentar cualquier solución. Este tipo de problemas sirven para desarrollar habilidades de procesos en los estudiantes, apelar a los intereses de los estudiantes y relacionar conceptos de temas del mundo real.

4.10 LA METACOGNICION

La metacognición significa “pensar sobre el pensamiento”, Incluye la autogestión, autorregulación, autoevaluación y reflexión en el aprendizaje. Los estudiantes se dan cuenta que son responsables de su propio aprendizaje y qué es lo que necesitan monitorear (autogestión y autorregulación), también tienen que pensar acerca de su desempeño y cómo se puede mejorar (autoevaluación) y necesitan reflexionar sobre lo que han aprendido y lo que todavía no comprenden (reflexión sobre el aprendizaje) .La Metacognición produce un ambiente de mejora continua **(Hanson. D, 2006).**

El conocimiento metacognitivo incluye el conocimiento del aprendiz sobre sus propias habilidades cognitivas (por ejemplo, “tengo problemas para recordar nombres de las personas”), el conocimiento del aprendiz en tareas particulares (por ejemplo, “las ideas en este artículo son complejas”), y el conocimiento del aprendiz sobre diferentes estrategias propias y cuando debe utilizarlas (por ejemplo, “si rompo los números de teléfono en trozos voy a recordarlos”) **(Flavell. J, 1979).**

5. METODOLOGÍA

5.1 Variables del estudio:

- **Tipo de estudio:** Descriptivo/ Exploratorio/Narrativo

- **Delimitación espacial:** Laboratorio de fisiología y farmacología de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Universidad Nacional de Colombia.

- **Delimitación temporal:** Primer ciclo académico del 2017.

-**Delimitación poblacional:** El estudio se realizó en estudiantes de tercer semestre que estaban inscritos en la asignatura Fisiología en el primer ciclo académico del 2017 del programa de pregrado Medicina Veterinaria, n = 32 estudiantes.

5.2 PROTOCOLO:

5.2.1 Consentimiento informado

Se entregó a los estudiantes de medicina veterinaria un documento de consentimiento informado (**Anexo A**) para la realización del estudio y la autorización del uso y publicación de los resultados obtenidos.

5.2.2 Construcción de las guías de laboratorio:

Las guías de laboratorio fueron construidas siguiendo los lineamientos POGIL de acuerdo a **Hanson (2006)** una semana anterior al inicio del semestre académico, esta guía se dividió en dos partes:

- **UNA PARTE TEÓRICA:** Se plasmaron gráficas con modelos sobre los procesos fisiológicos involucrados en la práctica de laboratorio, el estudiante debía responder diferentes preguntas guiadas y de pensamiento crítico sobre estos modelos para lograr entender el comportamiento de los mismos a partir de su propio análisis sin el apoyo del profesor o de los libros de fisiología (**ANEXO B**). En la **Imagen 2** se muestra un ejemplo de un modelo en la guía del laboratorio de presión arterial, aquí una de las preguntas dirigidas a los estudiantes fue “¿Cuál es la causa del primer ruido de Korotkoff?”, la respuesta se deducía mediante el análisis en la relación presión – flujo sanguíneo del modelo, el estudiante podía escribir con sus propias palabras una respuesta en donde explicara que la causa del primer ruido era la “liberación del flujo en la arteria”.

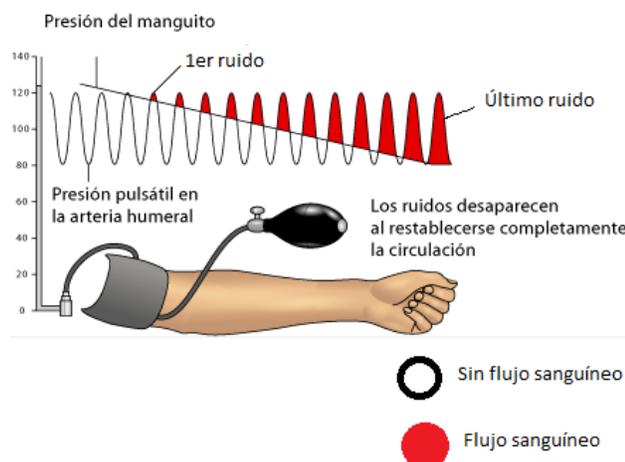


Imagen 2: Ejemplo de un modelo en la guía de laboratorio presión arterial, se muestran las causas del primer y último ruido de Korotkoff.

- **UNA PARTE EXPERIMENTAL:** Se les presentó a los estudiantes una pregunta central sobre el laboratorio a desarrollar, un ejemplo de ella fue ¿Qué ocurre con los valores de presión arterial cuando realizamos ejercicio? Ellos debían plantear una o varias hipótesis para darle una respuesta a esta pregunta, después, plantear uno o varios diseños experimentales con los elementos disponibles en el laboratorio de fisiología para comprobar o negar sus hipótesis. Al poner a prueba sus diseños, obtenían varios resultados a los cuales les daban una interpretación con sus propias palabras y su propio juicio, de nuevo, sin acudir a la ayuda del profesor o los libros de fisiología. **(ANEXO C)**

5.2.3 Desarrollo del laboratorio:

El desarrollo de cada laboratorio se realizó de acuerdo a **Lamba (2008)** en el siguiente orden:

- **Una sesión pre experimental**
 - ✓ Se llevó a cabo una pequeña discusión sobre la importancia del laboratorio a desarrollar, cuales elementos se encontraban disponibles y cuáles eran los horarios de experimentación libre.
 - ✓ Se resolvieron todas las dudas sobre el manejo instrumental y de equipos de laboratorio.
 - ✓ Se entregó la guía de laboratorio
- **Una sesión experimental**
 - ✓ Los estudiantes formaron grupos de trabajo con 5 o 6 integrantes, ellos eran libres de escoger las personas de cada grupo.

- ✓ El primer paso era desarrollar la parte teórica de la guía de laboratorio para analizar la base teórica fisiológica concerniente al tema (musculo/presión arterial)
 - ✓ El segundo paso fue desarrollar la parte experimental de la guía de laboratorio en los horarios de experimentación libre
- **Una sesión pos experimental**

Después de realizar experimentos libres en horario extra clase, todos los estudiantes fueron citados para socializar sus resultados por grupos de trabajo, se generó una discusión entre los estudiantes y el profesor sobre los diferentes resultados encontrados y las posibles causas de estos hallazgos. Los datos de todos los grupos combinados se utilizaron para la interpretación de los mismos y al final de la sesión se dio a conocer los conceptos fisiológicos, por ejemplo, cuando los estudiantes descubrían que la actividad eléctrica del músculo en reposo estaba cercana a 0, el profesor revelaba que ese hallazgo recibía el nombre de “registro basal”.

El desarrollo completo de cada laboratorio tuvo una duración aproximada de 4 semanas. Se realizaron dos prácticas de laboratorio durante el primer ciclo académico de estudio del 2017, una práctica de Electromiografía y una práctica de Presión arterial.

5.2.4 INSTRUMENTOS:

Se utilizaron seis instrumentos para explorar la implementación de la pedagogía POGIL y recoger la experiencia de los estudiantes durante su paso en los laboratorios de fisiología, estos contemplaron:

5.2.4.1 Test de pensamiento crítico:

Los estudiantes fueron sometidos a un test de pensamiento crítico en dos ocasiones. En un primer momento al inicio del ciclo de estudios antes de la primera práctica de laboratorio, y en un segundo momento al finalizar la última práctica de laboratorio. El test se basó en preguntas modificadas para fisiología que involucran el conocimiento teórico y el pensamiento crítico siguiendo la metodología propuesta por **AHRASH (2006)**, un ejemplo de pregunta fue ¿Qué ocurre si un paciente hipovolémico es hidratado por vía intravenosa con agua destilada?, ¿cuál sería la terapéutica?, (**ANEXO D**) cada estudiante podía escribir su respuesta de manera libre (escrito, dibujos, mapas conceptuales). El primer paso que debían seguir los estudiantes era escoger uno de los tres modelos fisiológicos que podría representar el resultado de la hidratación con agua destilada (**Imagen 3**) y empezar el argumento de su respuesta a partir del mismo. Este test evaluó 3 componentes principales en la respuesta de cada estudiante:

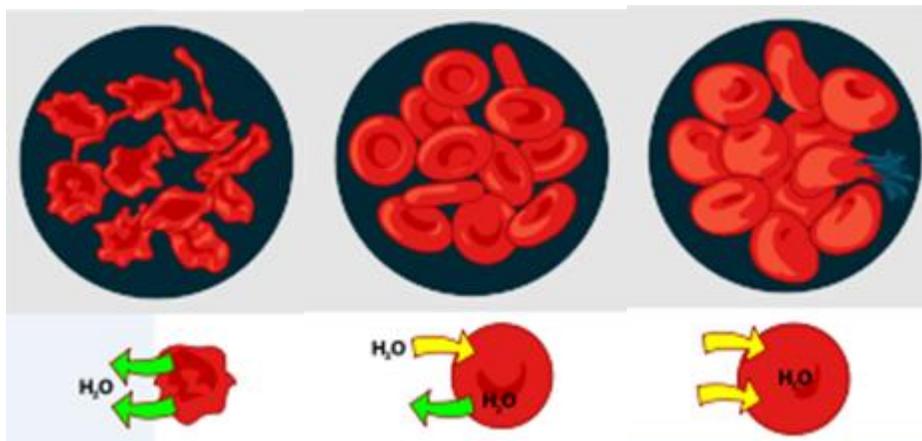


Imagen 3: se muestran tres posibles modelos de respuesta que representa la hidratación con agua destilada intravenosa: un medio hipertónico, un medio isotónico y un medio hipotónico.

- **Complejidad de la respuesta**, la cual indica si el argumento escrito por cada estudiante posee todos los componentes teóricos necesarios para formar una respuesta completa ideal. En el caso de la pregunta “¿Qué ocurre si un paciente hipovolémico es hidratado por vía intravenosa con agua destilada?, ¿cuál sería la terapéutica?” la respuesta debía estar compuesta por 6 componentes, el primer componente era escoger la gráfica adecuada, si el estudiante erraba en esta parte la calificación era 0/6 automáticamente. Los siguientes 5 componentes consistían en escribir “el agua destilada no tiene electrolitos o sodio”, “el agua es un medio hipotónico con respecto a la célula”, “el agua tiende a entrar por gradiente de concentración”, “la célula sufre lisis o hemolisis”, “el tratamiento ideal es una solución isotónica”. Debido a que la respuesta era abierta, estos componentes fueron explorados en el escrito de cada estudiante, cualquier tipo de escritura (habitual o científica) era válida, por ejemplo escribir “lo de afuera esta menos concentrado que lo de adentro” era equivalente al componente “el agua es un medio hipotónico con respecto a la célula”, si un estudiante escribía estos seis componentes en su respuesta la calificación era 6/6.

- **Conceptos de la respuesta**, el cual indica si el estudiante utilizó el número de conceptos fisiológicos adecuados al momento de argumentar su respuesta. Los seis conceptos fisiológicos para la pregunta “¿Qué ocurre si un paciente hipovolémico es hidratado por vía intravenosa con agua destilada?, ¿cuál sería la terapéutica?” eran “electrolitos”, “gradiente de concentración”, “Sodio”, “hipotónico”, “isotónico”, “lisis o hemolisis”. Si un estudiante escribía “el agua empieza a entrar a la célula” no era válido como un concepto, si un estudiante escribía “se crea un gradiente de concentración” si era válido como un concepto fisiológico. El estudiante que tuviera estos seis conceptos en su escrito recibía una calificación de 6/6.

- **Orden lógico de la respuesta**, el cual indica si el estudiante escribió todos los componentes teóricos en el orden lógico ideal de pasos para llegar a la respuesta. Por ejemplo, los eventos fisiológicos en la respuesta de la pregunta “¿Qué ocurre si un paciente hipovolémico es hidratado por vía intravenosa con agua destilada?, ¿cuál sería la terapéutica?” debían estar en el siguiente orden ideal:

1. Escoger el modelo correcto
2. Escribir “el agua destilada no tiene electrolitos”
3. Escribir “el agua es un medio hipotónico con respecto a la célula”
4. Escribir “el agua tiende a entrar por gradiente de concentración”
5. Escribir “la célula sufre lisis o hemolisis”
6. Escribir “el tratamiento ideal es una solución isotónica”

Si un estudiante escribía su respuesta en este orden de eventos se decía que si tenía el orden lógico ideal, si erraba en el orden de un solo evento se decía que no tenía el orden lógico ideal.

5.2.4.2 Metacognición grupos de trabajo:

Después de finalizar cada práctica con la metodología POGIL a cada grupo de trabajo le fue asignada una hoja de meta cognición desarrollada por **Hanson (2006)** que permite la autoevaluación del desempeño grupal después de desarrollar una sesión de laboratorio (**ANEXO E**). en este formato se brindaban puntos con afirmaciones como “todo el grupo participó activamente” o “Todo el grupo vino preparado”, aquí cada grupo de estudiantes discutía cada punto y le

daba una calificación de 0 a 5 siendo 0 el menor puntaje y 5 el mayor puntaje, al final la sumatoria total (máximo 50) brindaba la calificación total del desempeño.

5.2.4.3 Encuesta estructurada

Al finalizar las prácticas de laboratorio del semestre académico se aplicó la encuesta creada con la metodología utilizada por **Soltis (2015)** a partir de las fortalezas adquiridas con la estrategia POGIL descritas por **Hanson (2006)**, aquí cada estudiante evaluó el aporte de esta pedagogía a diferentes tópicos relacionados con las prácticas de laboratorio en fisiología, estos tópicos concernían:

- El dominio del tema
- El desarrollo del pensamiento crítico y analítico
- La adquisición de habilidades en la solución de problemas
- La comunicación interpersonal para entender ideas o conceptos
- La formación de equipos de trabajo para facilitar el aprendizaje
- La adquisición de habilidades para la administración de roles dentro del grupo
- La familiarización con la autoevaluación personal y grupal (**ANEXO F**).

El aporte se calificaba de 1 a 5 siendo 1 el menor puntaje y 5 el mayor puntaje por cada tópico en la encuesta.

5.2.4.4 Encuesta de opción única

Al finalizar las prácticas de laboratorio del semestre académico se entregó a cada estudiante la encuesta de opción múltiple con única respuesta, aquí se

realizaron preguntas sobre situaciones académicas de la vida cotidiana para evaluar la preferencia de los estudiantes sobre el método de estudio. Un ejemplo de pregunta fue ¿Al momento de enfrentarme a un nuevo tema en fisiología es preferible para mi aprendizaje?. En cada pregunta había dos posibles opciones de respuesta, la primera opción de respuesta siempre iba dirigida al método de estudio tradicional, un ejemplo de esta fue “Tener toda la información disponible, leerla y memorizarla”. La segunda opción siempre concernía al método POGIL, aquí se mencionaban de manera indirecta las fortalezas descritas por **Hanson (2006)**, (*procesamiento de información, pensamiento crítico y analítico, solución de problemas, comunicación, trabajo en equipo, manejo y meta cognición*) que se adquirirían con esta pedagogía, un ejemplo de opción de respuesta fue “Tener las bases fundamentales sobre el tema y descubrir nueva información mediante mi análisis y deducción”, en esta opción estaba implícita la fortaleza “*procesamiento de información*”. **(ANEXO G)**

5.2.4.5 Reflexión del aprendizaje

Después de finalizar cada práctica con la metodología POGIL se entregó a cada estudiante una hoja de “reflexión del aprendizaje” desarrollada por **Hanson (2006)** que permite la retroalimentación conceptual por medio de preguntas abiertas después de desarrollar una sesión de laboratorio, un ejemplo de pregunta era “¿Cuál fue el punto menos claro de laboratorio?, o “¿Cuál fue la cosa más útil que aprendiste hoy?” **(ANEXO H)**. Se crearon 3 categorías principales para ubicar las respuestas de los estudiantes:

- **La instrumentación en fisiología y los principios fisiológicos:** Un ejemplo de pregunta fue “¿cuál fue el punto menos claro del laboratorio?” si la respuesta del estudiante fuese “el análisis del registro proveniente del musculo” se contaba dentro de la categoría Instrumentación en fisiología, si la respuesta fuese “la relación de la miosina con la tropomiosina” se contaba dentro de la categoría principios fisiológicos.

- **El uso de conceptos fisiológicos y uso de otros conceptos:** Un ejemplo de pregunta fue “¿Qué ocurre con la actividad del musculo en descanso?”, si la respuesta del estudiante fuese “había una actividad eléctrica cercana a cero” se contaba dentro de la categoría uso de otros conceptos, si la respuesta fuese “hay un registro basal” se contaba dentro de la categoría uso de conceptos fisiológicos.

- **Proposiciones de metodología igual a la clase y proposición de metodología nueva:** La última parte de la reflexión consistía en proponer una metodología para un registro fisiológico, si el estudiante escribía la misma metodología realizada en clase, esta se contaba dentro de la categoría proposición de metodología igual a la clase. Si el estudiante escribía una propuesta innovadora y diferente a la realizada en la sesión de laboratorio, su respuesta se contaba dentro de la categoría proposición de metodología nueva.

5.2.4.6 Diario

De acuerdo a la metodología utilizada por **Kolkhorst (2001)**, los estudiantes presentaron diarios en donde comentaron su proceso de aprendizaje,

experiencias personales, frustraciones y logros durante el tiempo de prácticas en fisiología (tanto POGIL como tradicionales). Para familiarizar a los estudiantes con la escritura de un diario se realizó una sesión explicativa para presentar un fragmento del diario de Ana Frank, en donde ella relata su historia como adolescente y los dos años en que permaneció oculta de los Nazis. El propósito de esta sesión fue ilustrar a los estudiantes sobre como plasmar su experiencia personal incluyendo sentimientos, sensaciones y emociones durante su paso por el laboratorio de fisiología.

5.3 Análisis de resultados

- **Test de pensamiento crítico:** Se realizó una comparación con los resultados de completitud de la respuesta, conceptos fisiológicos y orden lógico de respuesta del primer test (antes del inicio de los laboratorios) y segundo test (al finalizar los laboratorios), por medio de tablas y gráficas de barras para visualizar el cambio en el porcentaje de estudiantes que aumentaron o disminuyeron el número de componentes, conceptos fisiológicos y orden lógico de respuesta después de la implementación del POGIL.

- **Metacognición grupos de trabajo:** Se realizó una comparación entre los resultados de la calificación de los estudiantes al desempeño de su grupo de trabajo después de finalizar la primera y segunda práctica POGIL (electromiografía y presión arterial), por medio de tablas y gráficas de barras para visualizar el cambio (aumento o disminución) en el score total de la meta cognición.

- **Encuesta estructurada:** Se realizó una tabla y una gráfica de barras que presentó el número de estudiantes que calificaron de 1 a 5 el aporte de cada tópico (**ANEXO F**) a su vida educativa después de la implementación de las prácticas con la pedagogía POGIL.

- **Encuesta de opción única:** Se realizó un conteo del número de estudiantes que escogieron la opción del método de estudio tradicional o la opción de método POGIL por cada pregunta concerniente a las situaciones académicas de la vida cotidiana y se realizó una gráfica de barras comparativa con los mismos.

- **Reflexión del aprendizaje:** Se realizó una comparación por medio de gráficas de barras con las categorías creadas a partir de las respuestas individuales de los estudiantes **“La instrumentación y los principios fisiológicos”, “uso de conceptos fisiológicos y uso de otros conceptos”, “Proposición de metodología igual a la clase y proposición de metodología nueva”** de acuerdo a cada pregunta abierta después de desarrollar el primer y segundo laboratorio (electromiografía y presión arterial).

