

**El aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado de Medicina Veterinaria**

Néstor Raúl Orrego Orozco, M. V., Esp. Microb. Clin., cand. M. Sc.

Tutor: Carlos Andrés Giraldo Echeverri, M. V., M. Sc.

Comité tutorial: Gloria Eugenia Giraldo M. V., M. Sc., Doc.; Wilson Orlando Rendón M. V., M. Sc., Dr. Fisiología.

Maestría en Ciencias Veterinarias, modalidad profundizante

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de Antioquia

2019

**Agradecimientos:**

A los estudiantes que participaron en la ejecución de este estudio, gracias por su respeto, responsabilidad, compromiso y entrega desinteresada.

## **Dedicatoria**

A mi madre:

Por su amor incondicional, sus valiosos consejos y por enseñarme a llevar una vida sustentada en valores.

## Tabla de contenidos

<b>Numeración y tema</b>	<b>Página</b>
Agradecimiento	2
Dedicatoria	3
Tabla de contenidos	4
4. Lista de tablas	7
5. Lista de figuras	8
6. Lista de abreviaturas	9
7. Resúmenes	10
7.1. Resumen	10
7.2. Abstract	12
8. Introducción	13
9. Objetivos	16
9.1. Objetivo general	16
9.2. Objetivos específicos	16
10. Marco teórico	17
10.1. Ciencias básicas médicas	17
10.1.1. Definición	17
10.1.2. Importancia	17
10.1.3. Problemas, recomendaciones y retos en la enseñanza	19
10.1.3.1. Aumento vertiginoso en la información biomédica	19
10.1.3.2. Nivel de consenso sobre los objetos de conocimiento y evaluación en la enseñanza de las ciencias básicas	19
10.1.3.3. Uso de métodos y estrategias de enseñanza que integren el ser, el saber y el hacer.	20
10.1.3.4. Integración entre los conceptos de las ciencias básicas y los de la práctica clínica.	21
10.1.3.5. Requerimiento de profesores con formación disciplinar, docente y didáctico-pedagógica en ciencias básicas.	21
10.2. Cincuenta años de historia de la enseñanza de la Medicina	22

Veterinaria en los Estados Unidos.	
10.3. La didáctica.	22
10.4. Principios básicos de la fisiología.	25
10.5. Aprendizaje basado en problemas (ABP)	32
10.5.1. Historia y antecedentes.	32
10.5.2. Definición y características generales	33
10.5.3. Objetivos del ABP.	35
10.5.4. El problema	36
10.5.5. El grupo.	37
10.5.6. Componentes y secuencia que integran la organización didáctica del ABP.	39
10.5.7. Evaluación en el ABP	43
10.5.8. Ventajas del ABP.	45
10.5.9. Desventajas y barreras del ABP	46
10.5.10. Eficacia del ABP	49
11. Materiales y métodos	51
11.1. Diseño de las prácticas didácticas	51
11.2. Recolección de los datos.	51
11.3. Tipo de investigación.	53
11.4. Procesamiento de los datos.	54
12. Resultados y discusión.	55
12.1. Diseño y aplicación de unas prácticas didácticas, enmarcadas en el ABP, para la enseñanza de algunos principios básicos de la fisiología.	55
12.2. Evaluación de la efectividad de la enseñanza de los principios básicos de la fisiología mediante la estrategia ABP, para la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y actitudes en los estudiantes.	57
12.3. Establecer la percepción de los estudiantes acerca de la enseñanza de los principios básicos de la fisiología mediante el ABP.	67
13. Conclusiones	69

14. Referencias bibliográficas	71
Anexos	74
Anexo 1. Problema fisiológico 1.	
Anexo 2. Problema fisiológico 2.	
Anexo 3. Propósitos de aprendizaje.	
Anexo 4. Guía de trabajo.	
Anexo 5. Formato de autoevaluación, coevaluación y evaluación por tutor.	
Anexo 6. Principios básicos de fisiología veterinaria.	
Anexo 7. Consentimiento informado.	
Anexo 8. Encuesta de adquisición de habilidades y actitudes.	
Anexo 9. Examen de conocimientos.	
Anexo 10. Encuesta de percepción.	
Anexo 11. Adquisición y/o desarrollo de habilidades.	

#### 4. Lista de tablas

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
Tabla 1: Definiciones de didáctica	22
Tabla 2: Diferencias entre el proceso de aprendizaje tradicional y el ABP.	47
Tabla 3: Resultados en la prueba de conocimientos antes y después de las prácticas didácticas.	58
Tabla 4: Resultados de la encuesta de adquisición de habilidades y actitudes, para los indicadores positivos.	62
Tabla 5: Resultados en la encuesta de percepción.	67

## 5. Lista de figuras

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Mapa conceptual de la didáctica.	25
Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología aplicada.	52
Figura 3. Resultado en el examen de conocimientos realizado antes y después de las prácticas didácticas.	59
Figura 4. Resultados de la encuesta de habilidades y actitudes	64



## 6. Lista de abreviaturas

ABP:	Aprendizaje basado en problemas.
NAVMEC:	North American Veterinary Medical Education Consortium.
UNESCO:	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
ITESM:	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
ADN:	Ácido desoxirribonucleico.

## 7. Resúmenes

### 7.1. Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el uso del ABP en la enseñanza de los principios básicos de la fisiología, en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia.

Para cumplir con dicho objetivo se diseñaron unas prácticas didácticas (encuentros entre el tutor y los estudiantes para el enseñanza y el aprendizaje), aplicando la estrategia didáctica ABP para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología y se evaluó la efectividad de dicha estrategia, tanto en la adquisición de conocimientos, como de habilidades y actitudes, además, se realizaron encuestas de percepción.

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo. El diseño fue experimental, del tipo preexperimento, el cual a su vez se puede clasificar en estudio de caso con una medición y el diseño de preprueba – posprueba con un solo grupo.

La encuesta de percepción concuerda con el estudio de caso con una medición, ya que solo se hizo al final de todo el proceso. La prueba de adquisición de conocimientos y la encuesta de adquisición y desarrollo de habilidades y actitudes, fueron realizadas antes y después de las prácticas didácticas, lo cual corresponde al diseño de preprueba – posprueba con un solo grupo.

Los resultados indican la adquisición de algunas habilidades y actitudes en los estudiantes, como: aprender sin la necesidad de recibir conferencias por parte de un profesor, reconocer las fuentes de información apropiada y resolver problemas fisiológicos, los cuales son de suma importancia para la actualización constante e independiente de los estudiantes, así como para su desempeño profesional en Medicina Veterinaria.

En cuanto a la adquisición de conocimientos no hubo cambios estadísticamente significativos. Sin embargo, se presentó un aumento en las notas mínima y máxima, así como en la nota promedio. Nuestros resultados concuerdan con la literatura, la cual dice

que la estrategia didáctica ABP suele ser más efectiva para la adquisición de ciertas habilidades y actitudes en comparación con la adquisición de conocimientos.

En la encuesta de percepción, los estudiantes calificaron como muy importante la contribución que hicieron los múltiples aspectos de estas prácticas didácticas en su proceso de aprendizaje, dándole el máximo puntaje a aspectos como: escuchar las participaciones de mis compañeros, identificar mis propias necesidades de aprendizaje, retomar mis conocimientos previos e integrar varios sistemas orgánicos para el aprendizaje de la fisiología.

El presente trabajo aporta material útil para llevar a cabo este tipo de prácticas didácticas como: propósitos de aprendizaje, problemas fisiológicos, criterios y herramientas de evaluación, guías de trabajo y las bases teóricas que las sustentan. Además, nos permite comprobar la viabilidad y aceptación por parte de los estudiantes de la estrategia didáctica ABP y de los principios básicos de la fisiología.

## 7.2. Abstract

The main goal of this study was to assess the applicability of ABP in teaching Physiology Basic Principles to undergraduate students from Antioquia's university Veterinary Program.

To achieve this goal, there were designed teaching practices in which ABP was applied to teach Physiology Basic Principles and assess its effectiveness in the acquisition of knowledge, abilities and attitudes. Furthermore, there were carried out some perception interviews.

The research had a quantitative approach. The design was experimental, of the pre-experiment type, which in turn can be classified in a case study with a measurement and the pre-test design - post-test with a single group.

The perception survey agrees with the case study with a measurement, since it was only done at the end of the whole process. The knowledge acquisition test and the acquisition and development of skills and attitudes survey were carried out before and after the didactic practices, which corresponds to the pre-test design - post-test with a single group.

The results showed students acquired abilities and attitudes such as: learning without attending to lectures by professors, recognizing appropriate sources of information and solving physiological problems which are fundamental for constant and independent students' updating as well as for their professional performance in Veterinary Medicine.

As for the acquisition of knowledge, there were no statistically significant changes. However, there was an increase in the minimum and maximum grades, as well as in the average grade. Our results agree with the literature, which says that the ABP didactic strategy is usually more effective for the acquisition of certain skills and attitudes compared to the acquisition of knowledge.

In the perception survey, students rated very important the contribution made by several aspects of these teaching practices into their learning process, giving the highest score to the following: listening to peer group interventions, identifying own's learning needs, taking into account own's prior knowledge and integrating several systems to learn Physiology.

This work provides useful material to carry out this type of teaching practices such as: learning purposes, physiological problems, evaluation criteria and tools, work guides and the theoretical bases that support them. In addition, it allows us to verify the viability and acceptance by students of the ABP didactic strategy and the basic principles of physiology.

## 8. Introducción

Actualmente existe una gran cantidad de información en las ciencias básicas y poco tiempo asignado para su enseñanza (Rodríguez, 2014; Michael *et al*, 2009), esto genera unos programas sobrecargados de contenido, lo cual desmotiva a los estudiantes y no les permite una comprensión adecuada de los temas (Gal-Iglesias, 2009). Debido a la imposibilidad de abarcar toda la información disponible dentro de un curso de fisiología veterinaria y a las repercusiones negativas a que conlleva un programa sobrecargado de contenido, los docentes deben decidir cuál es la información esencial que se debe enseñar (aquella que se espera que sus estudiantes comprendan), les sea útil y sean capaces de usar mucho después de haber culminado su curso (Michael *et al*, 2009).

Algunas formas para la enseñanza de la fisiología podrían no ser las más adecuadas, debido a que están más centradas en los contenidos y en el docente, y los estudiantes son individuos pasivos que no se comprometen con su proceso de aprendizaje, además, no permiten la adquisición de ciertas habilidades y actitudes (Triana, 2013; Marín-campos, 2004).

Según lo expuesto en los párrafos anteriores, podemos decir que algunos de los problemas que existen en la enseñanza y el aprendizaje de la fisiología tienen que ver con la sobrecarga de contenidos y las formas o estrategias de enseñanza inadecuadas.

Otro de los problemas asociados en la enseñanza y aprendizaje de la fisiología, tiene que ver con la dificultad que presentan los estudiantes para resolver problemas fisiológicos que involucran varios sistemas, lo cual se debe al desconocimiento que ellos tienen de las características comunes o principios básicos que comparten dichos sistemas y a la enseñanza fragmentada de estos (Modell, 2000).

Los principios básicos de la fisiología son unos conceptos que tienen un alcance explicativo amplio, son aquellos que los estudiantes deberían comprender y estar en capacidad de usar mucho después de haber terminado su curso de fisiología y representan la base para la comprensión de ésta disciplina (Michael y McFarland, 2011).

Los siguientes son los quince principios básicos de la fisiología: Homeostasis, membrana celular, comunicación célula a célula, interdependencia, flujo descendente de gradientes de energía, energía, estructura / función, razonamiento científico, teoría celular, física /

química, genes a proteínas, niveles de organización, balance de masa, causalidad y evolución (Michael y McFarland, 2011).

Los principios básicos de la fisiología, permitirán a los estudiantes comprender la información esencial y les ayudará a reconocer las características comunes de varios sistemas orgánicos, y de esta forma, poder resolver problemas fisiológicos que involucren varios de estos sistemas (Michael J, *et al.* 2009; Modell, 2000). Además, permitirán a los docentes, establecer cuál es la información más importante que se debe enseñar dentro de éste curso, lo cual es necesario debido a la gran cantidad de contenido y al poco tiempo establecido para su enseñanza (Michael *et al.* 2009).

El ABP es una estrategia didáctica, en la cual el estudiante adquiere conocimientos disciplinares y también ciertas habilidades y actitudes que permiten el autoaprendizaje, el trabajo en equipo, la aplicación del conocimiento, la solución de problemas y la comunicación efectiva (Escribano, 2010; Restrepo, 2005).

En estudios realizados para establecer la efectividad del ABP (Pérez, 2008), se observa una cierta ventaja del método ABP respecto de los tradicionales, principalmente en habilidades profesionales, estrategias de aprendizaje y procesos de razonamiento y resolución de problemas. En cuanto a la adquisición de contenidos, los resultados son muy contradictorios, aunque mayoritariamente no presentan efectos significativos.

Debido, a la gran cantidad de información en fisiología, (Rodríguez, 2014; Michael *et al.*, 2009; Gal-Iglesias *et al.*, 2009) y a la consecuente renovación de dicha información, es importante enseñar los contenidos esenciales y dotar a los estudiantes con las habilidades y actitudes ya mencionadas, las cuales les permitan aprender a aprender, a hacer, a convivir y a ser (Delors, 1996). Algunas formas de enseñanza usadas actualmente en fisiología no permiten el aprendizaje de todos estos aspectos y suelen centrarse en la enseñanza de los contenidos (Triana, 2013; Marín-Campos, 2004).

La didáctica es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación integral del educando (Mallart, 2001; Navarro, 2011). Por lo cual nuestro trabajo hace parte de la didáctica, ya que evalúa el uso de una estrategia que permita a los estudiantes de fisiología veterinaria un aprendizaje más profundo o duradero de la materia, así como su aplicación en la solución de problemas relacionados con su quehacer profesional.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el uso del ABP en la enseñanza de los principios básicos de la fisiología, en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia.



## 9. Objetivos

### 9.1. General

Evaluar la aplicación del ABP en la enseñanza de los principios básicos de la fisiología, en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia.

### 9.2. Específicos

- a) Diseñar y aplicar unas prácticas didácticas enmarcadas en el ABP para la enseñanza de algunos principios básicos de la fisiología.
- b) Evaluar la efectividad de la enseñanza de los principios básicos de la fisiología mediante la estrategia ABP, para la adquisición de conocimientos, y el desarrollo de habilidades y actitudes en los estudiantes.
- c) Establecer la percepción de los estudiantes acerca de la enseñanza de los principios básicos de la fisiología mediante la estrategia ABP.

## 10. Marco teórico

### 10.1 Ciencias básicas médicas

#### 10.1.1. Definición

Las ciencias básicas médicas son aquellas ciencias preclínicas o paraclínicas, cuyo aprendizaje no requiere que los estudiantes vayan a las clínicas, tales como anatomía, fisiología y bioquímica. En algunos casos, ellas también incluyen farmacología, patología y microbiología. Sin embargo, hay opiniones diferentes sobre esto, ya que la farmacología puede tener dos componentes: la farmacología y la farmacología clínica. De manera similar, la patología y la microbiología pueden tener varias subdivisiones (Badyal, 2015).

#### 10.1.2. Importancia de las ciencias básicas en los currículos médicos.

Su importancia se empezó a reconocer a partir de 1910 con la publicación del informe Flexner, el cual señalaba la importancia de sustentar la educación médica, la práctica y la investigación, en el conocimiento científico. En éste se proponía el modelo 2+2, dos años de formación básica, seguidos de dos años de formación clínica (Triana 2013; Badyal, 2015).

El informe Flexner enfatizó el papel central de un "clínico académico" que puede aplicar los principios de la ciencia básica al razonamiento clínico efectivo (Badyal, 2015).

Antes de la publicación del informe Flexner, las ciencias básicas recibían escasa atención, porque eran percibidas como de poca utilidad clínica y la formación se basaba en la práctica clínica (Triana, 2013).

En un estudio realizado a estudiantes de medicina que cursaban sus años clínicos (Rasangika, 2014), en el cual se dieron a conocer sus percepciones acerca de las ciencias básicas que cursaron en sus años preclínicos, la mayoría de los estudiantes consideraron que las ciencias básicas son importantes y útiles para la práctica clínica, no

recordaban mucho de su contenido y que estaban sobrecargados de contenido sin relevancia clínica.

Con relación a la fisiología, la mayoría indicó que ésta era la materia de la cual más retenían información, a la cual le encontraban una mayor aplicabilidad con la práctica clínica y que debería dedicársele más tiempo con relación a las otras ciencias preclínicas. Las recomendaciones que hacen, son: enseñar las ciencias básicas haciendo una integración interdisciplinaria y una exposición clínica temprana que muestre la relevancia de estas ciencias, además de asignar más tiempo para su enseñanza (Rasangika, 2014).

Las siguientes son las razones por las cuales es necesaria la enseñanza de las ciencias básicas en medicina:

- a) Educa a los futuros médicos para que sean inquisitivos (Rodríguez, 2014).
- b) Ayuda a construir un fundamento sólido para el aprendizaje de los conceptos clínicos y para la futura práctica (Rodríguez, 2014; Badyal, 2015)
- c) Proporciona los conocimientos, habilidades y hábitos requeridos para integrar los avances científicos en su práctica profesional (Rodríguez, 2014).
- d) Permiten desarrollar las habilidades de razonamiento clínico (Badyal 2015; Grande, 2009)
- e) Desarrollan el razonamiento lógico, el análisis crítico, la capacidad para la resolución de problemas y tomar decisiones (Badyal, 2015; Grande, 2009; Badyal, 2015)
- f) Su comprensión apuntala la actitud de actualización permanente (Triana, 2013)
- g) Proporciona a los estudiantes de medicina los recursos necesarios para que sus decisiones diagnósticas y terapéuticas, así como sus pronósticos estén basados en la mejor evidencia disponible (Grande, 2009)
- h) Ayudan a identificar y corregir aspectos de la práctica médica que permiten mejorar la atención y brindar a los pacientes un cuidado médico adecuado (Grande, 2009).

### 10.1.3. Problemas, recomendaciones y retos en la enseñanza de las ciencias básicas.

#### 10.1.3.1 Aumento acelerado en la información biomédica.

Durante los últimos decenios, el conocimiento biomédico ha crecido de forma desmesurada y nada sugiere que haya un límite a ésta expansión (Rodríguez, 2014). La fisiología no es ajena a ésta explosión del conocimiento y esto se hace evidente al observar el gran volumen de información que tienen los libros de fisiología (Michael *et al.*, 2009).

Este incremento en la información, junto a la reducción en el número de horas disponibles para la enseñanza de las ciencias básicas ha generado unos programas sobrecargados de contenido. Esta sobrecarga académica produce desmotivación en los estudiantes y no les da tiempo para una mejor comprensión (Michael *et al.*, 2009; Gal-Iglesias *et al.*, 2009) y el desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para su crecimiento personal, social y profesional.

Debido a la imposibilidad de abarcar toda la información disponible dentro de un curso de fisiología y a las repercusiones negativas a que conlleva un programa sobrecargado de contenido, los docentes deben decidir cuál es la información esencial que se debe enseñar en un curso de fisiología, aquella que se espera que sus estudiantes comprendan, les sea útil y sean capaces de usar mucho después de haber culminado un curso de fisiología (Michael *et al.*, 2009).

10.1.3.2 Nivel de consenso sobre los objetos de conocimiento y evaluación en la enseñanza de las ciencias básicas.

En cuanto a lo que se debe enseñar en las ciencias básicas, se pueden encontrar las propuestas basadas en guías generales, en objetivos y contenidos específicos, en competencias o aquellas que priorizan el desarrollo de habilidades y actitudes, más que de conocimientos. Con relación a la evaluación, falta especificar y estandarizar los resultados esperados de la enseñanza de las ciencias básicas médicas y el desarrollo de instrumentos de evaluación objetivos, válidos y confiables que permitan verificar los resultados de dicha enseñanza (Triana, 2013).

10.1.3.3. Uso de métodos y estrategias de enseñanza que integren el ser, el saber y el hacer.

Según un informe presentado a la UNESCO por la comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI (Delors, 1996), en la actualidad no es suficiente con que cada individuo acumule al comienzo de su vida una reserva de conocimientos a la que podrá recurrir después sin límites; sino que, principalmente, debe estar en condiciones de aprovechar y utilizar durante toda la vida cada oportunidad que se le presente para actualizar, profundizar y enriquecer ese primer saber y adaptarse a un mundo en permanente cambio.

Para que la educación pueda cumplir con su misión debe estructurarse en torno a cuatro aprendizajes fundamentales (Delors, 1996):

- a) Aprender a conocer o a aprender: permite a la persona comprender el mundo que le rodea. Este aprendizaje se enfoca más al dominio de los instrumentos propios del saber, que a la adquisición de conocimientos preestablecidos.
- b) Aprender a hacer: para poder influir sobre el propio entorno y llevar el conocimiento adquirido a la práctica.
- c) Aprender a vivir juntos: para participar y cooperar con los demás, lo cual implica reconocer las diferencias, las semejanzas y la interdependencia que tienen entre si los seres humanos, aprender a comunicarse, a trabajar por objetivos comunes y a solucionar conflictos.
- d) Aprender a ser: implica el desarrollo de la personalidad, la imaginación, la creatividad y el actuar basado en un pensamiento autónomo, crítico, justo y responsable.

Algunas de las formas de enseñanza usadas actualmente en las ciencias básicas no permiten la adquisición, en forma equitativa, de estos cuatro tipos de aprendizaje, debido a que suelen centrarse en la enseñanza de conocimientos, sus mecanismos de evaluación se basan principalmente en la memorización de información y los estudiantes son individuos pasivos que no se comprometen con su proceso de aprendizaje (Triana, 2013; Marín-Campos, 2004).

Para permitir que el estudiante pase de ser un receptor pasivo de información a un individuo activo y comprometido con su aprendizaje, el docente debe dejar de ser solo un transmisor de conocimiento y convertirse más en un guía o facilitador del aprendizaje, que verifique el logro de los objetivos educativos (Ponce-De León, 2004), que ofrezca la oportunidad al alumno de identificar sus propias necesidades de aprendizaje, de desarrollar su creatividad, aplicar todas sus capacidades cognoscitivas y hacerse más responsable de su propio aprendizaje.