- **Diario:** Se escogieron cinco diarios escritos por los estudiantes en los cuales la escritura fuera más completa, es decir, en donde se viera el interés por relatar la mayor cantidad de sucesos presentados durante el desarrollo de los laboratorios. Se realizó un análisis narrativo de cada uno de los diarios siguiendo a **Clandinin y Conelly (1995)** explorando las tres dimensiones narrativas: Tiempo, espacio e interacción social, esta se basó en la reconstrucción de la historia de cada estudiante durante su paso por el laboratorio de fisiología de acuerdo al contexto de su vida y los diferentes personajes con los que interactuaba. La base principal para este análisis fue la creación de acontecimientos en la historia de cada estudiante de acuerdo a su escrito, un ejemplo de un acontecimiento fue **“MI PRIMER DIA EN EL LABORATORIO”** en donde se utilizaron los relatos del estudiante para crear una narración sobre su experiencia en el primer laboratorio de fisiología. Los componentes principales para construir estos acontecimientos fueron las frases personales plasmadas en cada relato, por ejemplo ***“fue muy chévere el hecho de que los experimentos fueran libres porque a medida que se iba aprendiendo el tema, se hacían cosas chéveres y la práctica no se tornaba aburridora”***. Con cada historia reconstruida se realizó una reflexión sobre el papel del laboratorio en la enseñanza de la fisiología.

6. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de la implementación del POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning) en las prácticas de laboratorio en fisiología dirigidos a los estudiantes de medicina veterinaria. Los resultados se describen en 5 puntos, cada uno con un instrumento diferente:

6.1 TEST DE PENSAMIENTO CRÍTICO

Las preguntas de pensamiento crítico modificadas para fisiología fueron calificadas con un puntaje numérico siguiendo la metodología propuesta por **AHRASH (2006)**, estos resultados que provienen del análisis del discurso de cada estudiante se dividieron en 3 secciones:

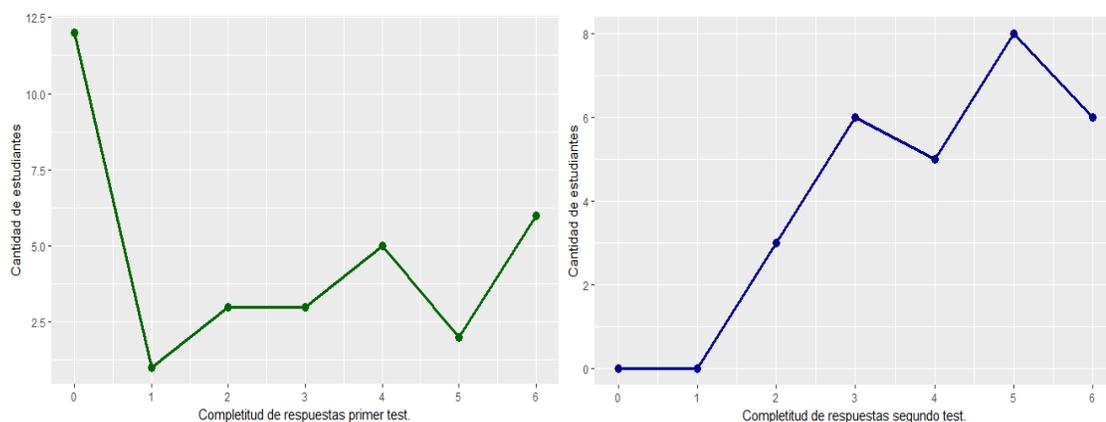
- **Compleitud de la respuesta**, la cual indica si el argumento escrito por cada estudiante posee todos los componentes teóricos necesarios para formar una respuesta completa ideal. Como se demuestra en la **Tabla 1**, en el primer test 16 de 32 (50%) estudiantes escribieron de 3 a 6 componentes teóricos en su respuesta, mientras que en el segundo test 25 de 28 (89%) estudiantes escribieron de 3 a 6 componentes teóricos en su respuesta. Este aumento del número mínimo de componentes teóricos escritos en la respuesta de los estudiantes en el segundo test en comparación del primero se denota en la **Grafica 1**, en donde el mayor número de estudiantes mencionaron 0/6 componentes en el primer test, mientras que en el segundo test el mayor número de estudiantes mencionaron 5/6 componentes.

- **Conceptos de la respuesta**, el cual indica si el estudiante utilizó el número de conceptos fisiológicos adecuados al momento de argumentar su respuesta. Como se demuestra en la **Tabla 2**, en el primer test 3 de 32 (9%) estudiantes escribieron de 3 a 6 conceptos en su respuesta, mientras que en el segundo test 18 de 28 (64%) escribieron de 3 a 6 conceptos en su respuesta. Este aumento del número mínimo de conceptos fisiológicos escritos en la respuesta de los estudiantes en el segundo test en comparación del primero se denota en la **Grafica 2**, en donde el mayor número de estudiantes mencionaron de 1 a 3/6 conceptos fisiológicos, mientras que en el segundo test el mayor número de estudiantes mencionaron de 2 a 5/6 conceptos fisiológicos.
- **Orden lógico de la respuesta**, el cual indica si el estudiante escribió todos los componentes teóricos en el orden lógico ideal de pasos para llegar a la respuesta. Como se demuestra en la **Tabla 3**, en el primer test 27 de 32 estudiantes (84%) no escribieron los componentes teóricos de la respuesta en el orden lógico ideal, de manera similar, en el segundo test 26 de 28 (92%) tampoco escribieron los componentes teóricos de la respuesta en el orden lógico ideal en su argumento escrito. La mayor parte del grupo no escribió su respuesta en el orden lógico ideal tanto en el primer como segundo test como se evidencia en la **Gráfica 3**.

COMPLETITUD DE RESPUESTA (/6)	NUMERO DE ESTUDIANTES PRIMER TEST (n=32)	NUMERO DE ESTUDIANTES SEGUNDO TEST (n=28)
0	12	0
1	1	0
2	3	3

3	3	6
4	5	5
5	2	8
6	6	6

Tabla 1: Se presenta la comparativa de los resultados de completitud de la respuesta del primer test (antes del inicio de los laboratorios) y segundo test (al finalizar los laboratorios), se muestra el número de estudiantes (n) que mencionaron de 0 a 6 componentes teóricos en su argumento escrito.

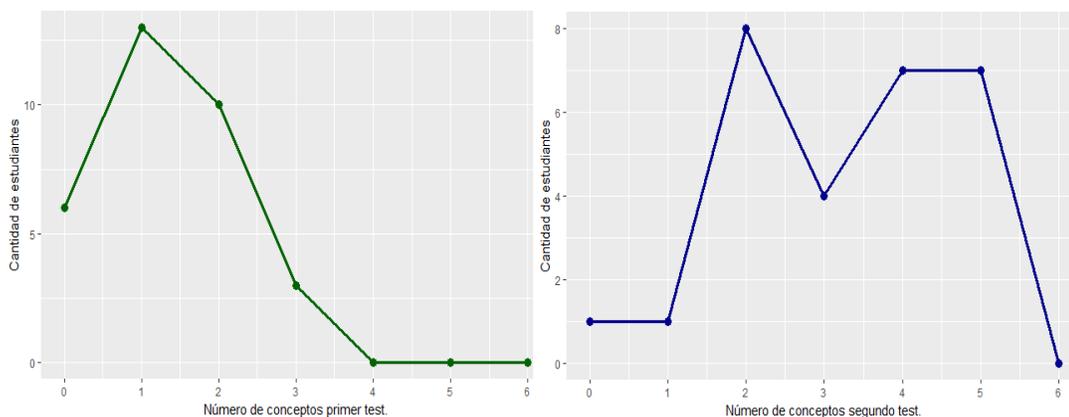


Gráfica 1: Se denota la tendencia al aumento del número mínimo de componentes teóricos escritos en la respuesta de los estudiantes en el segundo test en comparación del primero.

NUMERO DE CONCEPTOS (/6)	NUMERO DE ESTUDIANTES PRIMER TEST (n=32)	NUMERO DE ESTUDIANTES SEGUNDO TEST (n=28)
0	6	1
1	13	1
2	10	8
3	3	4

4	0	7
5	0	7
6	0	0

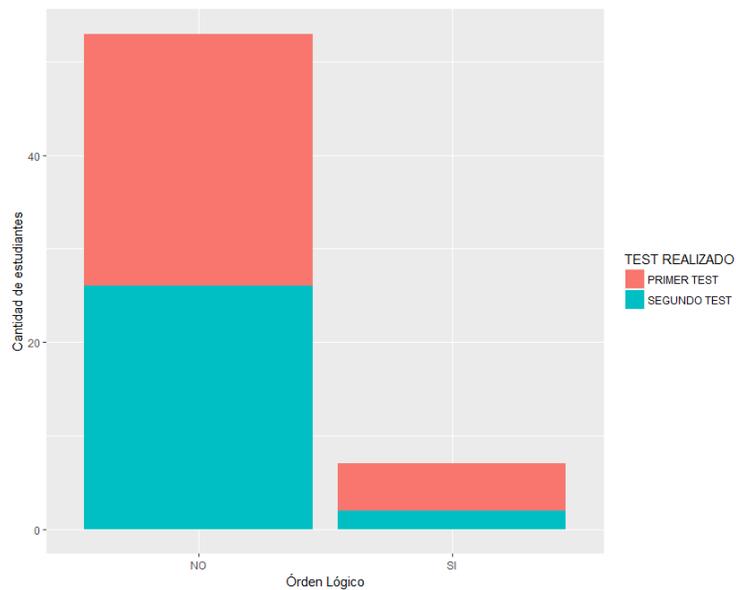
Tabla 2: Se presenta la comparativa de los resultados del número de conceptos fisiológicos mencionados en la respuesta del primer test (antes del inicio de los laboratorios) y segundo test (al finalizar los laboratorios), se muestra el número de estudiantes (n) que mencionaron de 0 a 6 conceptos en su argumento escrito.



Gráfica 2: Se nota la tendencia al aumento del número mínimo de conceptos fisiológicos escritos en la respuesta de los estudiantes en el segundo test en comparación del primer test.

ORDEN LOGICO DE RESPUESTA	NUMERO DE ESTUDIANTES PRIMER TEST (n=32)	NUMERO DE ESTUDIANTES SEGUNDO TEST (n=28)
SI	5	2
NO	27	26

Tabla 3: Tabla comparativa de los resultados del orden lógico de respuesta en el primer y segundo test. Se denota el número de estudiantes que sí o no argumentaron su respuesta en el orden lógico ideal.



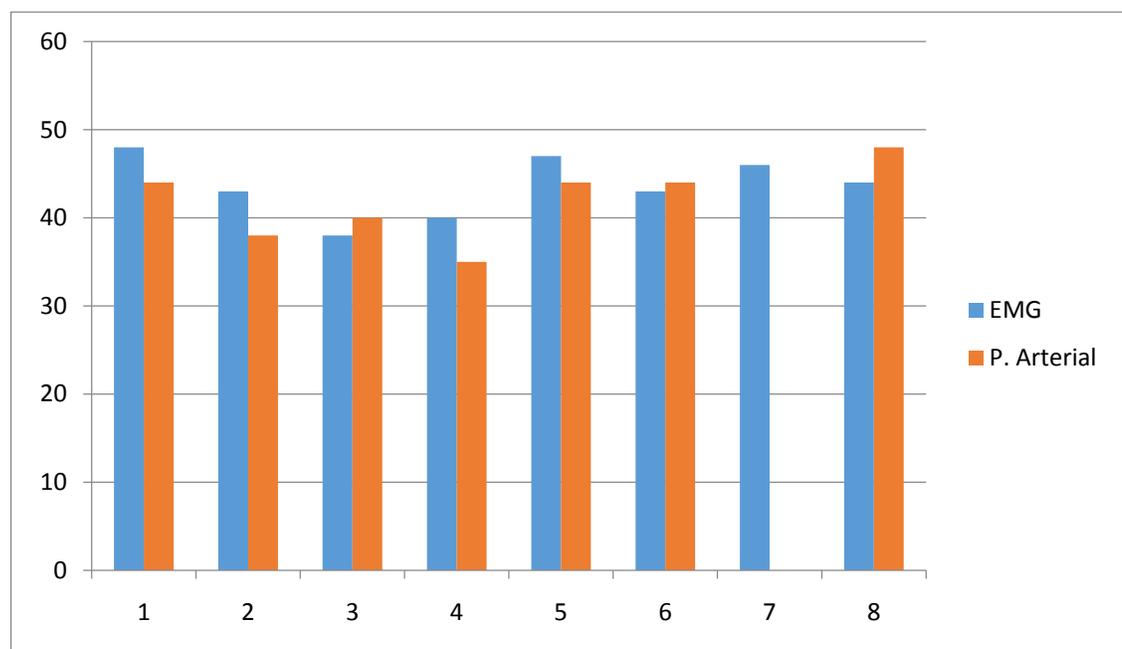
Gráfica 3: Gráfica comparativa del orden lógico de respuesta en el primer y segundo test, se denota que en el primer test hubo un mayor número de estudiantes que si argumentaron su respuesta en el orden lógico ideal en comparación del segundo test.

6.2 METACOGNICION GRUPOS DE TRABAJO

Después de finalizar cada práctica con la metodología POGIL a cada grupo de trabajo le fue asignada una hoja de meta cognición desarrollada por **Hanson (2006)** que permite la autoevaluación del desempeño grupal después de desarrollar una sesión de laboratorio. Se califica el desempeño de 0 a 5 siendo 0 el menor puntaje y 50 el mayor puntaje. Un resumen del score de cada grupo se denota en la **Tabla 4** y como se muestra en la **Gráfica 4** los grupos 1, 2, 4 y 5 disminuyeron el puntaje total en su autoevaluación de desempeño después de realizar la última práctica en comparación a la primera práctica. Los grupos 3, 6 y 8 aumentaron el puntaje total en su autoevaluación de desempeño después de realizar la última práctica a comparación de la primera práctica. El grupo 7 se disolvió en la práctica de presión arterial por lo que no se estableció ningún puntaje en la última práctica.

GRUPOS	SCORE ELECTROMIOGRAFÍA (/50)	SCORE PRESION ARTERIAL (/50)
1	48	44
2	43	38
3	38	40
4	40	35
5	47	44
6	43	44
7	46	*No Aplica
8	44	48

Tabla 4: Se muestra el score de las calificaciones del desempeño de cada grupo de trabajo en la práctica de Electromiografía (primera práctica) y Presión arterial (última práctica). *El grupo 7 se disolvió en la práctica de presión arterial por lo que no se estableció ningún puntaje.



Gráfica 4: Es una comparativa del score de los ocho grupos al finalizar la práctica de electromiografía (primera práctica) y presión arterial (última práctica).

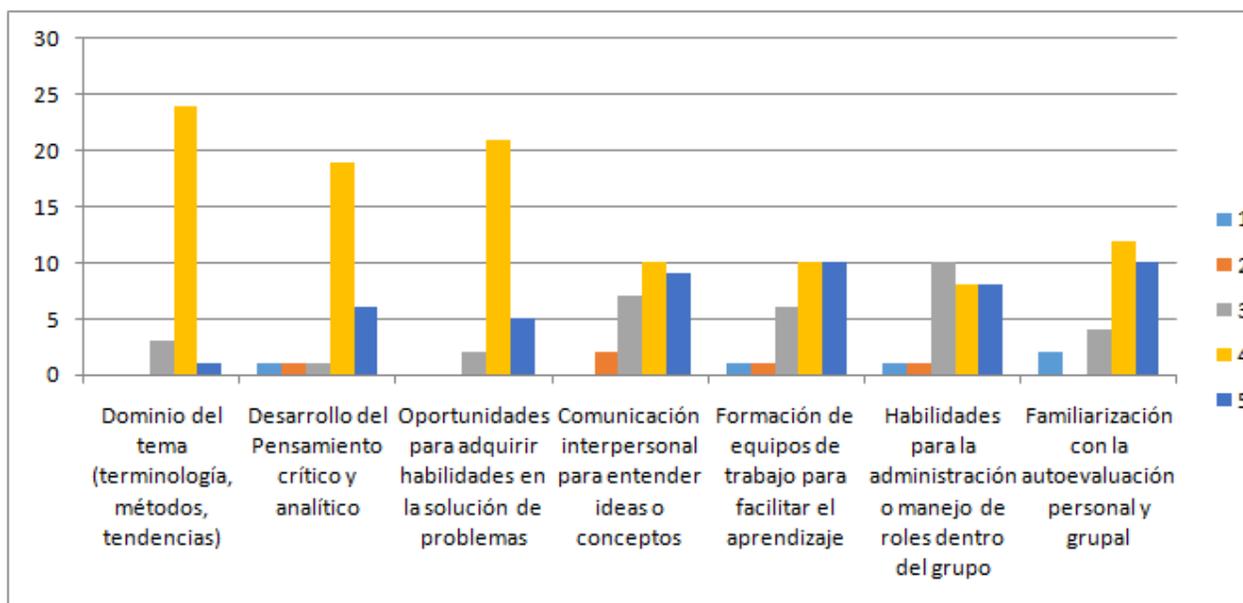
6.3 ENCUESTA ESTRUCTURADA

Al finalizar las prácticas de laboratorio del semestre académico se aplicó la encuesta creada a partir de las fortalezas adquiridas con la estrategia POGIL descritas por **Hanson (2006)**, aquí cada estudiante evalúa el aporte de esta pedagogía a diferentes tópicos relacionados con las prácticas de laboratorio en fisiología, estos tópicos conciernen al dominio del tema, el desarrollo del pensamiento crítico y analítico, adquirir habilidades en la solución de problemas, la comunicación interpersonal para entender ideas o conceptos, formar equipos de trabajo para facilitar el aprendizaje, adquirir habilidades para la administración de roles dentro del grupo y la familiarización con la autoevaluación personal y grupal. El aporte se califica de 1 a 5 siendo 1 el menor puntaje y 5 el mayor puntaje. Como se visualiza en la **Tabla 5**, el mayor número de estudiantes dieron una calificación entre 4 y 5 al aporte en cada tópico, sin embargo, es representativo que en la **Gráfica 5** el mayor número de estudiantes dio una calificación de 3/5 en el tópico “las habilidades en la administración o manejo de roles dentro del grupo”.

TOPICOS	1	2	3	4	5
Dominio del tema (terminología, métodos, tendencias)			3	24	1
Desarrollo del Pensamiento crítico y analítico	1	1	1	19	6
Oportunidades para adquirir habilidades en la solución de problemas			2	21	5
Comunicación interpersonal para entender ideas o conceptos		2	7	10	9
Formación de equipos de trabajo para facilitar el aprendizaje	1	1	6	10	10
Habilidades para la administración o manejo de	1	1	10	8	8

roles dentro del grupo					
Familiarización con la autoevaluación personal y grupal	2		4	12	10

Tabla 5: Se presenta el número de estudiantes (n=28) que calificaron de 1 a 5 el aporte de cada tópico a su vida educativa después de la implementación de las prácticas con la pedagogía POGIL.



Gráfica 5: Es el número de estudiantes que calificaron de 1 a 5 el aporte de cada tópico a su vida educativa. El mayor número de estudiantes dieron una calificación entre 4 y 5 a cada tópico.

6.4 ENCUESTA DE OPCION UNICA

Al finalizar las prácticas de laboratorio del semestre académico se entregó la encuesta de opción múltiple con única respuesta aplicando las fortalezas adquiridas con la estrategia POGIL descritas por **Hanson. D (2006)** en situaciones académicas de la vida real. En cada pregunta la primera opción de respuesta iba dirigida al método de estudio tradicional y la segunda opción concernía al método POGIL. Se realizaron las siguientes preguntas individuales con sus dos respuestas y única respuesta posible, los estudiantes (**n= 28**) escogieron:

1. ¿Al momento de enfrentarme a un nuevo tema en fisiología es preferible para mi aprendizaje?

- Tener toda la información disponible, leerla y memorizarla **(n= 4)**
- Tener las bases fundamentales sobre el tema y descubrir nueva información mediante mi análisis y deducción **(n= 24)**

2. ¿Si necesitara adquirir conocimiento sobre fisiología tiroidea, un método útil para mi aprendizaje sería?

- Leer el capítulo completo sobre fisiología de la glándula tiroides del libro “Fisiología veterinaria” del autor James Cuningham **(n= 18)**
- Explorar a partir de mi propia búsqueda los componentes del hipotiroidismo y repercusión sobre la salud del organismo **(n= 6)**

3. ¿Al momento de presentar los resultados de mi trabajo investigativo resulta mejor para mi aprendizaje?

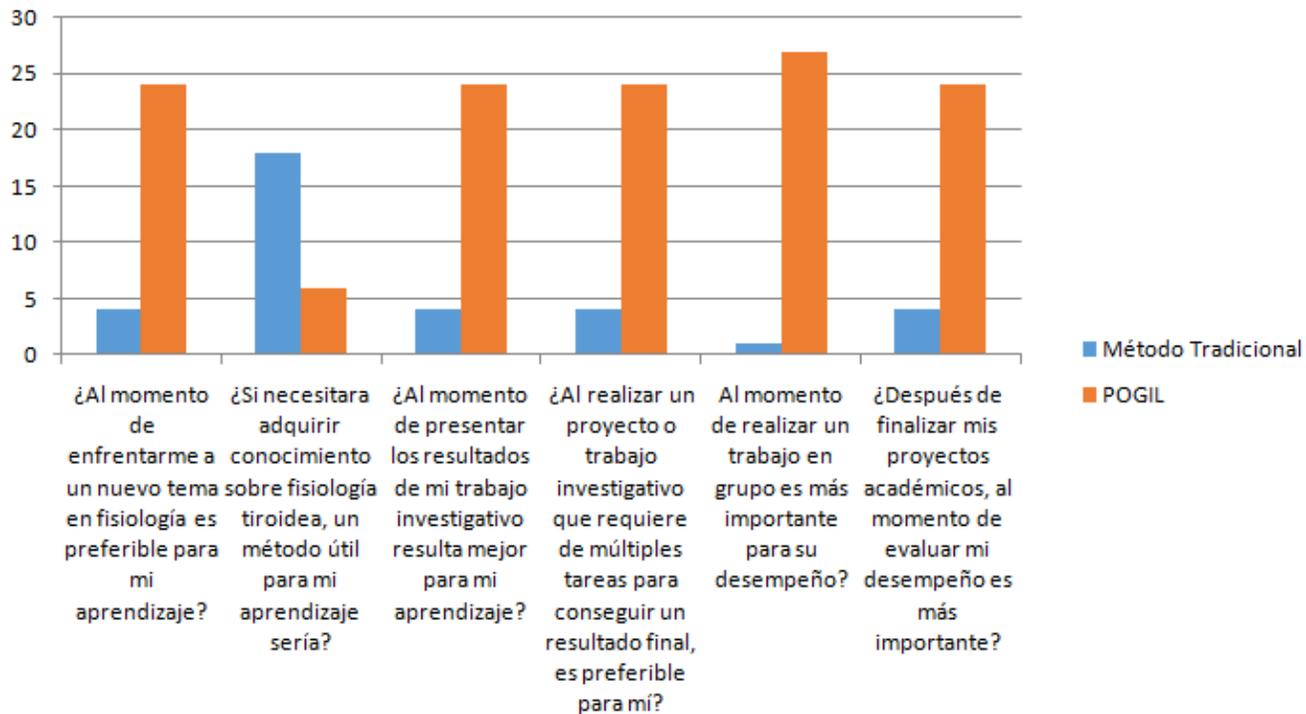
- Registrar mis resultados en un reporte escrito que será visualizado por el profesor y este le brindará una calificación numérica **(n= 4)**
- Exponer mis resultados en público para fomentar la discusión y resolver dudas sobre los mismos **(n= 24)**

4. ¿Al realizar un proyecto o trabajo investigativo que requiere de múltiples tareas para conseguir un resultado final, es preferible para mí?

- Trabajar de manera individual realizando todas las tareas por mí mismo **(n= 4)**

- Trabajar en un grupo colaborativo dividiendo las tareas en los integrantes del mismo **(n= 24)**
- 5. ¿Al momento de realizar un trabajo en grupo es más importante para mi desempeño?**
- Que cada miembro del grupo trabaje según su criterio para lograr un objetivo común **(n= 1)**
 - Que se realice una distribución de roles y tareas en los miembros del grupo para lograr un objetivo común **(n= 27)**
- 6. ¿Después de finalizar mis proyectos académicos, al momento de evaluar mi desempeño es más importante?**
- Permitir que el profesor evalúe mi trabajo y me asigne una calificación según su criterio **(n= 4)**
 - Realizar una autoevaluación de mi desempeño para visualizar falencias y buscar planes de mejora **(n= 24)**

Como se muestra en la **Grafica 6**, la mayoría de estudiantes optaron por la opción concerniente al método POGIL en cada situación académica con excepción de la situación académica número 2 “¿Si necesitara adquirir conocimiento sobre fisiología tiroidea, un método útil para mi aprendizaje sería?”, en donde la mayoría escogió la primera opción, la cual concierne al método de estudio tradicional.



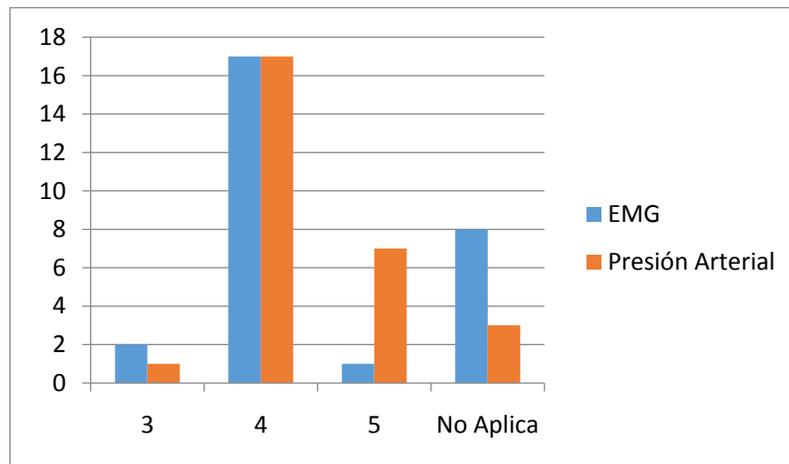
Grafica 6: Es un resumen comparativo del número de estudiantes que escogieron la respuesta concerniente al método de estudio tradicional o el método POGIL en cada situación académica de la vida real.

6.5 REFLEXION DEL APRENDIZAJE LABORATORIOS POGIL

Después de finalizar cada práctica con la metodología POGIL a cada grupo de trabajo le fue asignado una hoja de reflexión del aprendizaje desarrollada por **Hanson (2006)** que permite la retroalimentación conceptual de cada estudiante después de desarrollar una sesión de laboratorio. Las respuestas individuales de los estudiantes fueron categorizadas en grupos temáticos concernientes al laboratorio: **La instrumentación y los principios fisiológicos (Gráfica 7 a 12), Uso de conceptos fisiológicos y uso de otros conceptos (Gráfica 13),**

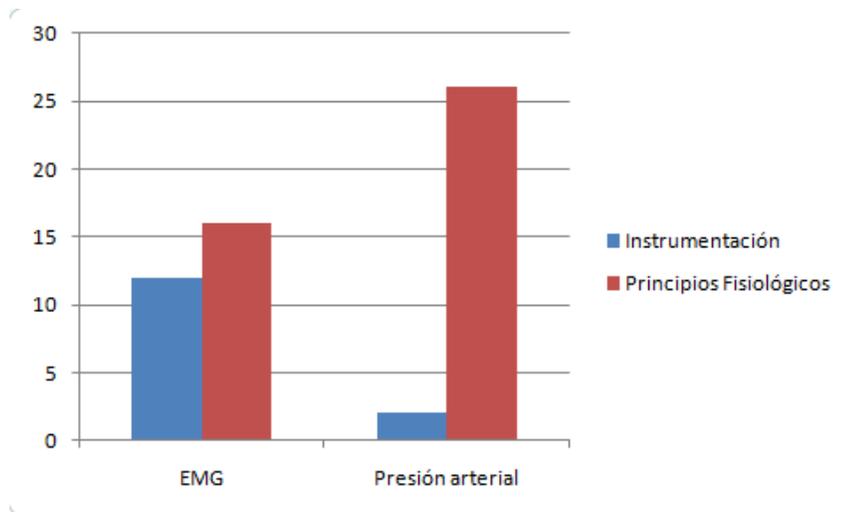
Proposición de metodología igual a la clase y proposición de metodología nueva (Gráfica 14). La reflexión consistía en realizar las siguientes tareas:

1. Dar una calificación numérica de 1 a 5 (siendo 1 el menor puntaje y 5 el mayor puntaje) al dominio de los criterios de aprendizaje presentados en la guía de práctica de los laboratorios, como se muestra en la **Gráfica 7**, la mayoría de estudiantes dieron una calificación de 4/5 al dominio de los criterios de aprendizaje en la práctica de electromiografía y presión arterial con el método POGIL. Los estudiantes que escribieron una respuesta no numérica se agruparon en la categoría “no aplica”.



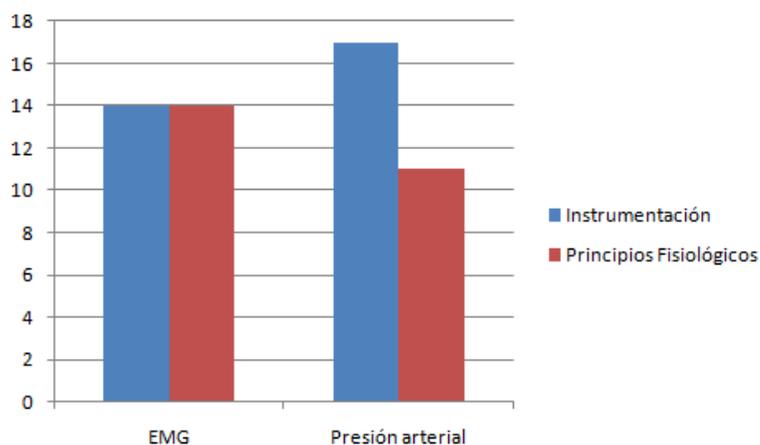
Gráfica 7: Puntuación de los dominios de aprendizaje

2. Escribir el punto menos claro después de terminar la práctica de laboratorio. Como se muestra en la **Gráfica 8** en la última práctica (presión arterial) el número de estudiantes que consideraban temas relacionados con la instrumentación fisiológica como el punto menos claro del laboratorio disminuyó en comparación a la primera práctica (electromiografía).



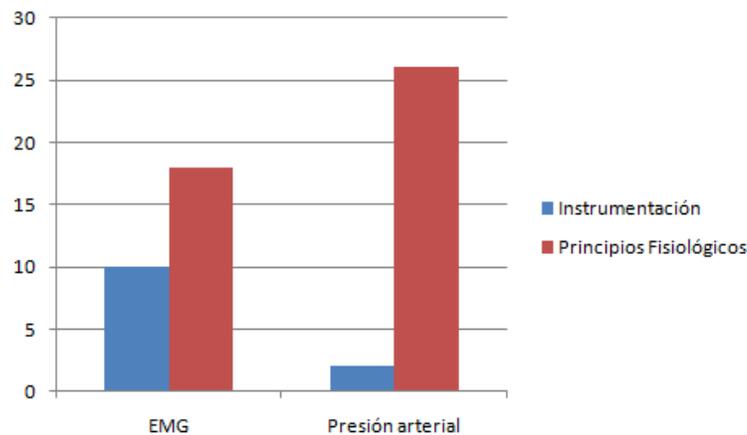
Gráfica 8: Puntos menos claros después de cada práctica

3. Escribir la cosa más útil adquirida después de la práctica de laboratorio. Como se denota en la **Gráfica 9**, en la última práctica (presión arterial) el número de estudiantes que consideraban temas relacionados con la instrumentación fisiológica como la cosa más útil adquirida en el laboratorio aumentó en comparación a la primera práctica (electromiografía).



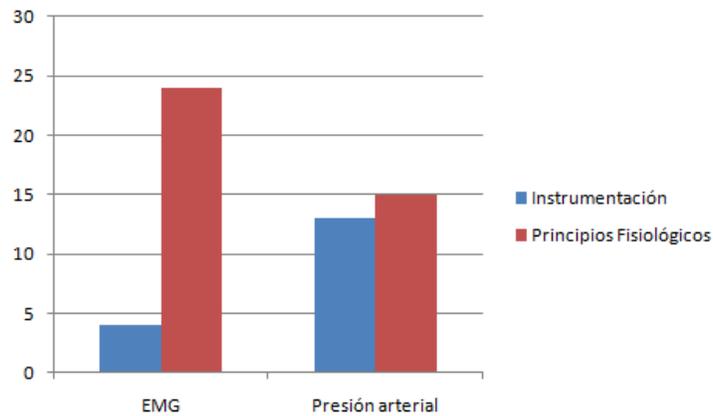
Gráfica 9: La cosa más útil adquirida después de cada práctica

4. Escribir que preguntas quedan en la mente después de la práctica de laboratorio, como se muestra en la **Gráfica 10**, en la última práctica (presión arterial) el número de estudiantes que aún tenían preguntas en su mente sobre temas relacionados con la instrumentación fisiológica disminuyó en comparación a la primera práctica (electromiografía).



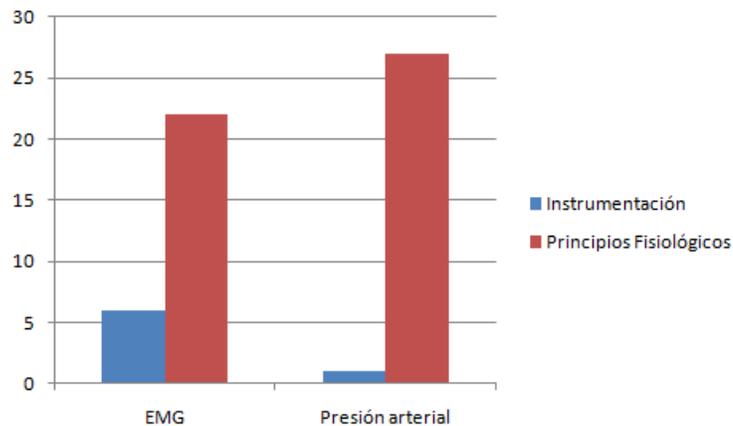
Gráfica 10: Preguntas que quedan en la mente después de cada práctica

5. Cual fue el concepto de mayor dominio después de la práctica de laboratorio, como se visualiza en la **Gráfica 11**, en la última práctica (presión arterial) el número de estudiantes que consideraban temas relacionados con la instrumentación fisiológica como los conceptos de mayor dominio aumentaron en comparación de la primera práctica (electromiografía).



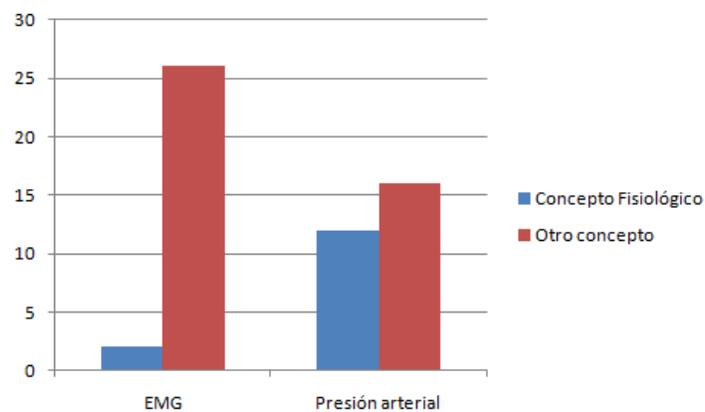
Gráfica 11: Concepto de mayor dominio después de cada práctica

6. Cual fue el concepto de menor dominio después de la práctica de laboratorio, como se denota en la **Gráfica 12**, en la última práctica (presión arterial) el número de estudiantes que consideraban temas relacionados con la instrumentación fisiológica como el concepto de menor dominio disminuyó en comparación a la primera práctica (electromiografía).



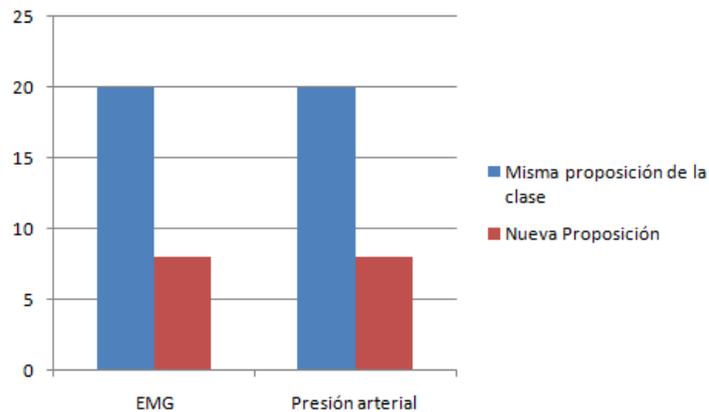
Gráfica 12: Concepto de menor dominio después de cada práctica

7. Explicar con sus propias palabras un tema relacionado con la electromiografía/presión arterial, como se muestra en la **Gráfica 13**, en la última práctica (presión arterial) el número de estudiantes que utilizaron conceptos fisiológicos al explicar un tema relacionado con la práctica de laboratorio aumentó en comparación de la primera práctica (electromiografía).



Gráfica 13: Explicación con palabras propias un tema relacionado con la EMG/P.A

8. Escribir con sus propias palabras una metodología concerniente al registro electromiografico/presión arterial. Como se visualiza en la **Gráfica 14**, no hubo ningún cambio en el número de estudiantes que realizaron una propuesta metodológica diferente a la realizada en clase para realizar un registro fisiológico en la práctica de electromiografía/presión arterial.



Gráfica 14: Una metodología concerniente a la práctica de laboratorio

6.6 “REFLEXIONES SOBRE EL LABORATORIO POGIL CON EL USO DEL ENFOQUE NARRATIVO EN ESTUDIANTES DE FISIOLÓGIA DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL”

6.6.1 EL DIARIO DE JUAN

Mi primer día en el laboratorio

Cuando Juan llegó a su primera práctica llevaba en su mente la idea preconcebida de que el laboratorio sería una buena herramienta para comprender de una mejor manera los temas teóricos vistos en la clase magistral de fisiología ya que él al entrar *“aspiraba que fuera muy útil para el entendimiento de los temas de la clase de fisiología y su respectivo refuerzo”*. El primer pensamiento que vino a su mente cuando el profesor repartió los grupos de trabajo estuvo relacionado con la percepción hacia otros compañeros de estudio, según él *“me ubicaron en un grupo de personas que son de mi agrado”* con las cuales posiblemente se sentía cómodo

al momento de desarrollar las tareas del laboratorio en comparación de otras personas.

El primer laboratorio se desarrolló con la pedagogía POGIL, al probarla por primera vez, Juan sintió agrado al desarrollar los experimentos por sí mismo, no solo por la libertad de realizar cualquier actividad que pudiera inventar con los elementos disponibles, sino porque sentía que reforzaba sus conocimientos y por un momento se salía del modelo de aprendizaje rutinario que llevaba a diario.