#### 10.1.3.4. Integración entre los conceptos de las ciencias básicas y los de la práctica clínica.

La enseñanza de las ciencias básicas, debe relacionarse con el quehacer profesional del médico veterinario para que su contenido sea más relevante, genere mayor recordación (o un aprendizaje más duradero) en los estudiantes (Rasangika, 2014, Badyal, 2015) y les permita desarrollar el razonamiento clínico (Marin-Campos, 2004).

El solo aprendizaje de los conceptos no garantiza que un estudiante pueda usarlos para resolver problemas relacionados con su práctica clínica (Badyal, 2015).

Los estudiantes recomiendan enseñar las ciencias básicas haciendo una integración interdisciplinaria y una exposición clínica temprana que muestre la relevancia de éstas ciencias (Rosangika, 2014).

Enfrentar y atender los retos de la enseñanza de las ciencias básicas requiere del trabajo conjunto de los profesores de ciencias básicas y clínicas. Este trabajo debe estar guiado por una visión muy clara del médico que se quiere formar y del contexto en que éste ejercerá sus funciones (Triana, 2013).

#### 10.1.3.5. Requerimiento de profesores con formación disciplinar, docente y didáctico-pedagógica en ciencias básicas.

Los problemas de la enseñanza de las ciencias básicas demandan contar con profesores con vocación, expertos en su tema, capacitados en docencia, en el uso de los actuales

recursos didácticos y en las nuevas tecnologías de información y comunicación; pero también, con una visión clara de los requerimientos de la profesión médica actual, abiertos hacia los métodos activos y centrados en el aprendizaje de los estudiantes (Triana, 2013).

## 10.2. Cincuenta años de historia de la enseñanza de la Medicina Veterinaria en los Estados Unidos.

Un informe publicado en el *Journal of Veterinary Medical Education* en el año 2015 (Fletcher, 2015), provee ejemplos de cambios en la educación médica veterinaria, que, según sus autores, tuvo impactos positivos en la evolución de la instrucción y del currículo en los últimos 50 años, comenzando desde el año 1966.

Inicialmente, las clases eran por conferencias con pocas ayudas visuales, luego se introduce el uso de los programas de computadores y métodos de enseñanza activa, colaborativa y de aprendizaje auto dirigido (como el ABP), se hicieron intentos para integrar las ciencias preclínicas con las clínicas, los currículos se hicieron más flexibles y permitieron la experiencia clínica de los estudiantes desde el primer año.

Durante éste periodo, hubo muchos simposios en medicina veterinaria y se hicieron publicaciones importantes como el "Manual para la Educación Médica Veterinaria en el Siglo XXI: Receptivo, Colaborativo, Flexible", comúnmente conocido como el informe NAVMEC (Fletcher, 2015).

## 10.3. La didáctica

Algunas de las definiciones, en orden cronológico, que se han dado acerca de la didáctica, se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Definiciones de didáctica (modificado de Navarro, 2011).

Autores	Definiciones
---------	--------------

---

Comenio, J.A. (s. XVII).	Artificio universal para enseñar todas las cosas con rapidez, alegría y eficacia.
Mattos, A. (1963).	Disciplina pedagógica de carácter práctico normativo, que tiene por objeto específico la técnica de la enseñanza, esto es, la técnica de dirigir y orientar eficazmente a los alumnos en su aprendizaje.
Stöker, C. (1964).	La teoría de la instrucción y la enseñanza escolar de toda índole y a todos los niveles.
Koop, F. (1967).	La teoría del aprender y del enseñar. La ciencia, pues, de la instrucción.
Rodríguez Diéguez, J.L. (1973).	La ciencia y técnica de la instrucción educativa.
Fernández Huerta, J. (1979).	Ciencia que estudia el trabajo docente y discente congruente con los métodos de enseñanza y aprendizaje y que tiene como finalidad la instrucción.
Pérez Gómez, A. (1982).	La ciencia y tecnología del sistema de comunicación intencional, donde se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje en orden a optimizar, principalmente, la formación intelectual.
Fernández, A. (1984).	La ciencia de la educación de carácter teórico-normativo que busca la adquisición de hábitos intelectuales mediante la integración del aprendizaje de los bienes culturales.
Zabalza, M.A. (1990).	Campo de conocimientos, de investigaciones, de propuestas teóricas y prácticas que se centran sobre todo en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
De la Torre, S. (1993).	Disciplina pedagógica que se ocupa de los procesos de formación en contextos deliberadamente organizados.
Medina Rivilla, A. (2002).	Disciplina o tratado riguroso de estudio y fundamentación de la actividad de enseñanza en cuanto que propicia el aprendizaje formativo de los estudiantes en los más diversos contextos.
Sevillano, M. L. (2004).	Ciencia teórico-normativa que guía de forma intencional el proceso optimizador de la enseñanza-aprendizaje en un contexto determinado e interactivo, posibilitando la

---



---

aprehensión de la cultura con el fin de conseguir el desarrollo integral del estudiante.

---

Al analizar las distintas definiciones y tener en cuenta su propia práctica, Navarro (2011), define la didáctica como ciencia de la educación, teórico- práctica, tecnológica, técnico-artística e innovadora que explica, aplica y guía los procesos de enseñanza-aprendizaje, a fin de conseguir la formación educativa de los alumnos en contextos intencionalmente organizados, mediante la investigación para la mejora de dichos procesos.

Según Thouin (citado por Reinartz, 2012), la didáctica es una rama de las ciencias de la educación, cuyo objeto es planear las situaciones pedagógicas que favorecen la aparición, el funcionamiento y las preguntas continuas de los estudiantes; estudia los problemas particulares de la enseñanza y el aprendizaje de diversas disciplinas apoyándose sobre un análisis preciso de saberes y se interesa en los saberes mismos, los contenidos, el estudiante, la enseñanza y en el contrato didáctico (conjunto de interacciones, conscientes o no, verbales o no, entre docentes y estudiantes).

Según Mallart (Mallart, 2001), la Didáctica es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando. A partir de la anterior definición, se elabora un mapa conceptual (figura 1), en el cual, se puede ver cuáles son su objeto de estudio y finalidad, entre otros aspectos, si se leen los recuadros del extremo derecho de la figura en forma vertical obtendremos la definición de didáctica.

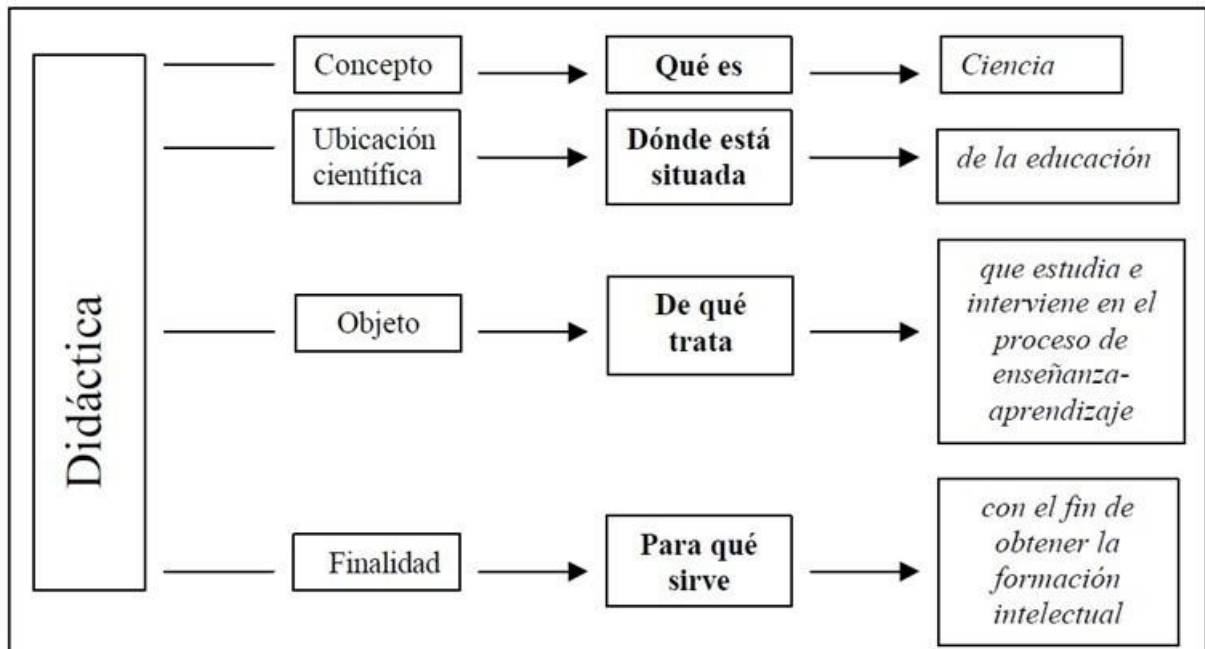


Figura 1: Mapa conceptual de la didáctica (tomado de Mallart, 2001).

Según Mallart (Mallart, 2001) la didáctica debe combinar adecuadamente el saber didáctico, que corresponde a la teoría, con el hacer didáctico, que es su parte práctica, la cual consiste en la realización del acto didáctico.

El aspecto teórico de la Didáctica está relacionado con los conocimientos que elabora sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Mientras que su aspecto práctico consiste en la aplicación de aquellos conocimientos, en la intervención efectiva en los procesos reales de enseñanza-aprendizaje (Mallart, 2001).

#### 10.4. Principios básicos de la fisiología

La gran cantidad de información existente en fisiología, da origen a programas sobrecargados de contenidos, lo cual dificulta que estos sean comprendidos por parte de sus estudiantes (Michael *et al.*, 2009). Otro problema, es la dificultad que presentan los estudiantes para resolver problemas fisiológicos que involucran uno o más sistemas (Modell, 2000).

Para tratar de solucionar estos problemas, se han desarrollado los principios básicos, los cuales se han usado en la enseñanza de la biología bajo diferentes nombres, y su naturaleza no difiere de las “grandes ideas” descritas por otros autores y son de carácter idéntico a los “conceptos básicos centrales” de Feder y a los “temas generales” definidos por el Comité de Educación Biológica del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (Michael *et al.*, 2009).

La definición de “gran idea” que ofrece Duschl y colaboradores es: cada “gran idea” está validada y es absolutamente central para la disciplina, integra muchos hallazgos y tiene un gran alcance explicativo y es la fuente de coherencia para muchos conceptos claves, principios e incluso otras teorías en la disciplina (Michael *et al.*, 2009).

En el año 2009, se publicó una lista de nueve principios básicos de la fisiología (Michael, *et al.* 2009), la cual, según los autores, es el resultado de su experiencia en la enseñanza de la fisiología y de discusiones formales e informales en talleres con otros educadores de fisiología y biología. En uno de estos talleres, decidieron cambiar el término de “grandes ideas” por el de “principios básicos” y se les dio la siguiente definición: los principios básicos son los que queremos que cada estudiante comprenda (sea capaz de usar) mucho después de que el curso se complete.

Los nueve principios básicos son: Evolución, ecosistemas y medio ambiente, mecanismos causales, la célula, relaciones estructura / función, niveles de organización, flujo de información, transferencia de materia / energía y transformaciones y homeostasis.

Michael y colaboradores (Michael *et al.*, 2009), definen cada uno de estos principios, describen su contexto dentro de la fisiología y proporcionan un ejemplo de importantes fenómenos fisiológicos comúnmente enseñados en un curso de fisiología. A manera de ilustración solo incluiremos aquí lo relacionado con el principio de homeostasis:

*Homeostasis: es un proceso que mantiene el ambiente interno de los sistemas vivos en un estado más o menos constante.*

*Contexto en la fisiología: Este es quizás el "principio central" definitorio de la fisiología. Se miden parámetros importantes del sistema, y los valores medidos se comparan con*

un "punto de ajuste" predeterminado, o valores deseados. La diferencia se utiliza para generar señales (información) que alteran las funciones del organismo para devolver la variable regulada hacia su valor determinado preestablecido.

Ejemplo: En los mamíferos, la temperatura corporal se mantiene más o menos constante frente a cambios en la temperatura ambiental y / o cambios en los estados internos mediante la manipulación de la producción de calor y la pérdida de calor a través de diversos mecanismos.

Estos "principios básicos" no son completamente distintos entre sí. Por ejemplo, el "principio básico" del flujo de información es una parte integral del "principio básico" de la homeostasis. Del mismo modo, el "principio básico" de la homeostasis está relacionado con el "principio básico" del mecanismo causal. La utilidad de estos "principios básicos" como herramientas de pensamiento no se ve disminuida por ninguna superposición posible entre ellos (Michael *et al.*, 2009).

Según Michael *et al.* (2009), las razones por las cuales son importantes los principios básicos son:

- a) Permitirían establecer cuál es la información más importante que se debe enseñar en un curso de fisiología, lo cual es muy necesario debido a la gran cantidad de contenido y al poco tiempo establecido para su enseñanza.
- b) Representan la base para la comprensión de toda la fisiología.
- c) Constituyen el punto de partida para desarrollar instrumentos de evaluación conceptual para la fisiología.
- d) Proveen a los estudiantes con herramientas de pensamiento para ayudar al aprendizaje de la fisiología.
- e) Son una herramienta para construir un marco general para objetivos específicos del curso.

Los objetivos del curso de fisiología deben reflejar y apoyar el aprendizaje de estos "principios básicos" disciplinarios, pero estos principios no son objetivos del curso y

además no deben ser tomados como una lista de temas a cubrir en el curso de fisiología, sino que reflejan las ideas que están en el centro de la disciplina (Michael *et al.*, 2009).

Harold I. Modell, (Modell, 2000) publicó un artículo en el cual se plantea la dificultad que presentan los estudiantes de fisiología para cumplir con el principal objetivo de la materia, el cual es que los estudiantes estén en capacidad de resolver problemas fisiológicos que involucren uno o más sistemas.

Según Modell, éste objetivo es difícil de lograr, en parte, porque los estudiantes construyen modelos mentales centrados en situaciones específicas, las cuales no les permiten reconocer las características comunes que tienen entre sí un conjunto de situaciones y sistemas fisiológicos. Para lograr dicho reconocimiento, el autor propone el uso de los modelos conceptuales generales.

Estos modelos son: Sistemas de control, conservación de masa, flujo de masa y calor, propiedades elásticas de los tejidos, transporte a través de membranas, comunicación célula a célula, interacción molecular.

Según Modell, la construcción de modelos para situaciones específicas que hacen los estudiantes se ve favorecida por la enseñanza de la fisiología fragmentada o compartimentada por sistemas de órganos, la cual presenta un vocabulario, unos conceptos y principios específicos para cada uno de estos sistemas.

Las estrategias que propone Modell (Modell, 2000) para que los estudiantes reconozcan y apliquen estos modelos generales son:

- a) Enseñanza de los diferentes sistemas fisiológicos a través del uso de un lenguaje unificado de modelos generales.
- b) Realización de actividades basadas en diferentes problemas fisiológicos y no fisiológicos, así como en las figuras de sus textos de fisiología que permitan a los estudiantes encontrar características comunes y relacionarlas con algún modelo general.
- c) Planteamiento de preguntas a los estudiantes al comienzo de cada tema, las cuales los lleven a relacionar sus conocimientos previos de los modelos generales con cada uno de estos temas.

Tanto los modelos generales, como los principios básicos, tienen el propósito de enseñar a los estudiantes lo esencial de la disciplina, de una forma que les permita relacionar muchos fenómenos fisiológicos sin hacer énfasis en los detalles.

Para asegurarse que la lista que inicialmente se tenía de nueve principios básicos, incluyera todos los principios que los miembros de la facultad de fisiología desean que sus estudiantes comprendan, y la importancia relativa de estos, se realizaron unas encuestas a los profesores de fisiología de una amplia gama de instituciones universitarias y escuelas de medicina en Estados Unidos (Michael y McFarland, 2011).

Los autores de estas encuestas plantearon la necesidad de definir lo que deben saber los estudiantes de fisiología, puntualizando en la necesidad de que los estudiantes comprendan y sean capaces de usar los principios nucleares disciplinarios y no solo memorizar hechos, ecuaciones y procesos (Michael y McFarland, 2011)

En la encuesta se dieron varias definiciones de “principios básicos” o “grandes ideas”, una de estas definiciones es la de Duschl y colaboradores, la cual ya se mencionó antes, otra de las definiciones fue la de Wiggins y McTighe, que dice así:

*"Por definición, las grandes ideas son importantes y perdurables. Las grandes ideas son transferibles más allá del alcance de una unidad en particular. Las grandes ideas son el material de construcción de la comprensión. Pueden ser pensadas como los patrones significativos que permiten conectar los puntos del conocimiento que de otra forma estarían fragmentados"* (Michael y McFarland, 2011).

En dicha encuesta, se solicitó a los profesores que describieran los principios básicos de fisiología que consideraban importantes, esta información fue analizada, dando como resultado una lista de 15 principios básicos de la fisiología, los cuales fueron sometidos a una encuesta para establecer la importancia de cada uno de estos.

Los siguientes son los principios básicos con su definición, organizados en orden de importancia según Michael y McFarland (2011):

- a) Homeostasis: el ambiente interno de los organismos es mantenido activamente constante por la función de las células, tejidos y órganos organizados en sistemas de retroalimentación negativa.
- b) Membrana celular: la membrana plasmática es una estructura compleja que determina que sustancias entran o salen de la célula. Son esenciales para la señalización celular, transporte y otros procesos.
- c) Comunicación célula a célula: La función del organismo requiere que las células pasen información entre sí para coordinar sus actividades. Estos procesos incluyen la señalización endocrina y neural.
- d) Interdependencia: Las células, los tejidos, los órganos y los sistemas de órganos interactúan entre sí (dependen de la función del otro) para sostener la vida.
- e) Flujo descendente de gradientes de energía: El transporte de "materia" (iones, moléculas, sangre y aire) es un proceso central en todos los niveles de organización en el organismo, y este transporte se describe por un modelo simple.
- f) Energía: La vida del organismo requiere el gasto constante de energía. La adquisición, transformación y transporte de energía es una función crucial del cuerpo.
- g) Estructura/función: la función de una célula, tejido, u órgano está determinado por su forma. La estructura y función (desde el nivel molecular al de sistema de órganos) están intrínsecamente relacionados entre sí.
- h) Razonamiento científico: La fisiología es una ciencia. Nuestra comprensión de las funciones del cuerpo surge de la aplicación del método científico; Así, nuestro entendimiento es siempre provisional.
- i) Teoría celular: Todas las células que componen el organismo tienen el mismo ADN. Las células tienen muchas funciones comunes, pero también muchas funciones especializadas que son requeridas por el organismo.
- j) Física/química: las funciones de los organismos vivos son explicables por la aplicación de las leyes de la física y la química.
- k) Genes a proteínas: Los genes (ADN) de cada organismo codifican la síntesis de proteínas (incluyendo enzimas). Las funciones de cada célula están determinadas por los genes que se expresan.

- l) Niveles de organización: La comprensión de las funciones fisiológicas requiere entender el comportamiento en todos los niveles de la organización desde lo molecular a lo social.
- m) Balance de masa: El contenido de cualquier sistema o compartimento de un sistema viene determinado por las entradas y salidas de ese sistema o compartimento.
- n) Causalidad: Los organismos vivos son mecanismos causales (máquinas) cuyas funciones son explicables por una descripción de las relaciones de causa y efecto que están presentes.
- o) Evolución: Los mecanismos de la evolución actúan en muchos niveles de organización y dan lugar a cambios adaptativos que han producido las relaciones existentes entre estructura y función.

Cada principio básico está compuesto de un conjunto de ideas, al proceso mediante el cual se extraen de cada principio básico el conjunto de ideas que abarca, recibe el nombre de “desempaquetado” (Michael *et al.*, 2009). Para ser útil en un contexto educativo (es decir, en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación), cada uno de los principios básicos debe ser descomprimido o desempaquetado en sus ideas componentes. Por ejemplo, “resistencia” es una idea componente dentro del principio básico “gradiente de flujo”. Estas ideas componentes sirven como vehículos para aplicar los principios básicos a áreas específicas de la fisiología a niveles apropiados de complejidad, haciendo coincidir los resultados esperados del aprendizaje y las evaluaciones (Michael y McFarland, 2011).

En la discusión de éste artículo (Michael y McFarland, 2011) se establece lo siguiente:

La diversidad de los miembros de la facultad que respondieron las encuestas y los altos niveles de acuerdo en sus respuestas apoyan la hipótesis de que hay un conjunto de principios básicos que pueden ser vistos como centrales para la disciplina de la fisiología y, por tanto, importantes para que los estudiantes comprendan.

Identificar los principios fundamentales y descomprimirlos en sus partes componentes permite desarrollar un instrumento para la evaluación conceptual de la fisiología, es decir, un inventario de conceptos fisiológicos.



Los inventarios de conceptos son conjuntos de preguntas de selección múltiple que evalúan la comprensión de los principios básicos. Estos inventarios también permiten diagnosticar los conceptos erróneos comunes de los estudiantes y son instrumentos que pueden ser utilizados para la evaluación formativa del aprendizaje, para comparar diferentes enfoques pedagógicos y para la evaluación del programa (Michael y McFarland, 2011; Michael *et al.*, 2009).

## 10.5. Aprendizaje basado en problemas (ABP)

### 10.5.1. Historia y antecedentes

El ABP tiene sus inicios en la universidad de McMaster en Canadá, a finales de la década de los 60 y comienzos de los 70, tratando de instituir un sistema de enseñanza de la medicina en la cual sus profesionales, además de adquirir conocimientos, adquirieran una serie de competencias y habilidades básicas para su trabajo, pues observaban que estudiantes con buenos conocimientos en diversas materias médicas no eran capaces de aplicarlos cuando se enfrentaban a un problema real o simulado (Vizcarro y Juarez, 2008).

El ABP también tiene sus antecedentes en la idea de trabajo activo en el aprendizaje, propuesta por Dewey y Piaget, en la década de 1930, y por Lewin, en la década de 1940 (Reinartz y González, 2013). Otro antecedente es el enfoque general de solución de problemas, que en forma didáctica aparece bajo el nombre de Técnica Problémica y el Método de Solución de Problemas, en los cuales se plantea la solución de problemas en la enseñanza como una aplicación del método científico. Parten, en efecto, de un problema, discuten hipótesis como alternativas de solución y pasan a la verificación y replanteamientos. Pero el método tutorial ideado en McMaster es algo diferente, muy estructurado, que se inicia con la construcción de un problema complejo similar a los que el futuro profesional enfrentará en el ejercicio de su práctica cotidiana y en torno a cuya solución los estudiantes deben formarse en la teoría y en la praxis (Restrepo, 2005).