Para él *“fue muy chévere el hecho de que los experimentos fueran libres porque a medida que se iba aprendiendo el tema, se hacían cosas chéveres y la práctica no se tornaba aburridora”*. Al pensar en lo que vendría más adelante decidió calificar mentalmente su experiencia en el laboratorio, él concluyó *“el laboratorio cumplió con las expectativas y nos dejó con intriga acerca de cómo sería la modalidad para el desarrollo de los siguientes temas”*, esperando que surgieran eventos nuevos para él. Además de lo anterior, Juan describió de manera positiva la relación de lo que vivió en su primer experimento con la preocupación de todo estudiante: *¿alcanzaré a cubrir todo el tema?* Para él *“es muy chévere el hecho de que se nos permita realizar los experimentos que queramos ya que adicional a ver una temática también se permite el libre desarrollo de esta”*. Al momento de tomar apuntes para recordar los procesos fisiológicos relacionados con la práctica realizó varios ejemplos de dibujos, como se muestra en la **Imagen 4**, estos eran copias de las gráficas que los estudiantes visualizaban en la pantalla del computador, las cuales fueron utilizadas para crear los modelos teóricos del laboratorio POGIL, no realizó ningún esquema o dibujo creado por él mismo que le ayudara a representar algún proceso fisiológico a su manera:

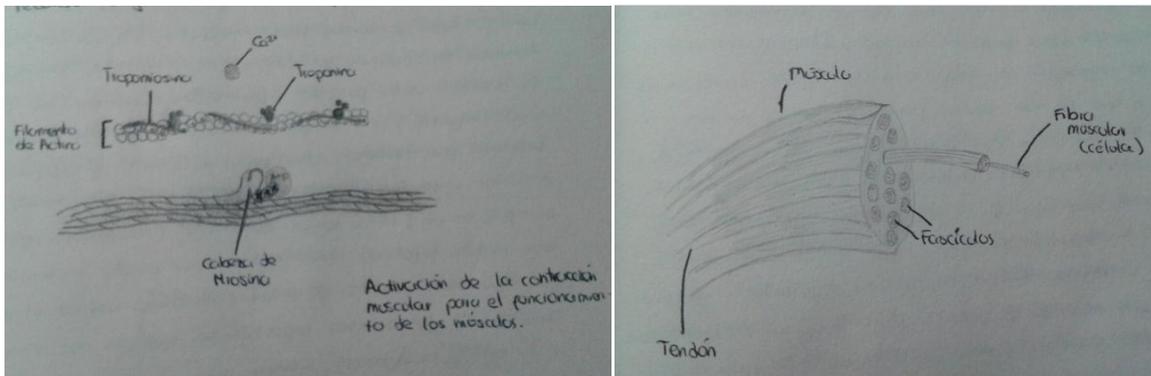


Imagen 4: Dibujo extraído del diario de Juan

Al poco tiempo de empezar las prácticas y de asistir frecuentemente al laboratorio en tiempo extra clase Juan tuvo cierta empatía con el profesor, tanto que empezó a referirse a él como un amigo al momento de solicitar atención, al hacer esto pensó *“quizás debería decir profesor David pero realmente se le tomó confianza y le decía por su nombre sin llegar a faltar el respeto”*. Al pensar sobre la propuesta pedagógica se dio cuenta que posiblemente el profesor tenía un objetivo o un propósito para realizar estas prácticas y de cuál sería el papel de los estudiantes en esta, al analizar esto brevemente Juan concluyó que era algo bueno, para él *“Es muy satisfactorio que el docente deposite su confianza en el estudiante asumiendo que con su creatividad e intriga sea capaz de entender el tema por sí solo”*. También quiso dar su opinión sobre los laboratorios con experimentación libre, Juan afirma que percibe algunas ventajas al realizar prácticas de esta manera, una de ellas es el desarrollo de la creatividad, según él *“al realizar los laboratorios de esta forma se logra entender el tema casi en su totalidad y a su vez permite que seamos creativos”*.

El animal de estudio, un tema interesante

En el laboratorio de potencial de acción antes de realizar todo el procedimiento para lograr un registro electrofisiológico proveniente de una lombriz, Juan observó a su ejemplar y pensó *“solo nos falta el hecho de tranquilizar y sedar a nuestro*

animal de estudio, a pesar de ser tan pequeño e inofensivo, es un ser sintiente.....”, con esta reflexión se refiere al animal como un medio para obtener conocimiento, pero a su vez le demuestra respeto y compasión como un ser vivo. A pesar de lo anterior, venciendo el sentimiento de moralidad que pasaba por su mente, llevó a cabo el laboratorio con la metodología tradicional, es decir, por medio de instrucciones y pasos a seguir para llegar a un resultado establecido, para él fue complaciente debido a que concluyó *“esta práctica con la metodología tradicional estuvo muy interesante, más que por la metodología, por el tema”*. En su diario Juan no relató ningún comentario o sentimiento sobre su animal de estudio después de obtener los resultados que buscaba.

Tengo nervios de pasar a exponer

Juan sabía que para completar al 100% el laboratorio con la metodología POGIL debía superar el último de los componentes, el cual era la presentación de sus resultados frente a todo el curso, cuando llegó este día el estudiante analizó que tanta seguridad había en su grupo y en el resto de sus compañeros, su percepción fue *“al ingresar al salón nosotros y los otros grupos estaban ansiosos con respecto a cuál sería la metodología para socializar el tema”*, es decir, le preocupaba el hecho de tener que hablar en frente del salón con toda la atención del público. Afortunadamente no fue el primero en pasar a exponer sus resultados, sin embargo sabía que era inevitable el hecho de ser llamado por el profesor frente al resto de los alumnos, esto creó un sentimiento de preocupación que compartió con todo su grupo y que como cualquier humano, intentaba escapar, el relata que *“algunos grupos pasaron a explicar, mientras tanto mi grupo y yo discutíamos acerca de quién sería la persona encargada de pasar ya que algunos estaban nerviosos”*. La única manera de vencer la ansiedad fue pasar al frente y terminar de la manera más rápida posible el episodio público, generando la satisfacción de librarse de lo que parecía una obligación, Juan concluyó *“cuando terminamos de explicar los experimentos dijimos uff, que alivio! Ya salimos de esto.....”*

Mi primera vez como sujeto de estudio

Después de superar la primera socialización vino el laboratorio de electroencefalografía en donde debían conectar electrodos en la cabeza de alguien para registrar la actividad cerebral, aquí fue el turno de Juan para “conectarse al computador”, el describe este hecho como *“En este caso me correspondió a mi ser el objeto de estudio para realizar los experimentos”*, refiriéndose a sí mismo como un ser mediador para obtener conocimientos del cual obtendrán o descubrirán conceptos fisiológicos. Para Juan no hay ninguna diferencia si es una lombriz o un hombre, lo que sea que se conecte al fisiografo se convierte en un “objeto de estudio”.

El último laboratorio

Al llegar el ultimo laboratorio para finalizar semestre Juan no tuvo la actitud de realizar las cosas rápido para “salir de lo que faltaba” e irse a descansar, por el contrario, durante sus últimos experimentos libres sintió agrado y diversión, el relata *“nos entretuvimos un buen rato midiéndonos las presiones entre nosotros y comparando los resultados que nos daban con respecto a un solo individuo”*, esto sugiere que sentía curiosidad por hallarle un sentido a los registros que obtenía de acuerdo a su indagación, tanto que al no recibir ninguna instrucción empezó a compararlos para ver qué diferencias podría encontrar. Después de terminar los laboratorios de la manera tradicional y con la metodología POGIL Juan propone su conclusión personal, para el *“los experimentos libres crean un incentivo que no permiten que el estudiante se aburra de seguir pasos, sino que sea creativo”*.

6.6.2 EL DIARIO DE ESTEBAN

Una inesperada llegada de un profesor desconocido

Esteban asistió normalmente al aula esperando su clase magistral, de repente se sorprendió al entrar y enterarse de que no iba a tener clase sino un examen de laboratorio creado por un profesor desconocido para evaluar algo que él no sabía, el test tenía que ver con los conceptos de medio hipotónico, electrolitos y su relación con los glóbulos rojos, para responderlo Esteban se basó en su propio organismo empezando con preguntas de tipo *"como se comportarían mis vasos si les agrego algo concentrado en el líquido extracelular"*, de alguna manera este razonamiento lo llevó a la conclusión correcta en términos no científicos, él basado en su proceso mental dedujo *"si lo de afuera está más concentrado, ósea, tiene más cantidad de sustancias, ejercerán una presión"*.

Después de presentar el test un señor se acercó a comprar uno de sus productos, en las palabras de Esteban lo describe *"este señor fue muy amable en su forma de pedir el tinto y conseguir el dinero para pagar"*, al poco tiempo se enteró que era un académico reconocido y director de la tesis de maestría de la cual se basaba este proyecto, la primera reflexión que vino a su cabeza fue *"cuando tenga 1, 2 o X títulos quiero poder transmitir energía paciente, amable y sabia, más no tener una actitud sobrada como muchos profesionales....."*, en donde resalta que algunas personas al adquirir nuevos niveles educativos pierden valores sociales como la humildad o la amabilidad con otras personas.

Después de escuchar la propuesta metodológica para los laboratorios el estudiante Esteban se sintió conforme, afirmó *"me gusta mucho saber que tenemos la libertad de idear un ejercicio y no que se nos indique un ejercicio con un resultado esperado y pasos a seguir"*, esto refleja que hay mayor agrado por parte del estudiante para explorar por sí mismo en vez de restringirlo a seguir un proceso ya establecido.

La práctica para medir los impulsos eléctricos

Para el laboratorio de potencial de acción Esteban debía conseguir un espécimen, una lombriz que pudiera ser extraída de cualquier lugar, el accedió a realizar esta

actividad, la describió como *“se tuvo que cavar muy temprano y tomarlas de su medio húmedo para ser llevadas a un frío salón de clase”*, aludiendo al salón como un lugar extraño e inapropiado para ellas (las lombrices) lo cual hace pensar que en su mente hay un sentimiento de respeto hacia otros seres vivos, un sentimiento de compasión posiblemente.

Al terminar la practica Esteban quiso comparar su experiencia en este laboratorio tradicional con la metodología nueva propuesta por el profesor, concluyó en sus palabras *“en esta práctica se me guiaba a través de una serie de pasos e instrucciones para llegar a una conclusión, en cambio, en POGIL me guiaba para razonar, entender, experimentar y concluir por mi cuenta, lo que hizo mi experiencia más didáctica”*, adicional a esto Esteban no relató ningún comentario o sentimiento sobre su animal de estudio después de obtener los resultados que buscaba.

Una nota con la que no estaba de acuerdo

Al terminar el laboratorio el profesor debía entregar una nota numérica que sería parte de la calificación final de la asignatura fisiología, esta nota era grupal sin ninguna apreciativa individual, un compañero del grupo de Esteban asistía tarde, no le daba energía al grupo y su colaboración era casi nula, sin embargo todos los integrantes recibieron la misma calificación. Gracias al esfuerzo y liderazgo de Esteban el grupo lograba salir adelante, es posible que debido a esto, el tuvo un sentimiento de inconformidad o injusticia al ver que su compañero recibió la misma recompensa y quiso relatarlo con las siguientes palabras *“aconsejaría al profesor que la parte del laboratorio fuera una decisión personal de cada estudiante para no verse sometido, condicionado y obligado”*, de la cual se puede extraer que él decidió tomar el laboratorio como espacio para desarrollar actividades con agrado y que las personas que no demuestran compromiso toman el laboratorio como una tarea o una obligación que se debe cumplir.

Algo que aprendí del laboratorio sobre mi rutina

En una sesión de laboratorio el tráfico de Bogotá no fue condescendiente, por lo cual, inevitablemente Esteban llegó tarde a la universidad, debido a que cada sesión tiene un trabajo diferente, tuvo que separarse de su grupo y trabajar con personas desconocidas o con las cuales no tenía ningún tipo de confianza, esto no representó ningún problema para él, no relata sentimientos de incomodidad, desconfianza o inquietud, simplemente siguió trabajando como si nada, según él *“el profesor cerró la puerta, tuve que hacer mi práctica con otro grupo quienes me acogieron y comenzamos a experimentar”*.

Uno de los componentes del laboratorio consistía en escuchar música de diferentes géneros a diferentes volúmenes para evaluar la actividad cerebral, Esteban después de obtener sus resultados quiso extrapolar los conceptos obtenidos a su vida diaria, él pensó *“concluyo que la música a alto volumen implica una actividad de no descanso o relajación para mi cerebro, por lo cual, me doy cuenta que cuando vaya a estudiar es preferible escuchar música a bajo volumen y no alto”*, con esto él intenta darle un sentido o una aplicación a lo que vivió ese día en el laboratorio, en este caso re direccionó su conclusión sobre un experimento fisiológico a algo tan elemental en su vida diaria como lo es estudiar sobre un tema o para un parcial. Adicional a lo anterior, Esteban demuestra agrado por el hecho de estar haciendo alguna actividad en el laboratorio, según él *“me gusta mucho descubrir cosas en el laboratorio utilizando el modelo que sea, me ayuda a salir de la monotonía”*, convirtiendo al laboratorio en un espacio para vivir no solo experiencias académicas sino eventos que no se ven o no se repiten todos los días.

El mejor laboratorio de todos

Esteban es un ejemplo de un estudiante apasionado por la biología, es decir, un sujeto que se maravilla con cualquier evento que demuestre cómo se comporta la naturaleza de la vida, algo muy acorde a la fisiología y que se puede ver muy

fácilmente en el laboratorio simplemente al escuchar con un instrumento mecánico un pulso proveniente del organismo, esto se ve reflejado en su reflexión después de medir por primera vez su presión arterial *“esta es la práctica que más me ha gustado y la que más me hace sentir la sensación de vida.... Utilizar un fonendoscopio y escuchar que un organismo está trabajando es genial”*. Esta afinidad e intriga por saber que ocurre dentro de su propio organismo o el de sus compañeros pudo incluso vencer diferentes barreras concernientes al desempeño del grupo, Esteban relata *“la energía de realizar estos experimentos por parte del grupo permitió alegrar el interés de la experimentación sin importar que 2 de los 4 integrantes estuvieran enfermos”*.

Después de maravillarse con lo que pudo descubrir probando una y otra vez todo lo que venía a su mente con lo que tenía disponible en el laboratorio, Esteban realizó su propia reflexión sobre el desarrollo de la actividad, afirma *“siempre sentí que es muy bueno establecer hipótesis que se comprueben y rechacen porque a mi percepción, el conocimiento queda perpetuado a través de la conclusión sobre la experiencia y la comprobación”*, es decir, para él es muy útil el hecho de construir su propio aprendizaje confirmando o negando alguna idea, esta experiencia promueve que este conocimiento adquirido se quede en su mente por un mayor tiempo o tal vez para siempre. Adicional a lo anterior Esteban quiso brindar su propia definición sobre el laboratorio de fisiología después de la experiencia de todo un semestre, concluyó que los laboratorios en fisiología son algo más profundo que un componente académico, en sus palabras *“los laboratorios en fisiología son importantes para el estudiante ya que permiten evidenciar la vida y sus mecanismos de funcionamiento y no solo la dinámica de aprobar o reprobado una materia con parciales”*.

6.6.3 EL DIARIO DE LINDA

Llegué desubicada al laboratorio

Empezaron los laboratorios de fisiología sin previo aviso, Linda llegó un poco tarde sin ningún grupo de amigos establecido, posiblemente por la percepción de sí misma y su relación con las personas *“era medianamente extraño hablar con desconocidos, no se me caracteriza por ser alguien muy sociable”*, por lo cual, tuvo que abrirse a la posibilidad de entrar en un grupo de trabajo de personas desconocidas, se podría esperar que para la mayoría de estudiantes este evento no es de lo mejor, sin embargo ella lo tomo sin ningún problema y pudo ver la oportunidad de conocer nuevas personas, según Linda *“se me ubicó en un grupo, la verdad no conocía a nadie y en cierta medida me siento agradecida ya que supuso para mi nuevas amistades”*. Después de aceptar la realidad de estar en un grupo vino otro detalle, cada registro fisiológico involucraba la interacción física que iba desde conectar un electrodo hasta tomar la mano de los integrantes, para ella esto no representa algo bueno ni denota algún tipo de ventaja, sin embargo lo acepta ya que si con esto puede aprender cosas nuevas, entonces está bien, ella relata *“la incomodidad que supone para mí el contacto físico, pero hice mi mayor esfuerzo ya que suscita un proceso de aprendizaje”*.

El grupo pasó algunas horas trabajando libremente en los espacios extra clase realizando uno que otro experimento, la convivencia pudo mejorar de repente, posiblemente por la actitud de los integrantes, Linda nos cuenta *“ya con un poco mas de confianza y uno que otro chiste culminamos con las actividades, incluso socializamos un poco con respecto a la guía”*, lo anterior sugiere que para ella y su grupo el laboratorio no representaba solo un espacio académico para obtener registros, sino un espacio que puede ser útil para construir agrado y empatía entre personas desconocidas.

Trabajando sobre un ejemplar de estudio

Después de conseguir la lombriz que el profesor solicitó para el laboratorio de potencial de acción, Linda la observó y la describió como *“una pequeña lombriz que generaba compasión, curiosidad, estupor o simplemente gracia.....”*,

suscitando sentimientos de empatía hacia un organismo que parece simple pero que aún así es un ser vivo. Este sentimiento de estar trabajando con vida la llevó a tener una actitud de brindarle bienestar al animal durante todo el procedimiento, incluso conociendo el resultado final, según ella trabajó con la idea “tratando de tener el mayor cuidado posible con el animal aun a expensas de saber que inevitablemente iba a morir...” Lo anterior no fue un evento grato para Linda, pero el pensamiento de obtener conocimiento a partir de la experimentación con otro organismo opacó el sentimiento de moralidad, para ella *“saber que iba a morir no era un sentimiento grato, de igual manera, todo sea en nombre del aprendizaje”*.

Un laboratorio más dinámico, la electroencefalografía

Para este experimento los integrantes del grupo debían escuchar diferentes géneros musicales y observar como influían en su actividad cerebral, esto marcó un evento importante en la relación de Linda con su grupo, ella relata *“a partir de esa práctica pudimos conocernos un poco mas dado que el experimento con la música nos llevó a socializar sobre nuestros gustos musicales”*, mejorando la relación entre los integrantes que ya no eran simplemente compañeros de trabajo obteniendo resultados de un experimento, sino personas con gustos similares que no se conocían. El hecho anterior generó un análisis mental en Linda al evaluar que era lo que estaba sucediendo, *¿Cómo cambió la percepción sobre el laboratorio?, para ella “es grato poder comentar que el proceso de aprendizaje pasa de ser una responsabilidad estrictamente dicha para convertirse en un gusto, cuando se lleva a cabo en buena compañía y entre risas, claramente con la seriedad que corresponde a un proceso importante pero acompañado de la humanidad que nos define”*, es decir, para Linda el laboratorio es un lugar en donde se debe trabajar responsablemente pero que a su vez hay espacio para socializar y generar empatía entre personas.

El laboratorio nos aleja de la cotidianidad

Por cuestiones de logística e incompatibilidad de horarios entre los integrantes, el grupo llegó a su fin, obligándolos a distribuir a cada persona a otros grupos ya formados para llevar a cabo la última práctica de presión arterial, sin embargo, al igual que el primer día, no representó un problema para Linda, afirma que *“aunque el grupo se dividió y tuvimos que unirnos a otros grupos trabajamos igual con gusto”*, es decir, a pesar de que se considera a sí misma como una persona poco sociable, el conocer nuevas personas nunca representó un obstáculo en su experiencia de laboratorio. De nuevo Linda generó empatía con otras personas sin descuidar su trabajo académico, ella relata *“trabajamos mientras teníamos la oportunidad de reír y tomarnos con gracia la seriedad de los conceptos trabajando activamente”*, es decir, podían convertir el registro en una actividad académica divertida que, aparte de generar nuevas amistades, los alejaba de la monotonía de las clases que debían tomar día tras día, para ella *“la dinámica del laboratorio nos oxigenaba de la densidad de la cotidianidad académica que en ocasiones se torna monótona, cuadrículada y pesada”*.

6.6.4 EL DIARIO DE ALEJANDRA

El inicio de los laboratorios

Empezaron las prácticas de laboratorio, Alejandra llegó al salón y se encontró con la sorpresa de que un profesor estaba haciendo un test inesperado, esto no generó una buena sensación ya que describió este evento como *“en el examen sentí mucha presión al hacerlo, no me gusta ser evaluada sin haber preparado bien el tema, me hubiera estresado mucho si me hubieran calificado”*, saliendo a flote la preocupación de todo estudiante, la nota, es posible que para Alejandra los

laboratorios en fisiología fueran otro medio para sacar una buena calificación. Al mismo tiempo quiso dar su propia definición sobre qué es un laboratorio, para ella *“el laboratorio es una forma más tangible de aplicar los conceptos teóricos ya que al ponerlos en práctica son mejor entendidos”*, en pocas palabras, en el laboratorio se pone en práctica la teoría para afianzar los conocimientos.

Al formar su grupo de trabajo no hubo ninguna preocupación de si las personas serían conocidas o no, sin embargo tampoco describió este hecho como una oportunidad para conocer nuevas personas, según Alejandra *“no me tocó con ninguno de los compañeros que conozco, no tengo problema con eso”*, la única preocupación en su mente era el número de personas, ya que un grupo grande de estudiantes es menos productivo, ella relata *“me siento insegura porque los grupos son grandes y es difícil poner de acuerdo a tanta gente, espero no tener inconvenientes”* posiblemente porque de alguna manera las personas o su interacción con ellas puede afectar su calificación.