El ABP ha sido ampliamente utilizado en los últimos años en las áreas médicas y también es adecuado para la enseñanza de las ciencias básicas (Mierson, 1998), actualmente es

aplicado en más de 200 facultades de Medicina y Medicina Veterinaria en el mundo (Reinartz, 2013).

Según Reinartz (Reinartz, 2012), algunas de las universidades, a nivel internacional, en las cuales se ha implementado el ABP y que incluyen la Fisiología dentro de su currículo, son: Universidad de McMaster (Canadá), Universidad de Maastricht (Holanda), Universidad de Montreal (Canadá), Universidad de Quebec en Montreal (Canadá), Universidad de Sao Paulo (Brasil), Universidad de Aalborg (Dinamarca), Universidad Autónoma de Barcelona (España) y la Universidad de Linkoping (Suecia).

La Fisiología, es una asignatura con una presencia importante en nuestro país, ya que se ofrece en los programas de Zootecnia, Medicina Veterinaria, Medicina humana y Biología. Colombia cuenta con cerca de 30 facultades en las cuales se ofrece la asignatura de Fisiología Animal (contando los programas de Zootecnia, Medicina Veterinaria y Medicina Veterinaria-Zootecnia) (Reinartz, 2012).

En Colombia, el ABP se ha trabajado en las Universidades de Antioquía, del Valle y del Norte de Barranquilla (Restrepo, 2005). Cabe mencionar la metodología: “Seminario Estudiantil de Fisiología Animal”, la cual es aplicada hace algunos años en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, en Zootecnia, en el curso de Fisiología Animal, el cual, según su propia autora, tiene como objetivos, integrar la teoría y la práctica, vincular procesos de creatividad en la valoración académica e inducir los conceptos de autoevaluación y autorregulación en los estudiantes (Reinartz, 2012).

#### 10.5.2. Definición y características generales

Barrows (1986), define el ABP como un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos (Escribano, 2010). Las características fundamentales del método que éste autor establece son:

- a) El aprendizaje está centrado en el alumno.

- b) El aprendizaje se produce en pequeños grupos.
- c) Los profesores son facilitadores o guías de este proceso.
- d) Los problemas son el foco de organización y estímulo para el aprendizaje.
- e) Los problemas son un vehículo para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.
- f) La nueva información se adquiere a través del aprendizaje auto dirigido.

Muchas de estas características tienen su base teórica en el constructivismo. La premisa básica es que el aprendizaje es un proceso de construcción del nuevo conocimiento sobre la base del previo. Otros de los principios constructivistas a los cuales responde el ABP son:

- a) El entendimiento con respecto a una situación de la realidad surge de las interacciones con el medio ambiente.
- b) El conflicto cognitivo que se provoca al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje (Escribano, 2010).

El ABP es un método de enseñanza en el cual los estudiantes, en grupo y partiendo de un problema, determinan sus objetivos de aprendizaje en función de sus conocimientos y buscan información para comprender el problema y obtener una solución con la ayuda de un tutor (Alcoba, 2012).

El ABP es un método que promueve un aprendizaje integrado, en el sentido de que integra el qué con el cómo y el para qué se aprende, de tal forma que es tan importante el conocimiento, como los procesos que se generan para su adquisición. Este método permite tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para el aprendizaje, los cuales se pueden generalizar a otros contextos, como, por ejemplo: responsabilidad en el propio aprendizaje, evaluación crítica, relaciones interpersonales, colaboración en el seno de un equipo, etc. (Escribano, 2010).

El ABP puede ser usado como estrategia general a lo largo del plan de estudios de una carrera profesional, ser implementado como una estrategia de trabajo a lo largo de un

curso específico o como técnica didáctica aplicada para la revisión de ciertos objetivos de aprendizaje de un curso (ITESM, 2003).

El camino que toma el proceso de aprendizaje convencional se invierte al trabajar en el ABP. Mientras que, tradicionalmente, primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema, en el caso del ABP primero se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema (ITESM, 2003).

De acuerdo con Michael (2006), el ABP hace parte de los enfoques de aprendizaje activo, el cual es definido como el proceso de hacer que los estudiantes participen y reflexionen, que evalúen su grado de comprensión y habilidad para manejar conceptos o problemas. En este proceso, se mantiene a los estudiantes mentalmente, y a veces físicamente, activos en su aprendizaje, a través de actividades que los involucran en la recopilación de información, pensamiento y resolución de problemas.

### 10.5.3. Objetivos del ABP

Según Martínez (2007), los objetivos del ABP son:

En relación con los contenidos de aprendizaje:

- a) Que los estudiantes adquieran y desarrollen conocimientos específicos de las diversas áreas de la medicina.
- b) Que integren y apliquen los conocimientos adquiridos.

En relación con el proceso:

- a) Que los estudiantes desarrollen habilidades para el aprendizaje independiente y de comunicación.
- b) Que adquieran y desarrollen habilidades necesarias para solucionar problemas.
- c) Que aprendan a trabajar en equipo.

Existen unas habilidades de aprendizaje a lo largo de toda la vida (Mierson, 1998), a las cuales también contribuye el ABP, como identificar el nivel de conocimiento, localizar, buscar y organizar la información.

#### 10.5.4. El problema

En el ABP se enseña y aprende a partir de problemas que tienen significado para los estudiantes y son seleccionados o diseñados para el logro de ciertos objetivos de conocimiento, de manera que lo más importante en ésta estrategia didáctica no es resolver el problema, sino que éste sea usado como detonador para cubrir dichos objetivos (ITESM, 2003).

Para el ABP, un problema es una situación simulada muy parecida a los problemas que se enfrentarán en la práctica profesional. En medicina es un caso de un paciente con sus síntomas y circunstancias. El problema debe mantener la motivación de los estudiantes y llevarlos a indagar áreas básicas de la profesión que estudian (Restrepo, 2005).

Según Restrepo (2005), las variables a considerar para la formulación de un buen problema son:

- a) Relevancia: se refiere a que los estudiantes rápidamente comprendan la importancia del problema para discutir y aprender temas específicos del curso, así como la importancia del problema para el ejercicio de su profesión. Los estudiantes deben sentirse en situaciones similares a las que tendrán que afrontar durante el ejercicio profesional.
- b) Cobertura: el problema debe guiar a los estudiantes a buscar, descubrir y analizar la información que el curso, la unidad o tema objeto de estudio debe entregarles.
- c) Complejidad: el problema complejo no tiene una solución única, sino que demanda ensayar varias hipótesis, que deben documentarse y probarse. Además, debe demandar la participación de varias áreas académicas o de conocimiento (interdisciplinariedad).

Otra condición importante que deben cumplir los problemas, es que estos deben tener relación con los conocimientos previos de los estudiantes y, al mismo tiempo, comprender

una serie de elementos desconocidos que demanden más información. (Vizcarro y Juárez, 2008).

En un curso de ABP en fisiología, para estudiantes de ciencia básica (Mierson, 1998), fueron usados los siguientes tipos de problemas: estudios de casos clínicos; basados en investigación; escenarios para los cuales los estudiantes debían explicar la fisiología relevante y artículos de revistas de fisiología.

#### 10.5.5. El grupo

El grupo de participantes en un ABP está formado por el tutor y los estudiantes (Vizcarro y Juárez, 2008). Inicialmente, y por bastante tiempo, se pensó que el ABP no podía realizarse sino con grupos entre seis y diez estudiantes. Hoy en día se han desarrollado propuestas que permiten trabajar hasta con 60 estudiantes, descartando tutores de grupos pequeños y entrenado más bien a los estudiantes sobre los propósitos y mecánica del método, para que este sea puesto en marcha por grupos colaborativos, bajo la asesoría de un docente itinerante a través de estos grupos (Restrepo, 2005).

En un artículo escrito por Mierson (1998) en el cual describe la enseñanza de la fisiología mediante el ABP, usando dos formatos diferentes; con facilitador dedicado y facilitador itinerante; refiriéndose el primer caso, a un tutor para cada grupo pequeño y el segundo al trabajo de uno o varios tutores ambulantes que trabajan simultáneamente con varios grupos pequeños. En éste último, el tiempo de clase se dividió entre el trabajo en grupos pequeños y actividades con toda la clase. Las diferencias encontradas por el autor en cada uno de estos formatos fueron:

Facilitador dedicado:

- a) El facilitador tiene la oportunidad de conocer más a sus estudiantes, así como las dinámicas del grupo.
- b) El facilitador tiene más oportunidad de estar pendiente de los errores conceptuales del grupo y también de guiarlo hacia un nivel más profundo del conocimiento.

Facilitador itinerante

- a) El facilitador no tiene un conocimiento tan profundo de sus estudiantes.
- b) Los estudiantes se volvieron autosuficientes mucho antes, siendo más responsables de su propia dinámica de grupo.
- c) La logística es más simple, pues al tener a todos los estudiantes reunidos en un mismo lugar, se mejora la coordinación de los grupos y el acceso al material didáctico.
- d) Hay oportunidades para mini-conferencias sobre temas que confundían a todos los grupos y para discusiones de conclusión para cada problema.
- e) Era posible intercambiar ideas entre los grupos sobre los contenidos y el proceso grupal.

Al interior de cada grupo, los estudiantes deben elegir un coordinador y un secretario (Vizcarro y Juárez, 2008). El coordinador dirige el proceso de aprendizaje, estableciendo la agenda de trabajo, dirigiendo la discusión de acuerdo a los pasos o etapas del ABP, estimulando la participación de todos los miembros del grupo y se asegura de que se cumplen los plazos temporales. El secretario se encarga de registrar y sintetizar la información relevante.

En el ABP, el profesor a cargo del grupo actúa como un tutor en lugar de ser un maestro convencional experto en el área y transmisor del conocimiento. Su principal tarea es asegurarse de que los alumnos progresen de manera adecuada hacia el logro de los objetivos de aprendizaje, además de identificar qué es lo que necesitan estudiar para comprender mejor (ITESM, 2003).

Algunas de las responsabilidades del tutor en el ABP son:

- a) Elaborar o seleccionar los problemas.
- b) Apoyar el desarrollo de la habilidad en los alumnos para buscar información y recursos de aprendizaje (ITESM, 2003).
- c) Actuar como facilitador del aprendizaje que pone retos, cuestiona y estimula a los estudiantes en su proceso de razonamiento, solución de problemas y aprendizaje independiente (Martínez *et al.*, 2007, ITESM, 2003)

- d) Fomentar en el grupo un sentido de trabajo colectivo eficiente, en un ambiente de respeto, asegurarse de que todos participen y capacitar en la autoevaluación (Martínez *et al.*, 2007).
- e) Realizar tutorías a los grupos fuera de las sesiones.
- f) Ayudar a los estudiantes a elaborar hipótesis, sintetizar información, defender opiniones con conceptos claros, a utilizar la información como herramienta para su trabajo, evitando que simplemente repitan datos memorizados.
- g) Ayudar a los estudiantes a aplicar su conocimiento previo, a relacionar el conocimiento adquirido con las diferentes áreas y con el problema planteado y constatar la adquisición del aprendizaje, asegurándose que el alumno reciba retroalimentación sobre su desempeño (ITESM, 2003).

De acuerdo con Mierson (1998), las cualidades y habilidades de un facilitador son: capacidad de escucha; moderación en no dar las respuestas; monitorear la dinámica de grupo y saber cuándo intervenir; reconocer cuando no sabe; dar realimentación; gestionar conflictos; empoderar a los estudiantes y motivarlos a participar.

#### 10.5.6. Componentes y secuencia que integran la organización didáctica del ABP

Aunque el ABP ha mantenido el esquema básico, esto es, los pasos u organización del método, actualmente existen diferentes versiones de la disposición de sus partes. Estas versiones según Restrepo (2005), son:

Método de los siete pasos (Universidad de Lindburg Maastricht, Holanda):

- 1) Planteamiento del problema: lo diseña el tutor.
- 2) Clarificación de términos del problema: para dejar establecido que todos los estudiantes tengan una adecuada comprensión de estos.
- 3) Análisis del problema: en esta fase los estudiantes aportan todos los conocimientos que poseen sobre el problema, así como posibles conexiones. El énfasis se hace más en cantidad de ideas que en su veracidad (lluvia de ideas).
- 4) Explicaciones tentativas: se lanzan hipótesis explicativas del problema y se someten a discusión, a partir de la preparación teórica que tienen.



- 5) Objetivos de aprendizaje adicional: se determina qué temáticas es preciso consultar y profundizar para solucionar el problema.
- 6) Buscar información adicional fuera del grupo o estudio individual: los estudiantes buscan y estudian la información que les falta para cumplir los objetivos de aprendizaje y para sustentar las hipótesis lanzadas.
- 7) Síntesis de la información recogida y elaboración del informe sobre los conocimientos adquiridos: la información aportada por los distintos miembros del grupo se discute, se contrasta y se extraen las conclusiones pertinentes para el problema, como por ejemplo el descarte de hipótesis.

El propósito no es que descarten las hipótesis débiles y se llegue a la explicación verdadera. Es más importante que los participantes aprendan a manejar el método y hagan transferencia metodológica a la discusión de futuros problemas.

Generalmente, los pasos del uno al cinco se llevan a cabo en una primera sesión de trabajo de grupo con el tutor. El paso seis puede llevar tres o cuatro días y el último paso se realiza en una segunda reunión del grupo con el tutor. En total, un problema dura típicamente una semana o diez días, según la dificultad del mismo (Vizcarro y Juárez, 2008).

El método de los ocho pasos (*Journal of PBL*, 2000):

- 1) Explorar el problema, crear hipótesis, identificar aspectos.
- 2) Tratar de resolver el problema con lo que ya se sabe.
- 3) Identificar lo que no se sabe y lo que se necesita saber para resolver el problema.
- 4) Priorizar las necesidades de aprendizaje, definir objetivos de aprendizaje nuevo y recursos de información y distribuir tareas de consulta entre los participantes.
- 5) Autoestudio y preparación.
- 6) Compartir la información entre todos.
- 7) Aplicar el conocimiento a la solución del problema.
- 8) Evaluar el nuevo conocimiento logrado, la solución dada y la efectividad de todo el proceso.

Método de los nueve pasos (Academia de matemáticas y ciencias de Illinois, 2001).

- 1) Preparar a los estudiantes para el ABP. Se recuerda a los estudiantes el método y se les hace inducción para iniciar el proceso.
- 2) Presentar el problema.
- 3) Establecer lo que se sabe y lo que se requiere saber.
- 4) Definir el planteamiento del problema
- 5) Recoger y compartir información pertinente.
- 6) Generar posibles soluciones.
- 7) Evaluar las soluciones tentativas aportadas.
- 8) Evaluar el desempeño en el proceso.
- 9) Resumir la experiencia alcanzada al tratar el problema.

Todas estas variantes tienen los mismos elementos esenciales, que son:

- a) Lectura o análisis del problema.
- b) Lanzamiento de hipótesis.
- c) Discusión de las hipótesis.
- d) Investigación adicional independiente.
- e) Discusión final para acercarse a la hipótesis más probable.

Según el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM, 2003) lo que deben hacer los alumnos al enfrentarse al problema en el ABP es:

- 1) Leer y analizar el escenario en el que se presenta el problema: discutir en el grupo los puntos necesarios para establecer un consenso sobre cómo se percibe dicho escenario.
- 2) Identificar cuáles son los objetivos de aprendizaje que se pretenden cubrir con el problema.

- 3) Identificar la información con la que se cuenta: elaborar un listado de lo que ya se conoce sobre el tema.
- 4) Un esquema del problema: elaborar una descripción del problema, identificando qué es lo que el grupo está tratando de resolver de acuerdo al análisis de lo que ya se conoce, la descripción del problema debe ser revisada a cada momento en que se disponga de nueva información.
- 5) Un diagnóstico situacional: elaborar grupalmente una lista de lo que se requiere para enfrentar al problema, elaborando un listado de preguntas o de conceptos que se necesiten dominar.
- 6) Un esquema de trabajo: preparar un plan con posibles acciones para cubrir las necesidades de conocimiento identificadas y donde se puedan señalar las recomendaciones, soluciones o hipótesis.
- 7) Recopilar información: el equipo busca información en todas las fuentes pertinentes para cubrir los objetivos de aprendizaje y resolver el problema.
- 8) Analizar la información: se analiza la información recopilada, se buscan opciones y posibilidades y, se replantea la necesidad de tener más información para solucionar el problema.
- 9) Plantearse los resultados: preparar un reporte en donde se hagan recomendaciones, estimaciones sobre resultados, inferencias u otras resoluciones apropiadas al problema, todo lo anterior debe estar basado en los datos obtenidos y en los antecedentes.

Según el ITESM (ITESM 2003), algunas recomendaciones para el trabajo con el ABP son:

- a) Las reglas de trabajo y las características de los roles deben ser establecidas con anticipación y deben ser compartidas y claras para todos los miembros del grupo.
- b) Proporcionar preguntas relacionadas con el problema.
- c) Discutir la solución de los problemas ante toda la clase.
- d) Permitir que los estudiantes realicen una retroalimentación al final de cada sesión teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La relación de grupo con el contenido de aprendizaje.
- La relación de los miembros dentro del grupo.
- La relación de los miembros con el tutor del grupo.

#### 10.5.7. Evaluación en el ABP

La evaluación debe estar orientada al cumplimiento de los objetivos generales del ABP, tanto a nivel de los contenidos como del proceso.

La evaluación de los contenidos debe ir más allá de la medida de la reproducción del conocimiento, pues debe incluir la capacidad para la resolución de problemas y su correspondiente argumentación (Vizcarro y Juárez, 2008).

En el trabajo en equipo se deben tener en cuenta los aportes en conocimiento, la colaboración para alcanzar una meta en común y las interacciones personales del alumno con los demás miembros del grupo (Vizcarro y Juárez, 2008).

En el ABP, todos los miembros del grupo deben evaluar, es decir el tutor y los estudiantes. Los alumnos deben tener la posibilidad de evaluarse a sí mismos, evaluar a sus compañeros, al tutor, el proceso y los resultados de éste (Escribano, 2010).

La evaluación debe hacerse a lo largo de todo el proceso, es decir, durante la realización de los pasos y al finalizar (Vizcarro y Juárez, 2008).

Existen diferentes formas para realizar la evaluación: examen escrito; examen práctico; mapas conceptuales; evaluación del compañero; autoevaluación; evaluación del tutor; presentación oral; reporte escrito; portafolios (Escribano y Del Valle, 2010) y salto triple grupal (Rangachari, 1991).

A continuación, se presentan algunas sugerencias (parámetros de evaluación) sobre las áreas que pueden ser evaluadas en el estudiante por parte del tutor y de los integrantes del grupo (ITESM, 2003; Escribano y Del Valle, 2010):

- a) Preparación para la sesión: Utiliza material relevante durante la sesión, aplica conocimientos previos, demuestra iniciativa, curiosidad y organización. Muestra evidencia de su preparación para las sesiones de trabajo en grupo.
- b) Participación y contribuciones al trabajo del grupo: Participa de manera constructiva y apoya al proceso del grupo, aportando ideas e información. Tiene además la capacidad de dar y aceptar retroalimentación constructiva y contribuye a estimular el trabajo colaborativo, incentiva la participación de sus compañeros y reconoce sus aportes.
- c) Habilidades interpersonales y de comportamiento interpersonal: Muestra habilidad para comunicarse con los compañeros, escucha y atiende las diferentes aportaciones, es respetuoso y ordenado en su participación, es colaborativo y responsable.
- d) Actitudes y habilidades humanas: Está consciente de las fuerzas y limitaciones personales, escucha las opiniones de los demás, tolera los defectos de los demás y estimula el desarrollo de sus compañeros.
- e) Evaluación crítica: Clarifica, define y analiza el problema, es capaz de generar y probar una hipótesis, identifica los objetivos de aprendizaje.

La evaluación del tutor puede ser realizada por los demás miembros del grupo o por un observador externo. Los siguientes son algunos de los criterios de evaluación que son usados en el curso de introducción a la biología II de la Universidad de Delaware (Escribano y Del Valle, 2010):

- a) Muestra un interés activo en mi grupo.
- b) Crea un ambiente relajado y abierto para iniciar una discusión
- c) Escucha y responde adecuadamente a mis problemas y preguntas
- d) Admite los conocimientos que él no sabe
- e) Ayuda a mi grupo a identificar la importancia de aprender y describir temas aprendidos, para poderlos discutir.
- f) Interviene para guiar a mi grupo por el camino adecuado.
- g) Provee comentarios constructivos acerca de la información presentada

- h) Presenta buenos juicios acerca de cuándo hacer y responder preguntas.
- i) Plantea preguntas que estimulan mi pensamiento y mi habilidad para analizar el problema
- j) Impulsa a los miembros del grupo para afinar y organizar sus presentaciones.

#### 10.5.8. Ventajas del ABP

La integración, en mayor o menor medida, de los aprendizajes que se pueden lograr mediante esta estrategia didáctica, estará determinada por la capacidad del tutor y por la disposición del estudiante a participar en esta forma de trabajo (ITESM, 2003).

Los aprendizajes, habilidades y actitudes que fomenta el ABP, son:

- a) Aprendizaje de conceptos y contenidos propios a la materia de estudio.
- b) Habilidades cognitivas como el pensamiento crítico, análisis, creatividad y síntesis.
- c) Habilidad para solucionar problemas, lo que a su vez estimula una actitud activa hacia la exploración y la indagación (Vizcarro y Juárez 2008)
- d) Capacidad para identificar sus propias necesidades de aprendizaje.
- e) Comprender los fenómenos que son parte de su entorno, tanto de su área de especialidad como contextual (político, social, económico, ideológico, etc.): debido a que los problemas los acercan a la realidad.
- f) Capacidad de argumentación, discusión y toma de decisiones
- g) Aumenta la motivación, retención y comprensión de la información debido a que se aprende a partir de problemas que son significativos para el alumno.
- h) Cuestionar la escala propia de valores (honestidad, responsabilidad, compromiso).
- i) Habilidades para el aprendizaje auto dirigido.
- j) Permite la integración de diferentes disciplinas, para la solución de los problemas, por ejemplo, ciencias básicas entre sí y éstas con las clínicas. (Vizcarro y Juárez, 2008).
- k) Habilidades interpersonales que le permitan trabajar en equipo de forma colaborativa.