Los compañeros obstaculizan los registros

De manera muy seria e intentando obtener los registros de manera perfecta, Alejandra describió en la práctica de electroencefalografía su percepción sobre el ambiente del laboratorio, para empezar *“el sujeto de experimentación no dejaba de moverse para ver los resultados en la pantalla, esto causaba artefactos”*, refiriéndose a su compañero como un sujeto del cual debía extraer datos para cumplir una tarea académica, en su escrito no relata intenciones de explorar o relacionar la actividad que estaba realizando con la vida o los pensamientos de sus compañeros. También *“habían muchas perturbaciones en el medio como compañeros hablando y riéndose aumentando la actividad cerebral”*, esto refleja que para Alejandra el laboratorio es un espacio estrictamente académico en donde la socialización crea un obstáculo para obtener el resultado esperado, es decir, el registro, y lo refleja con las palabras *“debería tener de alguna forma un espacio más controlado sin tantas distorsiones”*.

La lombriz que podría sentir dolor

Después de conseguir una lombriz de tierra y llevarla a la mesa del laboratorio Alejandra quiso alejarse de cualquier participación en el experimento, lo describe como *“no fui capaz de atravesarla con los alfileres, no por asco, sino porque me produce malestar maltratar un ser vivo”*, al decir esto, aunque para ella el laboratorio es un espacio académico, y que por más serio que pueda ser, siempre habrá un sentimiento de compasión y empatía hacia otros seres vivos, y lo aclara con la reflexión *“aunque se ha demostrado que no sienten dolor, nuestra visión antropocentrista no nos deja pensar que tal vez lo sientan de manera diferente”*. No obstante, el hecho de que la experimentación sobre este ser vivo se convertiría en una herramienta para adquirir conocimiento, se logra superar cualquier sentimiento de moralidad, según Alejandra *“sé que este tipo de situaciones son necesarias para el aprendizaje y trato de aprovecharlas igualmente”*.

No me gusta exponer

Para realizar bien los registros y con la preocupación del componente de socialización de la metodología propuesta por el profesor, Alejandra y su grupo fueron al laboratorio en un horario donde el resto de sus compañeros no se encontraban, el objetivo de ella *“fuimos al laboratorio a ver si con menos interferencia (ruido de los demás compañeros) podíamos mejorar los resultados de la toma”* manteniendo la idea de que el laboratorio es un espacio estrictamente académico y el resto de acontecimientos que pudiesen ocurrir son un impedimento para un buen registro.

El hecho de socializar con el resto de compañeros sobre su trabajo y los resultados obtenidos no representaba un evento cómodo o emocionante para Alejandra, lo describe *“como cualquier socialización estaba muerta del miedo”*, un sentimiento que es posible encontrar en casi todos los estudiantes, es un temor de pasar a exponer una idea frente a un público, Alejandra no relata el origen de este miedo, solamente lo que despierta en su interior *“me produce mucha ansiedad*

tener que pasar al frente a exponer y la presencia de un profesor aumenta la presión”.

6.6.5 EL DIARIO DE CRISITINA

Me enteré que vamos a tener prácticas de laboratorio

Cristina recibió una noticia *“me enteré que íbamos a tener prácticas de laboratorio”* un suceso que no esperaba pero del cual ya tenía experiencia en otras carreras cursadas a través del tiempo, de todas las emociones posibles evocó solo una, depresión, ya que lo primero que Cristina relató fue *“eso me deprime un poco”*. El origen de este sentimiento viene de tiempo atrás a los laboratorios de fisiología, ella recuerda eventos como *“el profesor de química me gritó en un laboratorio de densidad porque estaba metiendo una figura regular en una probeta”* o *“la profesora de biología era muy estricta calificando los informes de laboratorio”* señalándolos como malas experiencias, incluso un poco frustrantes, por ejemplo ella afirma *“nunca entendí la base de los laboratorios de química orgánica”*, por lo cual es de esperarse que la idea de vivir un nuevo laboratorio en su vida traiga pensamientos negativos de cómo será el futuro de los mismos, en este caso, laboratorios en fisiología. Solamente evoca un recuerdo positivo, Cristina afirma *“los laboratorios de microbiología son las únicas experiencias positivas que tengo”*.

Mi primer grupo casi perfecto

Empezó la primera práctica, Cristina la describe *“el laboratorio es con la metodología rara del profesor, suena divertido pero algo confuso”*, lo primero que intentó fue buscar las personas con las que se sentía más cómoda para trabajar, esto no fue posible, ella describió el grupo de personas como *“nos hicimos con algunos amigos y otros no tanto”*, refiriéndose a algunos integrantes como incompatibles o que generaban desconfianza, especialmente una compañera con

la cual posiblemente exista un historial de experiencias negativas no relatadas, esto debido a que Cristina afirma *“espero no tener que poner a esa suripanta ... niña en su lugar, creo que odio a alguien de mi grupo”* evocando un sentimiento de aversión hacia una persona sin empezar alguna actividad o convivencia aún.

Una compañera del grupo que Cristina considera su amiga empezó a presentar inquietud sobre la integridad de los objetos del laboratorio, no quería que se rompieran y que su grupo tuviera que pagarlos, lo cual generó una discusión interna, ella al escuchar todo esto evocó recuerdos de otros laboratorios en primer semestre de la carrera con la misma compañera, ella relata *“en un laboratorio de química básica lloro, hiperventiló, se botó al piso, hizo todo un drama, así es ella.....”*, Por lo cual, el laboratorio puede ser un espacio donde las experiencias vividas con personas especiales quedan en la memoria y pueden ser recordadas a través del tiempo.

La lombriz que sobrevivió

Para desarrollar el laboratorio de potencial de acción los estudiantes debían pasar un impulso eléctrico con una frecuencia específica para ver la respuesta del axón de una lombriz atravesada por unos alfileres, Cristina realizó esta actividad con mucho cuidado, siempre teniendo en su mente el sentimiento de bienestar hacia el animal y en lo profundo, esperando que estuviera bien. Al observar que otros grupos no tenían esta misma delicadeza relata *“algunos sádicos chamuscaron a sus pobres lombrices”*, demostrando que aunque son animales usados para un experimento se les debe tratar con cuidado y respeto. Al terminar el laboratorio Cristina evocó un sentimiento de satisfacción, su lombriz pudo superar el experimento, según ella *“la lombriz de mi grupo sobrevivió al experimento y hoy se encuentra feliz con su familia en la tierra frente a agronomía”*, al decir esas palabras ella dirige un sentimiento de humanismo y empatía hacia otro organismo vivo por más simple que parezca.

Me expulsaron del grupo

Todo iba normal con los trabajos académicos del laboratorio, Cristina pensó que no había ningún problema, de repente ocurrió algo que ella no esperaba, relata *“para la presentación de la guía mis compañeras amablemente me sacaron del grupo, según ellas, no había ayudado suficiente”*, esto afectó en cierta medida su energía para seguir con su diario ya que en vez de describir sus sentimientos y emociones, solo se centraba en la descripción paso a paso de cada experimento como si fuera un protocolo. En el último laboratorio en donde Cristina tuvo que unirse a otro grupo finaliza su relato con las palabras “nos tomamos la presión unos y otros y terminamos la práctica en perfecta armonía.....” con aires de un profundo resentimiento.

7. DISCUSIÓN

7.1 IMPLEMENTACION DEL POGIL EN LOS LABORATORIOS DE FISIOLÓGÍA

A continuación se muestran diferentes puntos de discusión sobre los resultados obtenidos a través de los primeros 5 instrumentos después de la implementación de la pedagogía POGIL en los laboratorios de fisiología, estos puntos se analizan a partir de la comparación con resultados obtenidos por otros autores en estudios similares.

El aumento en el número de componentes de completitud de la respuesta y el número de conceptos fisiológicos escritos en el segundo test de pensamiento crítico demuestra una mejoría en las habilidades de **conocimiento básico** (memorización de hechos, figuras y procesos básicos) y **comprensión secundaria** (entendimiento e ilustración de los hechos) de la taxonomía de Bloom, estas dos habilidades no requieren del uso de habilidades en el pensamiento crítico (**BISELL. A et al, 2006**). Este resultado es compatible con **Brown (2010)**, en su estudio la mayoría de estudiantes creyó que el laboratorio los ayudó a entender los conceptos fundamentales incluso antes de que fueran cubiertos en la conferencia magistral.

También **Richard (1994)** afirma que la comprensión de los conceptos fundamentales aumenta cuando son aprendidos en el laboratorio en comparación de la conferencia tradicional. Sin embargo, el hecho de que en el segundo test de pensamiento crítico no hubiese ningún cambio positivo en el número de estudiantes que escribieron su respuesta en el orden lógico ideal indica que no hubo mejoría en la habilidad de **síntesis** (realizar conexiones entre diferentes elementos por sí mismo) de la taxonomía de Bloom, la cual si requiere habilidades de pensamiento crítico. Este hecho no es compatible con **Soltis (2015)** quien afirma que los estudiantes en su estudio tuvieron un mayor rendimiento en las

preguntas que requieren un pensamiento de orden superior como la aplicación y el análisis después de las prácticas de laboratorio. Es posible que lo anterior ocurra por la falta de práctica en actividades que se desarrollen por medio del pensamiento crítico en la rutina académica tanto a nivel escolar como universitario. La falta de práctica en estas actividades se ve relacionada con la preferencia de los estudiantes a utilizar el método de estudio tradicional en su rutina educativa, resultado encontrado en el instrumento número 4 (encuesta de opción única).

La mayoría de estudiantes calificaron entre 4 y 5 el aporte del POGIL a los tópicos concernientes al laboratorio de fisiología presentados en el instrumento número 3 (encuesta estructurada). Lo anterior es compatible con **Hanson (2006)**, **Soltis (2015)** y **Brown (2010)** quienes sustentan el aporte de la pedagogía POGIL al desarrollo de estas habilidades en los estudiantes. Algunos pocos estudiantes dieron calificaciones de 1 y 2 al tópico del desarrollo del pensamiento crítico, esto es compatible con **BISELL (2006)** quien obtuvo los mismos resultados en su estudio. Es posible que la causa, y así lo comparte el autor mencionado, se deba a que los estudiantes no entendieron el objetivo del estudio, la manera en que fue presentado, no entendieron el material, no se les mostro de manera adecuada que es el pensamiento crítico o tenían concepciones preconcebidas de la definición del mismo.

Al hablar del método de estudio preferido por los estudiantes, es representativo que 18 de 28 estudiantes optaron por la metodología tradicional en la pregunta ¿Si necesitara adquirir conocimiento sobre fisiología tiroidea, un método útil para mi aprendizaje sería? de la encuesta de opción única, los estudiantes prefieren tener toda la información descrita plasmada en un texto en vez de explorar los componentes del tema a partir de la aplicación o la indagación. Este resultado es compatible con **Brown (2010)**, esta autora al explorar las actitudes de los estudiantes frente a las prácticas de laboratorio concluyó que existe una ligera preferencia por abordar un concepto de la manera tradicional, es decir, por medio

de textos o conferencia magistral antes de usar un componente de aplicación, como lo es por ejemplo, los experimentos en el laboratorio. Este resultado no es compatible con **Hanson (2006)** quien afirma que al utilizar la metodología POGIL se incentiva el tercer componente del ciclo de aprendizaje, la exploración, ya que los estudiantes prefieren leer el concepto en vez de explorarlo. Es posible que la tendencia de los estudiantes a preferir el método de estudio tradicional sea por causa del modelo educativo que se aplica a nivel escolar y universitario el cual consiste en la evaluación de un material establecido por el plan de estudios para abarcar un tema.

En esta investigación solo se implementaron dos prácticas durante el semestre académico, es posible que al desarrollar tan pocos laboratorios con la pedagogía POGIL, los estudiantes no experimentaron el tiempo suficiente para adaptarse a la metodología de utilizar la aplicación y la indagación en su rutina educativa. El tiempo de practica POGIL de este proyecto no se compara con el tiempo de estudio con el método tradicional que han llevado los estudiantes a lo largo del tiempo durante su formación académica, tanto escolar como universitaria, lo cual puede ser el causal de que ellos prefieran tener toda la información descrita en vez de explorar los componentes del hipotiroidismo al momento de adquirir conocimiento sobre fisiología tiroidea.

Al analizar el instrumento 5 (reflexión del aprendizaje) se observa ampliamente que los estudiantes lograron adquirir empoderamiento sobre la instrumentación en fisiología después de llevar a cabo sus experimentos libres en las prácticas de laboratorio, esto se evidencia gracias a que la mayoría de conceptos de mayor dominio escritos por los estudiantes se encontraban en la categoría “la instrumentación en fisiología” en comparación con la categoría de “principios fisiológicos”. El análisis anterior es compatible con **Brown (2010)**, de acuerdo a su estudio los estudiantes parecían estar mucho más seguros cuando se les preguntaba acerca de su experiencia práctica después de pasar por el laboratorio, muchos de los ellos pensaban que lo aprendido en el laboratorio les daba

confianza sobre su propio aprendizaje. Es posible que la causa del empoderamiento de los estudiantes ocurra por la libertad en el desarrollo de los laboratorios y el tiempo que pasan practicando en el mismo, esto genera un tipo de experiencia instrumental adquirida por medio del descubrimiento sin presiones como resultados esperados o calificaciones numéricas. En cuanto a la proposición de metodologías para nuevos registros no hubo ningún cambio antes y después de las prácticas, esto no es compatible con **Casotti G (2008)**, en su estudio, los estudiantes aumentaron la confianza al diseñar nuevos experimentos. Es posible que lo anterior esté relacionado con el poco tiempo de prácticas en el laboratorio ya que los estudiantes al encontrar un diseño experimental que podían utilizar para obtener su resultado daban por terminado el registro.

Al analizar el comportamiento de los grupos de trabajo se debe partir de tres hallazgos principales: el primero es el tópico “las habilidades en la administración o manejo de roles dentro del grupo” en la encuesta estructurada, aquí la mayoría de estudiantes dieron una calificación de 3/5. El Segundo es el evento de la disolución de un grupo de trabajo en la última práctica de laboratorio. El tercero es la disminución del score en la meta cognición de trabajo grupal. Los tres hallazgos anteriores son indicativos de dificultades y problemas de trabajo en equipo, lo cual es compatible con **Soltis (2015)**, en su estudio, los estudiantes reflejaron consideraciones negativas o no positivas al usar conceptos concernientes a trabajar en un grupo ineficaz. Es posible que las causas de estos hallazgos y así lo comparte el autor mencionado, son eventos como no asistir a clase, estar desprevenido, o no tener el deseo de participar en los ejercicios que generan inconvenientes entre los estudiantes y afectan el desempeño de cada grupo.

7.2 “EL LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LA FISIOLOGÍA”

Tomando como punto de partida los relatos sobre la experiencia de los estudiantes en el instrumento 6 al llevar a cabo las prácticas de fisiología durante todo un semestre académico, se realizó una reflexión para discutir el papel de los laboratorios en la enseñanza de la fisiología. Este punto se desarrolló a través de preguntas centrales relacionadas con lo que se vive en los laboratorios de fisiología:

7.2.1 ¿El laboratorio es un lugar para empoderar y perpetuar el conocimiento de los temas en fisiología?

En la construcción de los antecedentes de este proyecto se encontró que existe una idea preconcebida de los estudiantes hacia el papel de los laboratorios en fisiología que se puede dividir en dos puntos de vista: el primero se relaciona con el concepto *refuerzo*, aquí ya existe el conocimiento y el laboratorio es un apoyo para mejorar la retención y profundización del mismo, para brindar un ejemplo sobre lo anterior, se muestran dos relatos de estudiantes cuando hablaban sobre su expectativa de los laboratorios en fisiología: ***“aspiraba que fuera muy útil para el entendimiento de los temas de la clase de fisiología y su respectivo refuerzo”*** (Diario de Juan) y ***“el laboratorio es una forma más tangible de aplicar los conceptos teóricos ya que al ponerlos en práctica son mejor entendidos”*** (Diario de Alejandra).

El segundo punto de vista se relaciona con el concepto *aplicar la teoría en la práctica* en donde los conocimientos teóricos de fisiología adquieren un sentido al

ser visualizados en un experimento o registro de laboratorio. La finalidad de los dos puntos de vista mencionados es darle una conclusión a los temas vistos en la asignatura, esta conclusión es terminar de empoderarse del tema por medio del laboratorio, **“al realizar los laboratorios de esta forma se logra entender el tema casi en su totalidad” (Diario de Juan)**. Es posible que la causa de estos puntos de vista sea el método tradicional de estudio que se lleva a cabo en las clases magistrales, es decir, y así lo comparte **Goodman (2016)**, en los cursos de fisiología esperamos que los estudiantes memoricen un gran número de temas, y su retención memorística y comprensión serán evaluados con una calificación numérica, de aquí puede surgir la preocupación de los estudiantes por empoderarse de los mismos y el laboratorio es concebido como un medio para lograr este objetivo.

Al observar la forma en que los estudiantes tomaban sus registros escritos sobre el componente teórico de cada práctica de laboratorio, encontramos que los dibujos realizados sobre algún proceso fisiológico eran una copia exacta del material brindado por el profesor. En la **Imagen 5** se muestra un dibujo extraído del Diario de Juan y se pone en comparación con un dibujo extraído de otro estudiante de la White Mountains Community College (**Orlf. M, 2012**), la principal diferencia es la manera de plasmar la información. El dibujo de Juan es la representación clásica de un modelo de libro de fisiología presentado por el profesor, el cual, él mismo decidió duplicar en su registro. El dibujo del otro estudiante demuestra una manera más personalizada y creativa de plasmar un tema que posiblemente será más fácil de entender y será retenido en la mente por un mayor tiempo. Es posible que la causa del comportamiento de Juan sea la misma mencionada en el párrafo anterior, es decir, en su mente prevalece la idea de que la retención memorística y la comprensión de los temas vistos en fisiología serán evaluados, por lo cual prefiere registrar el mismo modelo brindado por el profesor en vez de crear su propio modelo personal.

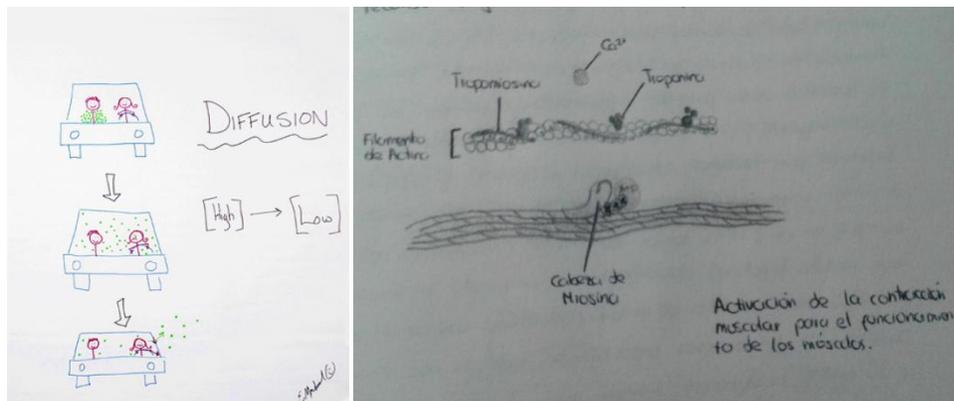


Imagen 5: es una comparativa entre el dibujo de un estudiante para recordar un proceso fisiológico extraído por la White Mountains Community College (Izquierda) y un dibujo del diario de Juan (Derecha).

Hubo una gran afinidad de los estudiantes hacía la base pedagógica del POGIL dirigida hacia la *retención del conocimiento* por medio de la formulación de hipótesis: **“siempre sentí que es muy bueno establecer hipótesis que se comprueben y rechacen porque a mi percepción, el conocimiento queda perpetuado a través de la conclusión sobre la experiencia y la comprobación” (Diario de Esteban)**. Esta afinidad también es descrita por **Vanags (2012)** quien concluyó que el POGIL y sus variaciones parecen consolidar el conocimiento existente en los estudiantes en contra de la descomposición de la memoria y por **Ruiz (2013)**, en su obra relata que para John Dewey los estudiantes mediante la comprobación de hipótesis pueden generar experiencias tangibles que recordarán a través de los tiempos. De este párrafo se puede concluir que el laboratorio es concebido como una manera de *perpetuar el conocimiento* a través del tiempo, tomando de nuevo como eje central el *conocimiento* que junto al refuerzo y la aplicación de la teoría, forman la base principal para el *empoderamiento* de los temas.