- l) Una mejor selección y uso más frecuente de fuentes de información actualizadas (ITESM, 2003; Amato y Novales-Castro, 2010)
- m) Familiariza e implica al alumno en situaciones de su práctica profesional (Vizcarro y Juárez, 2008).
- n) El estudiante se compromete con su proceso de aprendizaje (aprendizaje activo) (Martínez *et al.*, 2007; ITESM, 2003)
- o) Le permite hacer uso de su conocimiento previo
- p) El aprendizaje se centra en el alumno y no en el profesor o los contenidos
- q) Los conocimientos son introducidos en directa relación con el problema y no de manera aislada o fragmentada.
- r) Los estudiantes evalúan su propio proceso, así como el de sus compañeros (ITESM, 2003)
- s) Se da tanta importancia a los conocimientos como a los procesos que permiten su adquisición (Vizcarro y Juárez, 2008).
- t) La evaluación es formativa, cualitativa e individualizada (Dueñas, 2001).

#### 10.5.9. Desventajas y barreras del ABP

A muchos profesores se les dificulta actuar como tutores, pues quieren continuar enseñando mediante la exposición y también tienen un deficiente dominio sobre los fenómenos de interacción grupal (cohesión, comunicación, competencia, entre otros (ITESM, 2003).

La cantidad de contenido que se consigue abarcar con el ABP es menor comparándolo con el método tradicional (Vizcarro y Juárez, 2008).

El ABP puede requerir de más recursos humanos que puedan ejercer como tutores, así como más recursos didácticos, debido a que un gran número de estudiantes necesitan acceso simultáneamente a ellos, por ejemplo, la misma biblioteca y los mismos recursos informáticos (Wood, 2003).

Los estudiantes pueden no estar seguros de cuánto estudio autónomo deben hacer y qué información es relevante y útil. Esto puede llevarlos a una sobrecarga o a un déficit de información (Wood, 2003).

Requiere más dedicación de tiempo por parte de los docentes (para preparar los problemas y hacer tutorías y retroalimentación a los alumnos) y más trabajo extra clase por parte de los estudiantes (Amato y Novales-Castro, 2010; ITESM, 2003).

Conlleva a una modificación curricular, porque al trabajar en base a problemas los contenidos de diferentes disciplinas convergen, lo cual requiere un trabajo coordinado para cumplir con los objetivos de aprendizaje y evitar que se presenten duplicaciones en los contenidos de diferentes materias (ITESM, 2003).

Inicialmente pueden bajarse los niveles de aprendizaje de contenidos, pero en periodos largos se incrementa la retención de conocimientos (Restrepo, 2005).

En la tabla 2, se señalan algunas diferencias importantes entre el proceso de aprendizaje tradicional y el proceso de aprendizaje en el ABP (ITESM, 2003).

Tabla 2. Diferencias entre el proceso de aprendizaje tradicional y el ABP

Aprendizaje tradicional.	Aprendizaje basado en problemas
El profesor asume el rol de experto o autoridad formal.	Los profesores tienen el rol de facilitador, tutor, guía, coaprendiz, o asesor.
Los profesores transmiten la información a los alumnos.	Los alumnos toman la responsabilidad de aprender y crear alianzas entre alumno y profesor.
Los profesores organizan el contenido en exposiciones de acuerdo a su disciplina.	Los profesores diseñan su curso basado en problemas abiertos. Los profesores incrementan la motivación de los estudiantes presentando problemas reales.
Los alumnos son vistos como “recipientes vacíos” o receptores pasivos de información.	Los profesores buscan mejorar la iniciativa de los alumnos y motivarlos.



---

Las exposiciones del profesor son basadas en comunicación unidireccional; la información es transmitida a un grupo de alumnos.	Los alumnos trabajan en equipos para resolver problemas, adquieren y aplican el conocimiento en una variedad de contextos.
Los alumnos trabajan por separado.	Los alumnos localizan recursos y los profesores los guían en este proceso.
Los alumnos absorben, transcriben, memorizan y repiten la información para actividades específicas como pruebas o exámenes.	Los alumnos en pequeños grupos interactúan con los profesores quienes les ofrecen retroalimentación.
El aprendizaje es individual y de competencia.	Los alumnos participan activamente en la resolución del problema, identifican necesidades de aprendizaje, investigan, aprenden, aplican y resuelven problemas.
Los alumnos buscan la “respuesta correcta” para tener éxito en un examen.	Los alumnos experimentan el aprendizaje en un ambiente cooperativo.
La evaluación es sumatoria y el profesor es el único evaluador.	Los profesores evitan solo una “respuesta correcta” y ayudan a los alumnos a armar sus preguntas, formular problemas, explorar alternativas y tomar decisiones efectivas.
	Los estudiantes evalúan su propio proceso, así como el de todo el grupo.
	La evaluación tiene en cuenta de igual forma tanto el proceso como el resultado.

---

#### 10.5.10. Eficacia del aprendizaje basado en problemas

En un estudio, cuyo objetivo fue evaluar el método del ABP en la enseñanza de la microbiología en comparación con los métodos tradicionales (Lifschitz, 2010), no se observó diferencia significativa en cuanto a los conocimientos adquiridos en ambos grupos. El grupo de ABP mostró mayor compromiso y motivación para desarrollar la actividad asignada, pero esa diferencia no fue estadísticamente significativa.

Pérez (Pérez, 2008), cita los siguientes estudios realizados para establecer la efectividad del ABP:

- En un estudio de meta-análisis (Dochy, F. *et al.* 2003), sobre la efectividad del ABP en el ámbito universitario, Los resultados indicaron un efecto significativo a favor del ABP frente a los métodos tradicionales sobre las habilidades de los alumnos, aunque también apareció un efecto negativo, no completamente fiable, sobre el nivel de conocimientos. Otro efecto interesante fue que los estudiantes ABP retenían durante más tiempo los conocimientos en comparación con los estudiantes con métodos tradicionales.
- En un trabajo realizado por Newman (2003), en el cual se revisaron 15 trabajos en los cuales se midió la efectividad del ABP no se pudo concluir la existencia de efectos robustos y fiables del ABP bajo diferentes contextos y con distintos grupos de alumnos.
- En un estudio realizado por Fernández et al (2006), las conclusiones más relevantes fueron: actitud positiva hacia el ABP, tanto en docentes como estudiantes, Se valoró muy positivamente, el trabajo cooperativo, la utilización de problemas reales y el fomento de la participación. También se evidenció un mayor interés y motivación hacia el aprendizaje en relación con los métodos tradicionales. Algunos estudios señalaron varios aspectos negativos, como el alto requerimiento en tiempo, esfuerzo y número de requisitos (características del problema, existencia de habilidades de comunicación y trabajo en grupo en el alumnado, etc.) para su adecuada realización. El ABP parece desarrollar más los siguientes aspectos en comparación con los métodos tradicionales: habilidades para la resolución de problemas, aprendizaje autónomo, pensamiento crítico y habilidades sociales y de comunicación. En cuanto a los exámenes de conocimientos no hay una clara diferencia entre el método ABP y los tradicionales.

En un ensayo argumentativo titulado ¿es adecuado el ABP en el aprendizaje de la fisiología? (Guiza, J. 2013), se presentan una serie de artículos y estudios donde se evidencia la efectividad del ABP como técnica didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la fisiología. En este ensayo, su autor concluye que ésta estrategia

didáctica propicia el aprendizaje interdisciplinario, multidisciplinario e integral de la fisiología en su asociación con otras ciencias biomédicas, sociales y clínicas, permite el desarrollo de habilidades y competencias que involucran aspectos críticos, reflexivos, históricos y sociales, y es una estrategia motivadora la cual estructura maneras lógicas de pensamiento que son útiles para el desarrollo profesional.

Algunos de los resultados encontrados en una investigación titulada: “Aportes del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la Enseñanza de la Fisiología Animal en un Programa de Zootecnia” (Reinartz, 2012), fueron: favorecimiento del cambio conceptual, conexión entre la teoría y la práctica, unión de los conocimientos previos con los recién adquiridos, aprendizaje significativo, mejoramiento del nivel de formulación e incremento de la científicidad de las definiciones.

## 11. Materiales y métodos

### 11.1. Diseño de las prácticas didácticas

Fueron diseñados dos problemas (Anexo 1 y Anexo 2), los cuales ayudaban con el aprendizaje de conceptos y procesos fisiológicos, e incluían la mayoría de los principios básicos de la fisiología y las múltiples relaciones que entre estos existen. Luego se elaboraron los propósitos de aprendizaje (Anexo 3), los cuales estaban orientados a la apropiación de los principios básicos que se encontraban inmersos dentro de dichos problemas fisiológicos.

Al final de cada problema se hicieron algunas preguntas, con el propósito de guiar al estudiante en la solución de estos y hacer hincapié en la búsqueda de los principios básicos allí presentes.

Para claridad, tanto de estudiantes, como tutores de las prácticas didácticas, se diseñó una guía de trabajo (Anexo 4), la cual contenía los pasos o etapas del proceso y algunas generalidades sobre la estrategia didáctica del ABP. Para este caso, se diseñó un ABP de ocho pasos.

Fueron elaborados los criterios y las herramientas para la evaluación de los estudiantes, las cuales permitieron la autoevaluación, la coevaluación y la evaluación por los tutores (Anexo 5).

### 11.2. Recolección de los datos

Los datos fueron recolectados a partir de los estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia, matriculados en la asignatura de fisiología veterinaria (código 5013303, con un número de créditos de 5, semestre 2018-1). En éste curso había 40 estudiantes matriculados y estaba dividido en dos grupos. La asignatura tenía una intensidad de 8 horas a la semana, durante 16 semanas; de categoría teórico-práctica; 50% de su evaluación es de aprendizaje significativo y 50% de aprendizaje sumativo; no es habilitable.

En la solución de cada uno de los dos problemas fisiológicos se desarrollaron los siguientes pasos (figura 2):

Presentación del problema, análisis del problema, generación de hipótesis, identificación de las necesidades de aprendizaje, búsqueda de información, síntesis de la información y reevaluación del problema, presentación oral y discusión general.

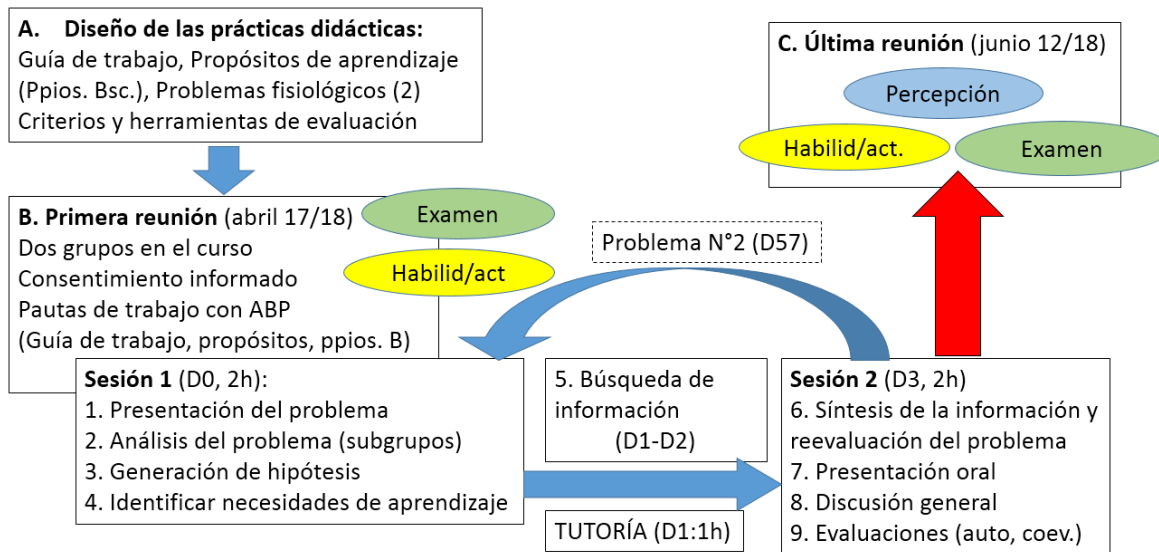


Figura 2: Diagrama de flujo de la metodología aplicada. Percepción: Anexo 10; Habilidad/act.: habilidades y actitudes, Anexo 8; Examen: Anexo 9; D: día; h: horas; Ppios. Bsc: principios básicos.