7.2.2 ¿Qué ocurre con la interacción social en el laboratorio?

Los principales puntos de discusión en la interacción social en el laboratorio incluyen la percepción positiva y negativa de los estudiantes al trabajar en grupo, la relación profesor – estudiante y los eventos de socialización durante el desarrollo de todos los laboratorios en fisiología:

Los estudiantes encontraron una nueva visión sobre el trabajo en grupo a medida que transcurrían los laboratorios de fisiología, esta visión ya no solo comprendía el empoderamiento de los temas, sino el sentimiento de agrado al hecho de compartir con otras personas, ***“es grato poder comentar que el proceso de aprendizaje pasa de ser una responsabilidad estrictamente dicha para convertirse en un gusto, cuando se lleva a cabo en buena compañía y entre risas, claramente con la seriedad que corresponde a un proceso importante pero acompañado de la humanidad que nos define”*** (Diario de Linda). Este beneficio también es descrito por **Soltis (2015)**, quien afirma que la experimentación libre mantuvo a los estudiantes involucrados en el trabajo y les dio a entender que existen beneficios en el grupal. Al permitir que los estudiantes desarrollaran sus experimentos de manera libre y autónoma se creó un ambiente de convivencia, en donde naturalmente se empezaron a compartir elementos que van más allá de lo académico. Ellos lograron mantener su objetivo de *dominar los temas* y le añadieron un plus: *el agrado al trabajo en laboratorio*, ellos solos lograron descubrir que el laboratorio pasa de ser un lugar estrictamente académico a ser un lugar de socialización en donde se puede estudiar y generar empatía al mismo tiempo.

No todos los aspectos del trabajo en grupo fueron positivos, al analizar los diarios escritos encontramos sensaciones negativas como inseguridad, dificultad para hacer consensos entre estudiantes, inconvenientes para la obtención de registros,

incompatibilidad de personas con historial de malas experiencias, dificultad en el desempeño de trabajo y la expulsión de integrantes de un grupo, ***“me siento insegura porque los grupos son grandes y es difícil poner de acuerdo a tanta gente, espero no tener inconvenientes”*** (Diario de Alejandra), ***“habían muchas perturbaciones en el medio como compañeros hablando y riéndose aumentando la actividad cerebral (Diario de Alejandra)”***, ***“nos hicimos con algunos amigos y otros no tanto”*** (Diario de Cristina) y ***“para la presentación de la guía mis compañeras amablemente me sacaron del grupo, según ellas, no había ayudado suficiente”*** (Diario de Cristina). Adicional a lo anterior Soltis (2015) al estudiar la convivencia de los grupos de trabajo en el laboratorio, describe causas negativas similares como la no asistencia a clase, estar desprevenido, o no tener el deseo de participar en los ejercicios. De estos hallazgos se puede inferir que el principal factor que puede convertir al laboratorio en una mala experiencia no son las estrategias pedagógicas que se implementen ni las temáticas sobre fisiología, es la convivencia de las personas, en donde posiblemente el pensamiento dominante que se ha mencionado con anterioridad: *la evaluación y calificación*, pueda ser el desencadenante de la mayoría de los eventos negativos descritos.

El profesor nunca representó una figura de autoridad o un transmisor de información en un solo sentido, se esperaba que fuera un facilitador del aprendizaje al brindar los mejores recursos y arreglar el entorno en el que interactuarían los grupos de trabajo. Los estudiantes se sintieron cómodos con este papel del docente, despertaron confianza para desarrollar sus experimentos sin ningún tipo de exigencia, ***“Es muy satisfactorio que el docente deposite su confianza en el estudiante asumiendo que con su creatividad e intriga sea capaz de entender el tema por sí solo”*** (Diario de Juan). De acuerdo a Fredskien (2014) y así lo comparte el autor de este documento, este tipo de relación genera una motivación en los estudiantes que puede llegar a mejorar su

capacidad para desarrollar habilidades sociales, emocionales y cognitivas en cualquier entorno de la vida académica.

Al analizar los momentos de socialización pública fue común encontrar sentimientos de temor e incomodidad, **“algunos grupos pasaron a explicar, mientras tanto mi grupo y yo discutíamos acerca de quién sería la persona encargada de pasar ya que algunos estaban nerviosos”** (Diario de Juan), **“como cualquier socialización estaba muerta del miedo”** (Diario de Alejandra) y **“me produce mucha ansiedad tener que pasar al frente a exponer y la presencia de un profesor aumenta la presión”** (Diario de Alejandra).

En su estudio **Casotti (2008)**, afirma que los estudiantes después de realizar los laboratorios con experimentación libre aumentaron su confianza al presentar públicamente sus resultados, lo cual no se observó en los estudiantes de veterinaria. Estos relatos encontrados demuestran sentimientos negativos a pesar de que no existían resultados *buenos* o *malos* al momento de socializar en público, ya que la idea era fomentar una discusión constructiva a partir de los mismos. Es posible que debido a la costumbre evaluativa impuesta por la academia, los estudiantes esperen que cualquier evento para demostrar su trabajo va a ser susceptible de una calificación o una crítica, dando como resultado que el ambiente en estos espacios no reflejen confianza sino *ansiedad* por superar una prueba.

7.2.3 ¿Existe moralidad y bienestar animal en el laboratorio?

Cuando analizamos la visión de las personas hacia los animales de estudio encontramos varios puntos de vista. Los estudiantes de veterinaria describieron sentimientos de compasión, **“a pesar de ser tan pequeño e inofensivo, es un**

ser sintiente.....” (Diario de Juan), “una pequeña lombriz que generaba compasión, curiosidad, estupor o simplemente gracia.....” (Diario de Linda). Richard (1994), en su estudio encontró que por razones emocionales o morales los estudiantes se molestaban por el uso de animales vivos en el laboratorio, esta razón también se encontró en nuestro estudio, “no fui capaz de atravesarla con los alfileres, no por asco, sino porque me produce malestar maltratar un ser vivo” (Diario de Alejandra).

Las razones por las cuales incluso una lombriz puede llegar a despertar este tipo de sentimientos en los estudiantes pueden ser muchas, **Richard (1994)** y así lo comparte el autor de este documento, afirma que una importante causa de este sentimiento proviene de la ideología del movimiento del bienestar animal, el cual ha tenido un gran impacto sobre los estudiantes en los últimos años, dejando a un lado la iniciativa de la experimentación con animales vivos. Otra causa posible es la empatía natural que tienen los seres humanos hacia los seres que consideramos *inferiores* acompañado de un sentimiento de culpa al usar un ser vivo para *empoderarse* del conocimiento, **“tratando de tener el mayor cuidado posible con el animal aun a expensas de saber que inevitablemente iba a morir....” (Diario de Linda).**

Al momento de analizar qué tan necesario es el uso de animales en los laboratorios de fisiología, encontramos varios puntos de vista: los estudiantes de veterinaria acuden al concepto *aprendizaje*, **“saber que iba a morir no era un sentimiento grato, de igual manera, todo sea en nombre del aprendizaje” (Diario de Linda) y “sé que este tipo de situaciones son necesarias para el aprendizaje y trato de aprovecharlas igualmente” (Diario de Alejandra).** Un hallazgo similar es descrito por **Beatriz (2016)**, en su estudio, los estudiantes experimentaron molestias con el uso de animales en el laboratorio, pero creen que es importante para su aprendizaje, incluso los estudiantes que no se sentían cómodos en las prácticas todavía participaron en estas actividades. Estos hechos demuestran que existe un conflicto moral en el uso de animales para la enseñanza

de la fisiología, sin embargo, cuando se presenta la oportunidad de obtener conocimiento, esta moralidad queda a un lado, posiblemente porque los estudiantes al experimentar con el animal pueden *poner en práctica la teoría* la cual conduce de nuevo, al empoderamiento de los temas. ¿Es necesario el uso de animales para la enseñanza de la fisiología?, **Alice (2005)** afirma que la forma más efectiva de ayudar a los estudiantes a entender las interacciones fisiológicas se logran con una experiencia en un modelo vivo, sin embargo, queda en duda de si la causa por la cual los estudiantes continúan con estos experimentos a pesar de sentir molestia e incomodidad es la misma mencionada anteriormente: *la evaluación y calificación*.

7.2.4 ¿El laboratorio puede ser un espacio de agrado y diversión?

Hasta el momento encontramos que el laboratorio tiene espacio para el empoderamiento de los temas, la interacción social y la moralidad, ¿podría convertirse en un sitio divertido y diferente?, los estudiantes de veterinaria podrían dar una respuesta positiva a esta pregunta, ***“trabajamos mientras teníamos la oportunidad de reír y tomarnos con gracia la seriedad de los conceptos trabajando activamente”*** (Diario de Linda), ***“la dinámica del laboratorio nos oxigenaba de la densidad de la cotidianidad académica que en ocasiones se torna monótona, cuadrículada y pesada”*** (Diario de Linda) y ***“me gusta mucho descubrir cosas en el laboratorio utilizando el modelo que sea, me ayuda a salir de la monotonía”*** (Diario de Esteban). Otros autores mencionan elementos similares a los estudiantes de veterinaria, **Fago (2016)**, concluyó que la percepción de los estudiantes sobre las actividades en el laboratorio son altamente motivadoras, incluso si hay diferencias en los intereses personales y preferencias de los sujetos. También **Ruiz (2013)** afirma que los estudiantes dan

una valoración más positiva al aprendizaje cuando se realiza por medio del descubrimiento. Es posible que estas emociones surjan en los estudiantes por el hecho de que no existía ninguna evaluación o calificación en el desarrollo de los laboratorios, lo cual puede llegar a disminuir la presión de obtener resultados académicos dándole paso a la curiosidad y al descubrimiento. Durante este momento, el laboratorio pasa de ser un lugar académico-evaluativo a ser un lugar de “oxigenación” de la rutina académica.

7.2.5 ¿El laboratorio aplicado a la vida le da un sentido?

Desde el inicio de los laboratorios fue evidente el impulso de los estudiantes por extrapolar lo que veían en los experimentos a situaciones de la vida diaria, por ejemplo, al hablar sobre medios tónicos un estudiante se preguntó: ***“como se comportarían mis vasos si les agrego algo concentrado en el líquido extracelular”*** (Diario de Esteban), otro ejemplo ocurrió al realizar la práctica de electroencefalografía, en donde se evaluaba la actividad mental con diferentes géneros musicales y volúmenes a diferentes niveles de intensidad, de aquí surgió la idea: ***“concluyo que la música a alto volumen implica una actividad de no descanso o relajación para mi cerebro, por lo cual, me doy cuenta que cuando vaya a estudiar es preferible escuchar música a bajo volumen y no alto”*** (Diario de Esteban).

Estos ejemplos demuestran que estuvo presente la habilidad ***aplicación*** (generalizar los conceptos en contextos diferentes) de la taxonomía de Bloom, la cual requiere de habilidades en el pensamiento crítico. De acuerdo al Instrumento 1 (test de pensamiento crítico) en los estudiantes solo se encontraron las habilidades de ***conocimiento básico*** y ***comprensión secundaria*** las cuales no requieren el pensamiento crítico, sin embargo con el uso de la narrativa logramos descubrir la habilidad ***aplicación***, la cual al estar presente demuestra la presencia

del pensamiento crítico. Esto representa una ventaja para la investigación narrativa (cualitativa) ya que nos permite explorar a profundidad una mayor cantidad de elementos que podrían estar ocultos al utilizar los métodos cuantitativos. Este hallazgo es compatible con **Soltis (2015)** quien afirma que hay un mayor rendimiento en el pensamiento de orden superior como la aplicación y el análisis en los estudiantes después vivir experiencias en el laboratorio.

En los escritos de los estudiantes eran evidentes emociones que no estaban relacionadas con el ámbito académico o social, eran emociones dirigidas hacia la palabra *vida* y como el laboratorio les ayudaba a explorarla, ***“esta es la práctica que más me ha gustado y la que más me hace sentir la sensación de vida.... Utilizar un fonendoscopio y escuchar que un organismo está trabajando es genial”*** (Diario de Esteban).

Schiller (2017) en su estudio pudo observar una percepción similar en los estudiantes en donde se veían intrigados al realizar experimentos relacionados con lo vivo. Tanto este resultado como el relato anterior tienen una cosa en común: estas emociones pudieron despertar en los estudiantes al vivir experiencias en el laboratorio de fisiología. Otro hallazgo importante es el papel que puede tomar el laboratorio cuando los estudiantes lo relacionan con la *vida* y no con lo *académico*, ***“los laboratorios en fisiología son importantes para el estudiante ya que permiten evidenciar la vida y sus mecanismos de funcionamiento y no solo la dinámica de aprobar o reprobado una materia con parciales”*** (Diario de Esteban), es decir, por un momento el laboratorio de fisiología es un lugar para empoderarse del conocimiento acompañado de curiosidad y entusiasmo por explorar la naturaleza del organismo.

8. REFLEXION DEL AUTOR SOBRE EL LABORATORIO EN FISIOLÓGÍA

Durante mi pregrado nunca tuve una práctica en fisiología y las pocas prácticas en otras asignaturas fueron demostrativas. Con la llegada de nuevos equipos y la oportunidad de liderar los laboratorios en fisiología exploré un poco el comportamiento de los estudiantes durante su paso por el laboratorio.

La primera pregunta realizada por los estudiantes fue ¿Cuánto vale la nota de laboratorios? Lo que representó para mí que la principal preocupación era ese número que les ayudaría a subir el promedio académico. Escuché diferentes conceptos de los estudiantes sobre el laboratorio como **“es la nota más fácil de fisiología”**, **“nos va a ayudar para pasar con 3”**, **“como no hay parciales no tenemos que estudiar”** demostrando que el laboratorio también es un medio para nivelar las “partes difíciles” de la asignatura. También encontré cierta incertidumbre porque no vimos la clase magistral antes del laboratorio, volviendo otra vez a que en el laboratorio “se pone en práctica la teoría”.

Cuando formaron grupos de trabajo, los estudiantes tendían a trabajar con las mismas personas durante todo el semestre, solo unos pocos llegaron “solos” a buscar un grupo y no tuvieron ningún problema al momento de trabajar en equipo, sin embargo queda en duda, si los estudiantes que ya venían grupos formados tendrían esta misma adaptación, y si esta situación no se convertiría en una mala experiencia para ellos. Encontré comportamientos aversivos de unas personas hacía otras hasta el punto de no querer trabajar en grupo, posiblemente existe un historial de malas experiencias en el pasado que crean barreras en los estudiantes que pueden durar toda la carrera, especialmente en las mujeres. Al momento de recibir preguntas concernientes a la práctica, los estudiantes intentaban dirigir lo que veían en el laboratorio a situaciones que habían escuchado o visto en la vida

diaria, por ejemplo en la práctica de presión arterial **“profe, por qué en un susto se baja la presión arterial”** como si hubiera una necesidad de aplicar lo visto, o tal vez, lo que vivían en el laboratorio adquiría un sentido cuando se extrapolaba a alguna experiencia real.

Pude sentir una gran diferencia en el comportamiento anímico en las prácticas tradicionales siguiendo instrucciones y las prácticas de experimentación libre. Con la metodología tradicional, los estudiantes se tornaban aburridos y con sueño, hablaban de lo que debían entregar para otras asignaturas en vez de estar concentrados en sus experimentos, en cambio, en las pocas sesiones de experimentación libre vi una explosión de creatividad, energía y diversión, tanto que en las prácticas tradicionales algunos estudiantes querían probar cosas diferentes a las que estaban plasmadas en la pantalla del ordenador.

Al momento de socializar los resultados el 100% de los estudiantes demostraban nerviosismo y ansiedad de pasar a hablar en público, parecía que el expositor seleccionado “a las malas” por el grupo de trabajo estaba sufriendo un castigo en vez de compartir sus hallazgos. Este comportamiento es el reflejo de que todo en la universidad debe ser evaluado y criticado tanto por los profesores como los propios compañeros y que se ve reflejado más adelante en la carrera como lo son las exposiciones de casos clínicos en el hospital, los cuales son una “pesadilla” para los estudiantes de veterinaria.

Como también fui estudiante y sé que algunas veces se realizan algunos deberes solo para “conseguir la nota” me pareció muy gratificante la energía y el detalle con el que los estudiantes de fisiología escribieron sus diarios a pesar de que no existían indicaciones o alguna nota compensatoria por el hecho de entregarlos. Lo anterior me demuestra el compromiso y la colaboración que se puede despertar en las personas al crear un ambiente amigable y explorable como lo puede ser el laboratorio de fisiología.

9. Conclusiones y Recomendaciones

9.1 Conclusiones

- Con el uso del POGIL encontré un método alternativo y viable para llevar a cabo los laboratorios en fisiología para medicina veterinaria, la experimentación libre y el aprendizaje basado en el descubrimiento desarrollan habilidades educativas y crean nuevas precepciones de los estudiantes frente a la experiencia del laboratorio, además, se evidencia un cambio notorio en la dedicación y energía con la cual los estudiantes desarrollan las practicas en fisiología en comparación de los métodos tradicionales.
- Esta experiencia brindó muchos aportes positivos frente a mi formación como docente, tuve la oportunidad de “empaparme del estudiante” y romper la barrera formal en la relación profesor – aprendiz, y así rasgar un poco la superficie para explorar como piensan los estudiantes, no por medio de sus respuestas académicas o calificaciones, sino por su propia voz.
- Existe una amplia preocupación en los estudiantes por empoderarse de los temas en fisiología y el laboratorio es concebido como un medio para lograr este objetivo por medio de tres conceptos principales: el **refuerzo** de los conceptos vistos en la clase magistral, la posibilidad de la **aplicación** de la teoría en la práctica y el poder **perpetuar** el conocimiento a través del tiempo.

- En esta investigación solo se implementaron dos prácticas durante el semestre académico, es posible que al desarrollar tan pocos laboratorios con la pedagogía POGIL, los estudiantes no experimentaron el tiempo suficiente para adaptarse a la metodología de utilizar la aplicación y la indagación en su rutina educativa.
- De acuerdo a los instrumentos cuantitativos, el POGIL solo aumenta el **conocimiento básico** y la **comprensión secundaria** según la taxonomía de Bloom, los cuales no requieren habilidades de pensamiento crítico, sin embargo, con el uso de la narrativa logramos descubrir la habilidad de **aplicación**, la cual demuestra la presencia del pensamiento crítico en los estudiantes. Esto representa una ventaja para la investigación narrativa (cualitativa) ya que nos permite explorar a profundidad una mayor cantidad de elementos que podrían estar ocultos al utilizar solamente los métodos cuantitativos.
- Los estudiantes evidenciaron mayor dominio sobre la instrumentación en fisiología, es posible que esto sucedió por la dedicación de su tiempo a la experimentación y la libertad de desarrollo del laboratorio sin ningún tipo de presión académica.
- Existe un conflicto moral en los estudiantes al utilizar animales vivos en los experimentos de fisiología ya que, al presentarse la oportunidad de obtener conocimiento, todo sentimiento de compasión y empatía queda a un lado debido a la necesidad del **aprendizaje**.
- Los estudiantes pudieron descubrir a medida que pasaba el tiempo que el laboratorio no es un lugar estrictamente académico sino un lugar de socialización en donde se puede estudiar y generar empatía al mismo tiempo.

- Los estudiantes tomaron con agrado el papel del profesor como un facilitador del aprendizaje y no un transmisor de conocimiento en un solo sentido, posiblemente este tipo de relación conlleve a mejoras en las habilidades sociales, emocionales y cognitivas de los aprendices.
- El principal factor que puede convertir al laboratorio en una mala experiencia para los estudiantes no son las estrategias pedagógicas implementadas, ni las temáticas sobre fisiología, es la **convivencia** de las personas.
- La socialización en público representó un reto para los estudiantes que reflejó sentimientos de angustia y ansiedad en vez de confianza, es posible que esto ocurrió por la rutina educativa tradicional en donde todo evento académico debe ser susceptible a ser evaluado o calificado generando en ellos no un momento para compartir ideas sino un momento para “pasar una prueba”.
- Por un momento, los estudiantes al comparar su experiencia en el laboratorio con el resto de las asignaturas vistas en la carrera, encontraron que el laboratorio pasa de ser un lugar académico-evaluativo a convertirse un lugar de “**oxigenación**” de la rutina académica y la “**monotonía**”.
- Cuando los estudiantes viven experiencias en el laboratorio relacionan lo que hacen con la *vida*, surge la necesidad de aplicar lo que viven a su vida diaria y por un momento, el laboratorio en fisiología pasa de ser una herramienta para empoderarse del conocimiento a ser un lugar que genera curiosidad y entusiasmo por explorar la naturaleza del organismo.

9.2 Recomendaciones

Sería importante aumentar el número de sesiones de experimentación libre en las prácticas de laboratorio en fisiología tanto en medicina veterinaria como en otras ciencias de la salud, al mismo tiempo, seguir recogiendo la experiencia de los estudiantes para enriquecer el ambiente del laboratorio con nuevas propuestas educativas basadas en lo que percibe y siente el estudiante de fisiología.

A. Anexo: Consentimiento informado

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Yo _____ alumno del curso de: _____ y de ____ años de edad, acepto de manera voluntaria que se me incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: **“IMPLEMENTACION DEL POGIL (PROCESS ORIENTED GUIDED INQUIRY LEARNING) EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN FISILOGIA DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO EN MEDICINA VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA”**, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de mi participación en el estudio, y en el entendido que:

- No habrá ninguna sanción para mí en caso de no aceptar la invitación.
- Puedo retirarme del proyecto si lo considero conveniente mis intereses, aún cuando el investigador responsable no lo solicite, informando mis razones para tal decisión. Si lo considero pertinente; pudiendo si así lo deseo, recuperar toda la información obtenida de mi participación.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de mi participación, con un número de clave que ocultará mi identidad.
- Si en los resultados de mi participación como alumno o profesor se hiciera evidente algún problema relacionado con mi proceso de enseñanza – aprendizaje, se me brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

Lugar y Fecha: _____

Nombre y firma del participante: _____

B. Anexo: Parte teórica de la guía de laboratorio

LA PRESION ARTERIAL

¿De dónde provienen los valores **120/80** cuando nos miden la presión arterial al momento de visitar al doctor?, ¿Es posible que estos valores se modifiquen de alguna manera?

¿Por qué?

La presión arterial es la **fuerza** que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias. Cada vez que el corazón late, bombea sangre hacia las arterias, que es cuando su presión es más alta, a esto se le llama **presión sistólica**. Cuando su corazón está en reposo entre un latido y otro, la presión sanguínea disminuye, a esto se le llama la **presión diastólica**. Este mecanismo permite que el corazón y nuestros vasos sanguíneos transporten sangre a todos los tejidos del organismo.

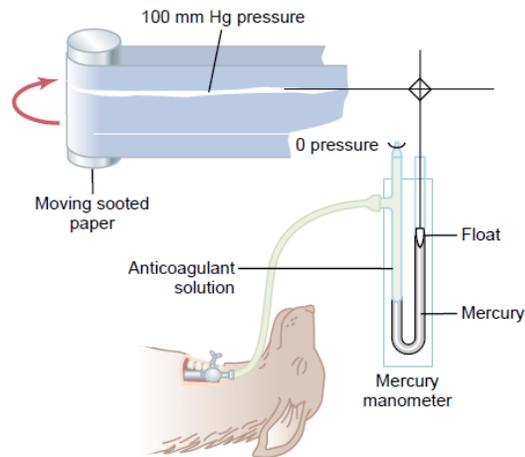
CRITERIOS DE APRENDIZAJE:

- Comprender la base fisiológica de la medición de la presión arterial
- Comprender la base fisiológica de los sonidos de Korotkoff
- Entender los cambios en los valores de la presión arterial de acuerdo a la actividad física y los cambios de posición corporales

MATERIALES:

- Sistema Power Lab
- Software Lab Tutor
- Esfigmomanometro
- Pulsímetro

INFORMACION:



Gráfica 1: En las primeras investigaciones sobre la presión arterial, se descubrió que los valores en mmHg de la presión medida directamente en la salida arterial del corazón eran similares a la medición en la arteria braquial del brazo en ángulo de 90° a la altura del corazón con un esfigmomanómetro.

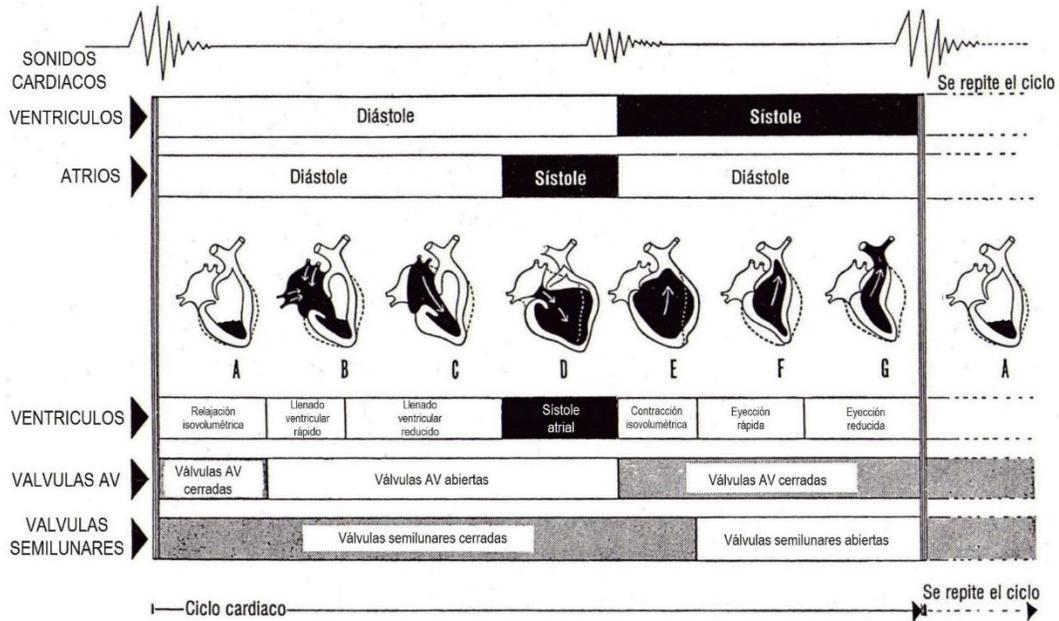
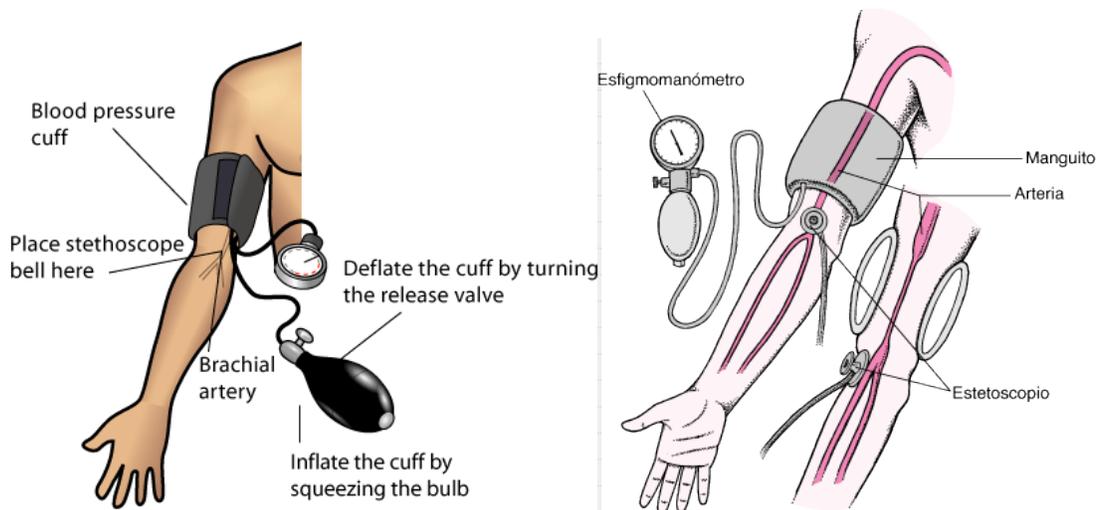


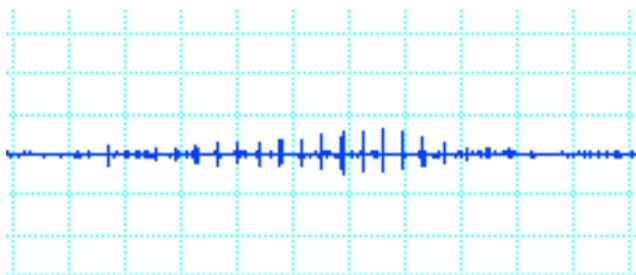
Fig. 16-1. Ciclo cardíaco.

Gráfica 2: Representación grafica del ciclo cardíaco, se denotan los procesos de contracción (**sístole**) y relajación (**diástole**) ventricular. Estos dos eventos son componentes causales del registro de los valores de la presión arterial y la onda de pulso.

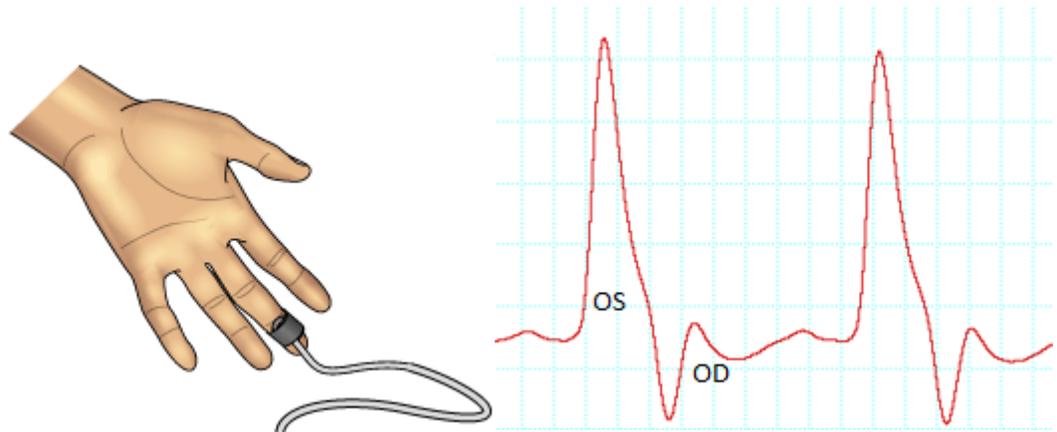


Gráfica 3: El esfigmomanómetro (**Blood pressure cuff**) se acomoda alrededor del brazo (2 dedos sobre el codo). El brazo debe estar en un ángulo de **90°** a la altura del corazón. El usuario debe estar en **relajación y quietud**.

El manguito (**Cuff**) se inflará rápidamente mediante el bombeo con la pera (**Bulb**) aumentando la presión hasta superar los **120 mmHg**. Después, la válvula (**Valve**) del manguito se abre ligeramente, dejando que la presión descienda de manera lenta. A medida que la presión baja, se registra la lectura de la presión arterial en mmHg mediante **sonidos pulsátiles** con el fonendoscopio o el cardiomicrofono.



Gráfica 4: Representación gráfica de un registro fono cardiográfico, cada **sonido pulsátil** emitido por la arteria es representado por una barra en función del tiempo.

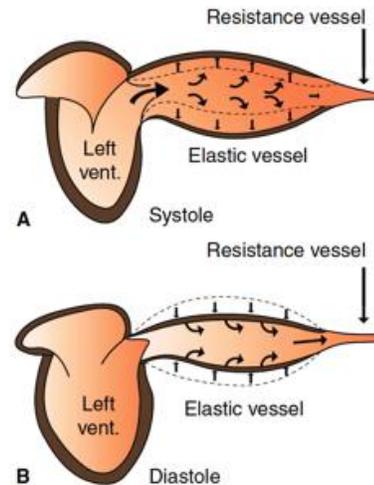
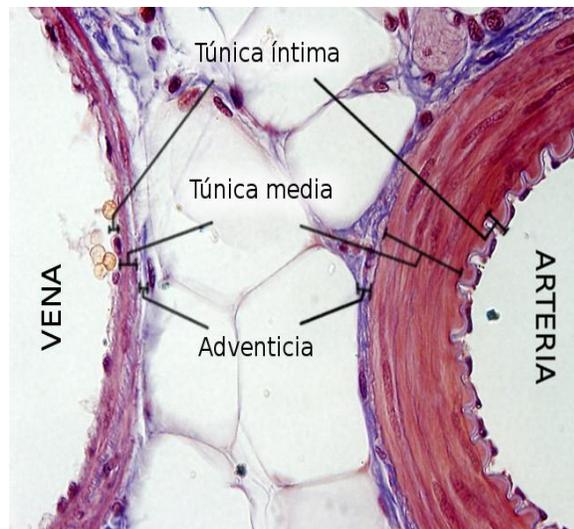
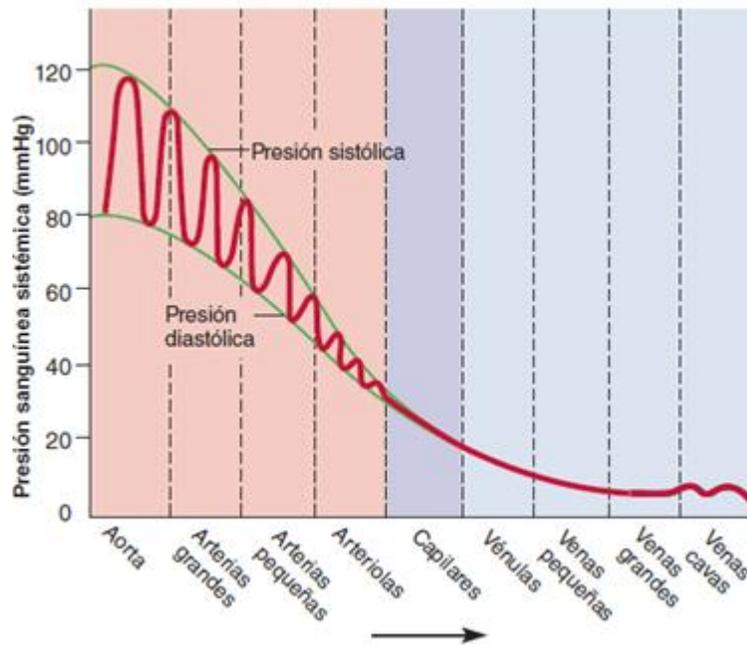


Gráfica 5: Representación de la gráfica de la Onda de pulso tomada en el dedo corazón de una mano mediante el pulsímetro. Cada onda es la representación del cambio de presión en el vaso sanguíneo. La onda de mayor amplitud representa la onda sistólica. La onda de menor amplitud representa la onda diastólica.

ACTIVIDAD TEÓRICA:

1. Cual creería que es la razón por la que la presión arterial se mide en mmHg?
2. Cual creería que es la razón por la que el usuario debe estar en relajación y quietud?
3. De acuerdo a la **gráfica 3** responda con sus palabras ¿Cuál es la razón de que el brazalete se insufle hasta que su presión supere los 120 mmHg?

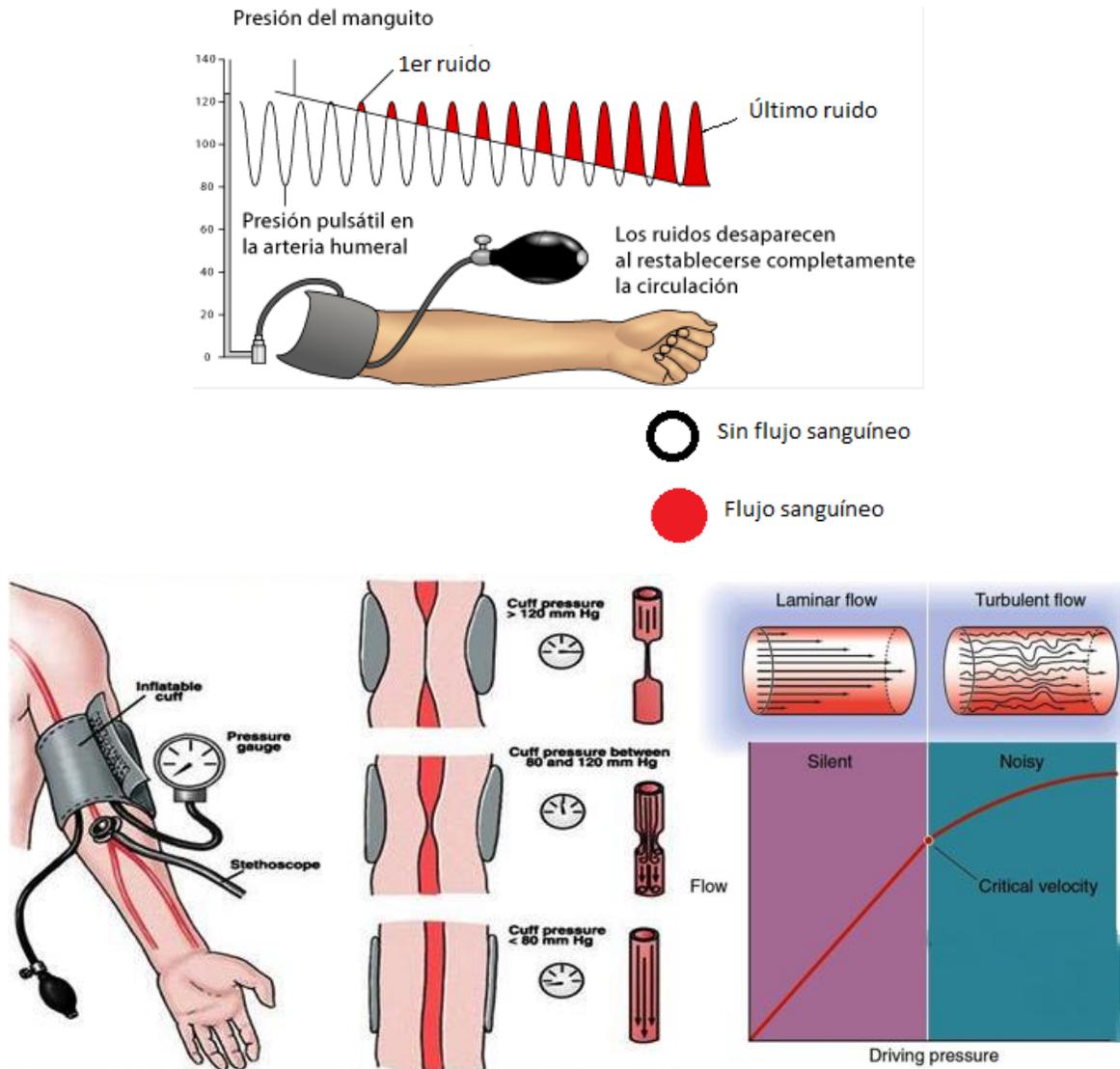
MODELO 1: La presión y los vasos sanguíneos



1. Cuál es la arteria que tiene la mayor presión sistólica y diastólica, a que se debe esto?
2. Por qué cree usted que los valores de la presión sanguínea van disminuyendo a medida que la sangre recorre las diferentes estructuras sanguíneas?
3. Por qué cree usted que las arterias pueden soportar presiones sanguíneas elevadas?
4. Por qué cree usted que la presión sanguínea venosa es muy baja a comparación de la presión arterial?

- De acuerdo al **modelo 1**, si realizamos palpación de estas estructuras sanguíneas, en cuales podremos sentir pulso?

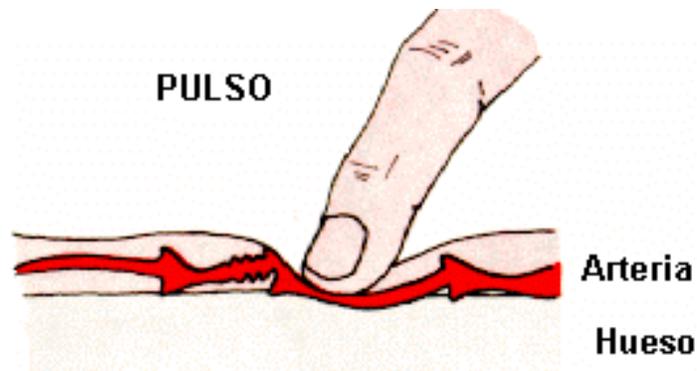
MODELO 2: Los sonidos de Korotkoff



- De acuerdo al **modelo 2**, cual es la causa del primer ruido de Korotkoff?
- De acuerdo al **modelo 2**, cual es la causa del último ruido de Korotkoff?

3. Por que cree usted que los ruidos pulsátiles aparecen al disminuir gradualmente la presión del manguito?, en que valor de mmHg aparece el primer ruido?
4. Por que cree usted que los ruidos pulsátiles desaparecen al restablecerse completamente la circulación?, en que valor de mmHg aparece el último ruido?

MODELO 3: La onda de pulso



La **sístole** provoca un aumento de presión en la aorta que produce una **onda** que se extiende hacia las arterias periféricas.

1. Que ocurre en el vaso sanguíneo al momento de registrar una onda de pulso por medio de la palpación o con el pulsímetro?
2. Esta de acuerdo en que cada onda de pulso representa una **sístole ventricular**?, Explique su respuesta
3. Si calculamos la velocidad de la onda de pulso desde el corazón hasta el sitio de registro, su valor equivaldría al de la velocidad del flujo sanguíneo?, Explique su respuesta

C. Anexo: Parte experimental de la guía de laboratorio

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

En los siguientes ejercicios deberás buscar una respuesta a una pregunta central, se te pedirá que formules el número de hipótesis que consideres necesarias, a continuación de manera libre podrás diseñar los experimentos que consideres necesarios para confirmar o negar estas hipótesis. Después de realizar tu experimento podrás recoger y organizar tus datos libremente de manera cualitativa y cuantitativa, para interpretar estos datos se sugiere la solución de algunas preguntas guiadas que te ayudarán a encontrar el camino a la respuesta de la pregunta central.

EJERCICIO 1:

¿Qué sucede con los valores de la presión arterial cuando realizamos actividad física baja, intermedia y fuerte?

1 - Hipótesis

2 - Diseño experimental

3 - Recolección de datos

4 - Interpretación de datos

1. ¿Hay alguna variación en los valores de la presión arterial cuando realizamos actividad física baja, intermedia y fuerte?, a que podría deberse a esto?

EJERCICIO 2:

¿Qué sucede con los valores de la presión arterial cuando estamos relajados?

1 - Hipótesis

2 - Diseño experimental

3 - Recolección de datos

4 - Interpretación de datos

1. ¿Hay alguna variación en los valores de la presión arterial cuando se está relajado?, a que podría deberse esto?

EJERCICIO 3:

¿Qué sucede con los valores de la presión arterial cuando realizamos la medición en una posición diferente a la cotidiana?

1 - Hipótesis

2 - Diseño experimental

3 - Recolección de datos

4 - Interpretación de datos

1. ¿Hay alguna variación en los valores de la presión arterial cuando realizamos la medición en una posición diferente a la cotidiana?, a que podría deberse esto?

EJERCICIO 4:

¿Existe alguna diferencia en los valores de la presión arterial obtenidos mediante el fonendoscopio y los obtenidos mediante el cardiomicrofono?

1 - Hipótesis

2 - Diseño experimental

3 - Recolección de datos

4 - Interpretación de datos

1. Según su criterio, cuál de los dos instrumentos (fonendoscopio/cardiomicrofono) nos brinda un registro más exacto del valor de la presión arterial? A que puede deberse esto?

EJERCICIO 5:

¿Es posible determinar las presiones sistólica y diastólica en ausencia del fonendoscopio/cardiomicrofono y solo con ayuda del pulsímetro o la palpación del pulso?

1 - Hipótesis

2 - Diseño experimental

3 - Recolección de datos

4 - Interpretación de datos

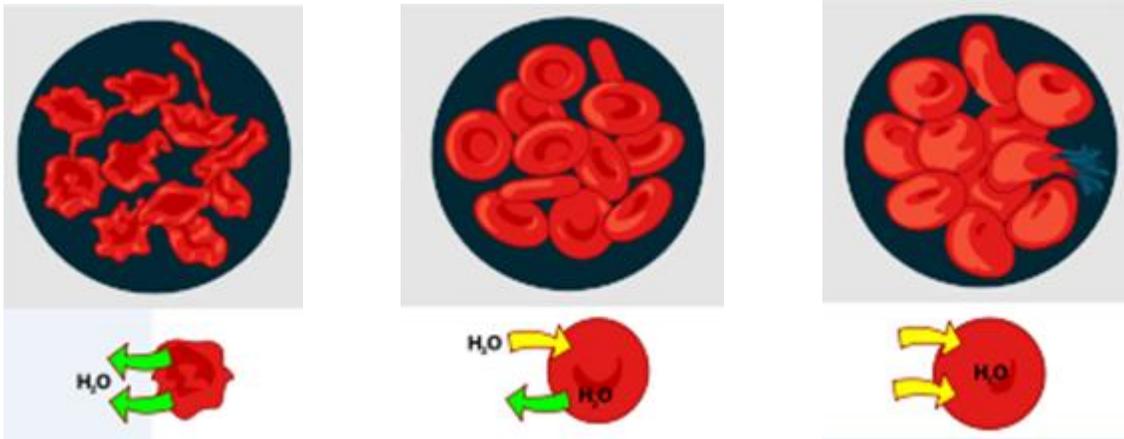
1. ¿Qué ocurre con la onda de pulso al momento de registrar la presión sistólica?
2. ¿Qué ocurre con la onda de pulso al momento de registrar la presión diastólica?
3. ¿Cuál es la diferencia al registrar la presión diastólica con el fonendoscopio/cardiomicrofono y el pulsímetro?

D. Anexo: Test de pensamiento crítico

PRIMER TEST:

La hipovolemia (disminución del volumen total de sangre que circula en el cuerpo) tiene como consecuencia la pérdida de cantidades proporcionales de sodio y agua sin reemplazarse, es común que la hipovolemia se dé en casos de hemorragia, quemadura grave, vómito y diarrea. En una situación de la vida real, se presenta un paciente hipovolemico, se decide realizar un protocolo de hidratación por medio del reemplazo del volumen perdido con agua destilada intravenosa.

- 1- Cuál de los siguientes esquemas se adapta mejor para representar los efectos de esta decisión sobre las células sanguíneas (globulos rojos)?. Explique su razonamiento.



- 2- Está de acuerdo con el protocolo mencionado en el párrafo anterior? Si no, Cual sería su solución personal para el tratamiento de este paciente y por qué?

SEGUNDO TEST:

La Intoxicación con productos plaguicidas a base de compuestos organofosforados es un motivo de consulta común en la clínica de pequeñas especies. El mecanismo de acción de estos compuestos consiste en el bloqueo de la actividad **Acetil colinesterasa**. Basado en sus conocimientos sobre la sinapsis neuromuscular, ¿Por qué se usa la atropina (un compuesto antagonista que interfiere con la función de la acetil colina) como tratamiento de elección? Explique su razonamiento. Dibuje como se vería un registro electromiográfico de 30 segundos en un musculo de un paciente intoxicado con compuestos organofosforados.

E. Anexo: Hoja de metacognición

VALORACION DEL TRABAJO EN EQUIPO

Para cada ítem, indica el rendimiento de tu equipo según:

1 = No muy bien

2 = Necesita mejoras significativas

3 = Necesita algunas mejoras

4 = Adecuado

5 = Excelente

Escribe una justificación para tu calificación y plantea un plan para mejorar el rendimiento del equipo.

Item	Score	Justification	Plan
TODO EL GRUPO VINO PREPARADO			
TODO EL GRUPO PARTICIPÓ ACTIVAMENTE			
TODOS NOS AYUDAMOS Y APOYAMOS MUTUAMENTE			
TODOS REALIZARON PREGUNTAS CUANDO NO ENTENDÍAN ALGO			
TODOS BRINDARON EXPLICACIONES CLARAS A SUS COMPAÑEROS			
TODOS APORTARON IDEAS			
TODOS ESCUCHAMOS LAS IDEAS DE NUESTROS COMPAÑEROS			
TODOS CONTRIBUYERON PARA LOGRAR LA META, NINGUNA PERSONA FUÉ DOMINANTE			
TODOS ENTENDIERON EL MATERIAL			
TODOS COMPLETAMOS NUESTRAS TAREAS ASIGNADAS			
Total			

F. Anexo: Encuesta estructurada

De acuerdo a las prácticas en fisiología realizadas con la metodología POGIL responda la siguiente encuesta:

Indica de 1 a 5 (siendo 1 el valor mínimo y 5 el valor máximo) el aporte brindado por las prácticas en fisiología con la metodología POGIL a tu rutina educativa de acuerdo a los siguientes tópicos:

TÓPICO	APORTE
Dominio del tema (terminología, métodos, tendencias)	
Desarrollo del Pensamiento crítico y analítico	
Oportunidades para adquirir habilidades en la solución de problemas	
Comunicación interpersonal para entender ideas o conceptos	
Formación de equipos de trabajo para facilitar el aprendizaje	
Habilidades para la administración o manejo de roles dentro del grupo	
Familiarización con la autoevaluación personal y grupal	

G. Anexo: Encuesta de opción única

- 1. Al momento de enfrentarme a un nuevo tema en fisiología es preferible para mi aprendizaje:**
 - a- Tener toda la información disponible, leerla y memorizarla.
 - b- Tener las bases fundamentales sobre el tema y descubrir nueva información mediante mi análisis y deducción.
- 2. Si necesitara adquirir conocimiento sobre fisiología tiroidea, un método útil para mi aprendizaje sería:**
 - a- Leer el capítulo completo sobre fisiología de la glándula tiroides del libro “Fisiología veterinaria” del autor James Cuningham.
 - b- Explorar a partir de mi propia búsqueda los componentes del hipotiroidismo y repercusión sobre la salud del organismo.
- 3. Al momento de presentar los resultados de mi trabajo investigativo resulta mejor para mi aprendizaje:**
 - a- Registrar mis resultados en un reporte escrito que será visualizado por el profesor y este le brindará una calificación numérica.
 - b- Exponer mis resultados en público para fomentar la discusión y resolver dudas sobre los mismos.
- 4. Al realizar un proyecto o trabajo investigativo que requiere de múltiples tareas para conseguir un resultado final, es preferible para mí:**
 - a- Trabajar de manera individual realizando todas las tareas por mí mismo.
 - b- Trabajar en un grupo colaborativo dividiendo las tareas en los integrantes del mismo.
- 5. Al momento de realizar un trabajo en grupo es más importante para su desempeño:**
 - a- Que cada miembro del grupo trabaje según su criterio para lograr un objetivo común.
 - b- Que se realice una distribución de roles y tareas en los miembros del grupo para lograr un objetivo común.
- 6. Después de finalizar mis proyectos académicos, al momento de evaluar mi desempeño es más importante:**

- a- Permitir que el profesor evalúe mi trabajo y me asigne una calificación según su criterio.
- b- Realizar una autoevaluación de mi desempeño para visualizar falencias y buscar planes de mejora.

H. Anexo: Reflexiones del aprendizaje

REFLEXION DEL APRENDIZAJE ELECTROMIOGRAFÍA

1. Escribe los criterios de aprendizaje del laboratorio Electromiografía. Identifica que tan bien los dominaste
2. Cual fue el punto menos claro del laboratorio Electromiografía?
3. Cual fue la cosa más útil que aprendiste durante el laboratorio Electromiografía?
4. Que preguntas quedan aún presentes en tu mente después del laboratorio Electromiografía?
5. Resume que aprendiste sobre **la actividad eléctrica muscular**
6. Por qué el concepto de **SINAPSIS** es importante en la **contracción muscular**
7. Identifica el concepto que más dominaste. Identifica el concepto que menos dominaste.
8. Escribe una pregunta, que si fuera resuelta, te ayudaría a entender algún aspecto sobre el laboratorio Electromiografía. Plantea una respuesta a esa pregunta.
9. Con tus propias palabras, resume el significado de la **ELECTROMIOGRAFIA** y como la aplicarías
10. Explica como el concepto de **NEUROTRANSMISOR** nos ayuda a entender la **CONTRACCION MUSCULAR**
11. Escribe una metodología para realizar un registro electromiografico en una persona ejerciendo diferentes niveles de fuerza y como extraerías los cambios que se producen en el registro
12. Como puedes reconocer el fenómeno de **COACTIVACION** en un electromiograma
13. Que significa cuando decimos **REGISTRO BASAL**
14. Identifica un ejemplo de la vida diaria que se dirija al **RECLUTAMIENTO DE FIBRAS**

REFLEXION DEL APRENDIZAJE PRESION ARTERIAL

1. Escribe los criterios de aprendizaje del laboratorio Presión arterial. Identifica que tan bien los dominaste
2. Cual fue el punto menos claro del laboratorio Presión arterial?
3. Cual fue la cosa más útil que aprendiste durante el laboratorio Presión arterial?
4. Que preguntas quedan aún presentes en tu mente después del laboratorio Presión arterial?
5. Resume cómo definirías el concepto de **PRESION ARTERIAL**
6. Por qué el concepto de **AUMENTO DE LA PRESION ARTERIAL** es importante en el **EJERCICIO**
7. Identifica el concepto que más dominaste. Identifica el concepto que menos dominaste.
8. Escribe una pregunta, que si fuera resuelta, te ayudaría a entender algún aspecto sobre el laboratorio Presión arterial. Encuentra la respuesta a esta pregunta.
9. Con tus propias palabras, resume el significado de la **ONDA DE PULSO** y como la aplicarías
10. Explica como el concepto de **LOS SONIDOS DE KOROTKOFF** nos ayuda a entender la **MEDICION DE LA PRESION ARTERIAL**
11. Que descubrimiento acerca del tópico **MEDICION DE LA PRESION ARTERIAL EN UNA POSICION DIFERENTE A LA COTIDIANA** lograste en el laboratorio
12. Escribe una metodología para realizar un registro de presión arterial y evaluar qué cambios ocurren en una persona realizando ejercicio a diferentes niveles de intensidad
13. Como puedes reconocer el fenómeno de **PRESION DIASTOLICA** en un registro de presión arterial usando solo la palpación del pulso o con el pulsímetro?
14. Que significa cuando decimos **120/80**
15. Identifica un ejemplo de la vida diaria que se dirija a la **PRESION ARTERIAL**

Bibliografía

Abraham Reem, Rachel, Subramanya Upadhya, Sharmila Torke, K. Ramnarayan. Clinically oriented physiology teaching: strategy for developing critical-thinking skills in undergraduate medical students. *Adv Physiol Educ* 28: 102–104, 2004

AHRASH N. BISSELL, PAULA LEMONS, A New Method for Assessing Critical Thinking in the Classroom *BioScience*, Vol. 56 No. 1

Amolins M, Ezrailson C, Pearce D, Elliott A, Vitiello P, Evaluating the effectiveness of a laboratory-based professional development program for science educators. *Adv Physiol Educ*, 39: 341–351, 2015

Araya. V, CONSTRUCTIVISMO: ORIGENES Y PERSPECTIVAS, *Revista de Educación*, Número 24, 2007

Bransford J, L. Brown, R Cocking, *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press, 2000

Casotti G, Rieser D, Knabb M, Successful implementation of inquiry-based physiology laboratories in undergraduate major and nonmajor courses. *Adv Physiol Educ*, 32: 286–296, 2008

Connelly. M, Clandinin. J, *Relatos de experiencia e investigación narrativa*, 1995

Delval, J, Hoy todos son constructivistas, *Cuadernos de Pedagogía* N° 257, 1997, pág. 78-84

Edmund Marek, Why the Learning Cycle, *Journal of Elementary Science Education*, Vol. 20, No. 3, 2008, pp. 63-69

Flavell, J, Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry, *American Psychologist*, 34, 906–911, 1979

Flórez O, Hacia una pedagogía del conocimiento, McGraw-Hill, 1994

Fred Kolkhorst, Cheryl Mason, Dana M, Patricia P, Michael J, AN INQUIRY-BASED LEARNING MODEL FOR AN EXERCISE PHYSIOLOGY LABORATORY, Adv Physiol Educ, VOLUME 25, Number 2, 2001

Ghorbani A, Ghazvini K, Using paper presentation breaks during didactic lectures improves learning of physiology in undergraduate students, Adv Physiol Educ 40: 93–97, 2016

Giuliodori M, Lujan H, DiCarlo S, Collaborative group testing benefits high- and low-performing students, Adv Physiol Educ 32: 274–278, 2008

Hanson D, Instructor's Guide to Process-Oriented Guided-Inquiry Learning, New York: Pacific Crest, 2006

Kay D, Kibble J. Learning theories: application to everyday teaching and scholarship, Adv Physiol Educ 40: 17–25, 2016

Lamba. R, The Process-Oriented Guided Inquiry (Discovery) Laboratory, Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL), chapter 16, ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC, 2008

Mary Orf, Real-time Drawings: Sketches That Help Students Understand Difficult Concepts, HAPS Educator, Volume 16, Issue 2, 2012

McArdle W, Katch F, Katch V, "Introduction: A View from the Past." In Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance, 8th ed. Baltimore, 2015

Michael, Joel, Where's the evidence that active learning works? Adv Physiol Educ 30: 159–167, 2006

Moog R, Creegan F, Hanson D, Spencer J, Straumanis A, Process-oriented guided inquiry learning: POGIL and the POGIL project. Metropol Univ J 17: 41–51, 2006

Najla S, Shireen K, Miraa Q, Muhammad A, ANIMAL LABORATORY, INTERACTIVE AND COMPUTER BASED LEARNING, IN ENHANCING BASIC CONCEPTS IN PHYSIOLOGY: AN OUTLOOK OF 481 UNDERGRADUATE MEDICAL STUDENTS, Ayub Med Coll Abbottabad, 2013

National Research Council, Inquiry and the National Science Education Standards: a Guide for Teaching and Learning, Washington DC: National Academy, 2000

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL, plan de estudios básico de formación veterinaria, 75017, París, 2013

Paul. R, Elder. L, La mini-guía para el Pensamiento crítico Conceptos y herramientas, Fundación para el Pensamiento Crítico, 2003

Pozo. J, Carretero. M, Del pensamiento formal a las concepciones espontaneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia?, infancia y aprendizaje, 38, 35 – 52, 1987

Russell Wilke, THE EFFECT OF ACTIVE LEARNING ON STUDENT CHARACTERISTICS IN A HUMAN PHYSIOLOGY COURSE FOR NONMAJORS, Adv Physiol Educ, Volume 27, Number 4, 2003

RANDAL L, WALTER C, TIMOTHY B, Hands-on laboratory experience in teaching-learning physiology, Adv. Physiol. Educ. 4: S4-S7, 1990

Rhodes A, Rozell T, A constructivist approach to e-text design for use in undergraduate physiology courses, Adv Physiol Educ 39: 172–180, 2015

Richard W, Gregory A, Schmidt J, Lawrence D, Sanjeev G, Paul T, Schumacker, CARDIOVASCULAR PHYSIOLOGY TEACHING: COMPUTER SIMULATIONS VS. ANIMAL DEMONSTRATIONS, Adv. Physiol. Educ 266: S.6-S46, 1994

Robert Soltis, Nathan Verlinden, Nicholas Kruger, Ailey Carroll, Tiffany Trumbo, Process-Oriented Guided Inquiry Learning Strategy Enhances Students' Higher

Level Thinking Skills in a Pharmaceutical Sciences Course, American Journal of Pharmaceutical Education, 2015

Scriven M, "Prescriptive and Descriptive Approaches to Problem Solving", Problem Solving and Education: Issues in Teaching and Research. Eds, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1980

Senchina D, Video laboratories for the teaching and learning of professional ethics in exercise physiology curricula, Adv Physiol Educ 35: 264–269, 2011

Stacy Brown, Process-Oriented Guided Inquiry Approach to Teaching Medicinal Chemistry, American Journal of Pharmaceutical Education 2010

Swift.A, Is LabTutor a helpful component of the blended learning approach to biosciences? Journal of Clinical Nursing, 2016

Thomas Eberlein, Jack Kampmeier, Vicky Minderhout, Richard Moog, Terry Platt, Pratibha Varma, Harold White, Pedagogies of Engagement in Science, BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY EDUCATION Vol. 36, No. 4, 2008, pp. 262–273