Los pasos uno al cuatro se realizaron en la primera sesión, los estudiantes tuvieron dos días para la búsqueda de la información (paso 5) y luego de ésta se realizó una segunda sesión, donde se desarrollaron las etapas seis a nueve.

Antes de la primera reunión con los estudiantes, se les dio a conocer la guía de trabajo, los propósitos de aprendizaje y un documento informativo acerca de los principios básicos de la fisiología (Anexo 6), esta información fue montada a la plataforma de apoyo a la presencialidad.

Cada sesión tuvo una duración de dos horas, en la primera reunión entre tutor y estudiantes, se realizó una explicación acerca de las generalidades del aprendizaje

basado en problemas, usando para éste propósito la guía de trabajo. En ésta reunión también se diligenció el consentimiento informado (Anexo 7).

Cada uno de los dos grupos del curso fue orientado por un tutor diferente. Los estudiantes se organizaron en grupos de seis a siete individuos de acuerdo a sus preferencias. Durante la etapa de búsqueda de información el tutor concretó un horario para las asesorías.

Se realizaron en total cuatro sesiones, en las dos primeras se trabajó con el problema fisiológico del caballo en ejercicio (Anexo 1) y en las siguientes dos sesiones, el problema del perro con hemorragia (Anexo 2).

Tanto en la primera como en la última reunión se aplicó la encuesta de adquisición de habilidades y actitudes (Anexo 8) y el examen de conocimientos (Anexo 9). Se realizó una encuesta de percepción (Anexo 10) en la última reunión.

La encuesta de adquisición de habilidades y actitudes tiene un total de 27 indicadores; a 25 de estos, los consideramos como “positivos”, pues la respuesta esperada corresponde al valor más alto (5) y los otros dos los consideramos “negativos”, pues la respuesta esperada corresponde al valor más bajo (1).

Evaluación: Se llevó a cabo una autoevaluación y una coevaluación al finalizar la solución de cada uno de los problemas y el tutor hizo la evaluación de cada uno de los estudiantes durante todo el proceso, haciendo las respectivas realimentaciones en el momento oportuno. Estas evaluaciones se hicieron con base en un formato (Anexo 5).

### 11.3. Tipo de investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo. El diseño fue experimental, del tipo preexperimento (Hernández, *et al.* 2010), el cual a su vez se puede clasificar en estudio de caso con una medición y el diseño de preprueba – posprueba con un solo grupo.

La encuesta de percepción concuerda con el estudio de caso con una medición, ya que solo se hizo al final de todo el proceso. La prueba de adquisición de conocimientos y la encuesta de adquisición y desarrollo de habilidades y actitudes, fueron realizadas antes

y después de las prácticas didácticas, lo cual corresponde al diseño de preprueba – posprueba con un solo grupo.

#### 11.4. Procesamiento de los datos

Se tabularon los datos y se hallaron frecuencias, promedios, mediana, moda, desviación estándar, valores máximos y mínimos, así como rangos. Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics® (ver. 25.0, 2017) para establecer si hubo diferencias significativas entre los resultados obtenidos antes y después, tanto en el examen de conocimientos como en la encuesta de adquisición de habilidades y actitudes.

Para identificar diferencias en la prueba de habilidades en los dos momentos en los que fue medida, se empleó la prueba de Wilcoxon, asumiendo diferencias si  $p < 0.05$ . Se empleó esta prueba dada la naturaleza cuantitativa de las variables y por no seguir una distribución normal de acuerdo con la prueba de Shapiro Wilk.

Para identificar diferencias en la prueba de conocimientos, en los dos momentos en los que fue medida, se empleó la prueba de McNemar, asumiendo diferencias si  $p < 0.05$ .

## 12. Resultados y discusión

A continuación, se expondrán los resultados y su respectiva discusión considerando cada uno de los objetivos específicos.

12.1. Diseño y aplicación de unas prácticas didácticas, enmarcadas en el ABP, para la enseñanza de algunos principios básicos de la fisiología.

Los resultados de este primer objetivo están incluidos en los materiales y métodos de esta investigación. Sin embargo, a modo de discusión de estos resultados plantearemos unas ideas de como fue el proceso para llegar a esta metodología final.

La pregunta inicial fue ¿cómo hacer que los estudiantes aprendan de una forma más duradera o profunda?, es decir, que los conceptos vistos no sean olvidados tan fácil o rápidamente. A pesar de que los estudiantes ganaban las evaluaciones y el curso, en las asignaturas siguientes, cómo en las clínicas, muchos conceptos aprendidos en el curso de fisiología no eran recordados.

Basados en la pregunta anterior, consultamos acerca de los problemas que existen actualmente en la enseñanza y el aprendizaje de la fisiología, y seleccionamos aquellos que son comunes a nuestro contexto. Los problemas que seleccionamos, fueron; la gran cantidad de contenido y el poco tiempo asignado para su enseñanza (Rodríguez, 2014; Michael *et al*, 2009), las formas de enseñanza inadecuadas (Triana, 2013; Marín-campos, 2004) y la dificultad que presentan los estudiantes para solucionar problemas fisiológicos (Modell, 2000).

Buscando como resolver esta pregunta inicial, encontramos unos autores que indicaban formas en las cuales los estudiantes podrían comprender mejor la fisiología mediante el uso de unos modelos generales (Modell, 2000), que luego fueron complementados por otros autores y se les dio el nombre de principios básicos, los cuales fueron sometidos a la validación por parte de un gran número de profesores de fisiología médica en Estados Unidos (Michael y McFarland, 2011).

Luego, nos planteamos qué estrategia usar para implementar estos principios básicos y tuvimos las siguientes opciones: hacer un estudio descriptivo preguntando a los



estudiantes como quieren aprender; generar una cátedra de fisiología veterinaria basada en los principios básicos; reformar la asignatura actual y usar como única herramienta de aprendizaje el ABP (Reinartz, M; González, V. 2013) y utilizar el ABP para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología con grupos focales.

Decidimos probar la estrategia de ABP para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología, ya que la literatura nos informa que el ABP permite, además del aprendizaje de contenidos, la adquisición y desarrollo de algunas actitudes y habilidades (Escribano, 2010; Restrepo, 2005), las cuales son importantes para los estudiantes de medicina veterinaria. Otra razón para elegir dicha estrategia didáctica es que, en la asignatura de fisiología veterinaria de nuestra Facultad, se vienen desarrollando algunas actividades bajo el nombre de “ABP”, las cuales están poco estructuradas y evaluadas.

Debido a las características del ABP, decidimos medir su eficacia en estos aspectos: la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes. Pero también era importante conocer la percepción de los estudiantes acerca de su experiencia con dichas prácticas.

Basado en un artículo, en el cual se enseñó matemáticas mediante el ABP (Zamri, 2005), en el que fueron medidas las actitudes de los estudiantes antes y después de la intervención con la estrategia didáctica ABP, decidimos hacer algo similar, teniendo en cuenta también la medición de conocimientos, que en éste caso serían los principios básicos de la fisiología.

En la búsqueda de otras actitudes que fuese posible medir, encontramos un estudio realizado en la Universidad de Antioquia (Restrepo, G. *et al.* 2002), en el cual se enseñaba mediante la estrategia ABP en varios programas de la salud, y en el cual se diseñó un instrumento que permitía medir la adquisición de habilidades y actitudes en los estudiantes (Anexo 11), le realizamos algunas modificaciones a éste y usamos los indicadores en nuestra encuesta de adquisición de habilidades y actitudes, para que los estudiantes respondieran con ayuda de una escala de Likert (Anexo 8).

El siguiente reto fue diseñar los problemas para el ABP. Al realizar la pesquisa bibliográfica al respecto; encontramos que estos problemas, en el área de la medicina, eran básicamente casos clínicos, pero no era nuestra intención darles una orientación

puramente clínica, pues queríamos hacer más énfasis en la fisiología y en otras situaciones más cotidianas, aunque también podrían tener algo de clínica para que fueran más motivadores para el estudiante y que además encontraran mayor relación de la asignatura con su desempeño profesional. Otro elemento importante, es que deberían ayudar al aprendizaje de los principios básicos de la fisiología.

Teniendo en cuenta lo anterior, diseñamos dos problemas, uno relacionado con la fisiología del ejercicio y otro donde se presentaba un animal con una patología y unos signos clínicos, en ambos casos debían identificar los mecanismos fisiológicos y los principios básicos presentes.

El examen aplicado constaba de un problema sobre el cual se plantearon una serie de enunciados, a los cuales el estudiante debía responder como falso o verdadero. Aunque cada enunciado tenía un espacio para sustentar cada respuesta, la mayoría de estas no fueron sustentadas y las sustentaciones no se tuvieron en cuenta en el análisis de los resultados.

12.2. Evaluación de la efectividad de la enseñanza de los principios básicos de la fisiología, mediante la estrategia ABP, para la adquisición de conocimientos, y el desarrollo de habilidades y actitudes en los estudiantes.

En los resultados de la prueba de conocimientos realizada antes y después de las prácticas didácticas (Tabla 3), se observa que la nota promedio se encuentra por debajo de la nota aprobatoria (menor de 3,0 en escala de 0,0 a 5,0) tanto en la primera, como en la segunda prueba. Aunque, se presentó un leve aumento de dicho promedio en la posprueba, pasando de 2,4 a 2,7, la nota mínima también aumentó (1,0 a 1,5), al igual que la nota máxima (3,5 a 4,0).

Comparando el examen inicial con el posterior (Tabla 3), podemos ver que el número de respuestas correctas aumentó en seis de los enunciados (resaltadas en negrilla), en dos disminuyó y en las otras dos fue igual.

Tabla 3. Resultados en la prueba de conocimientos antes y después de las prácticas didácticas.

Enunciados	Antes		Después	
	F.R.I.	F.R.C.	F.R.I.	F.R.C.
1	12	15	17	10
2	1	26	1	26
3	11	<b>14</b>	11	<b>16</b>
4	15	<b>12</b>	7	<b>20</b>
5	13	<b>14</b>	5	<b>22</b>
6	21	<b>6</b>	20	<b>7</b>
7	24	<b>3</b>	23	<b>4</b>
8	15	11	19	8
9	4	<b>22</b>	1	<b>26</b>
10	21	5	22	5
Promedio:		2.4		2.7
D.E.:		0.7		0.7
Mínima:		1.0		1.5
Máxima:		3.5		4.0

D.E.: desviación estándar; F.R.I.: frecuencia de respuestas incorrectas; F.R.C.: frecuencia de respuestas correctas.

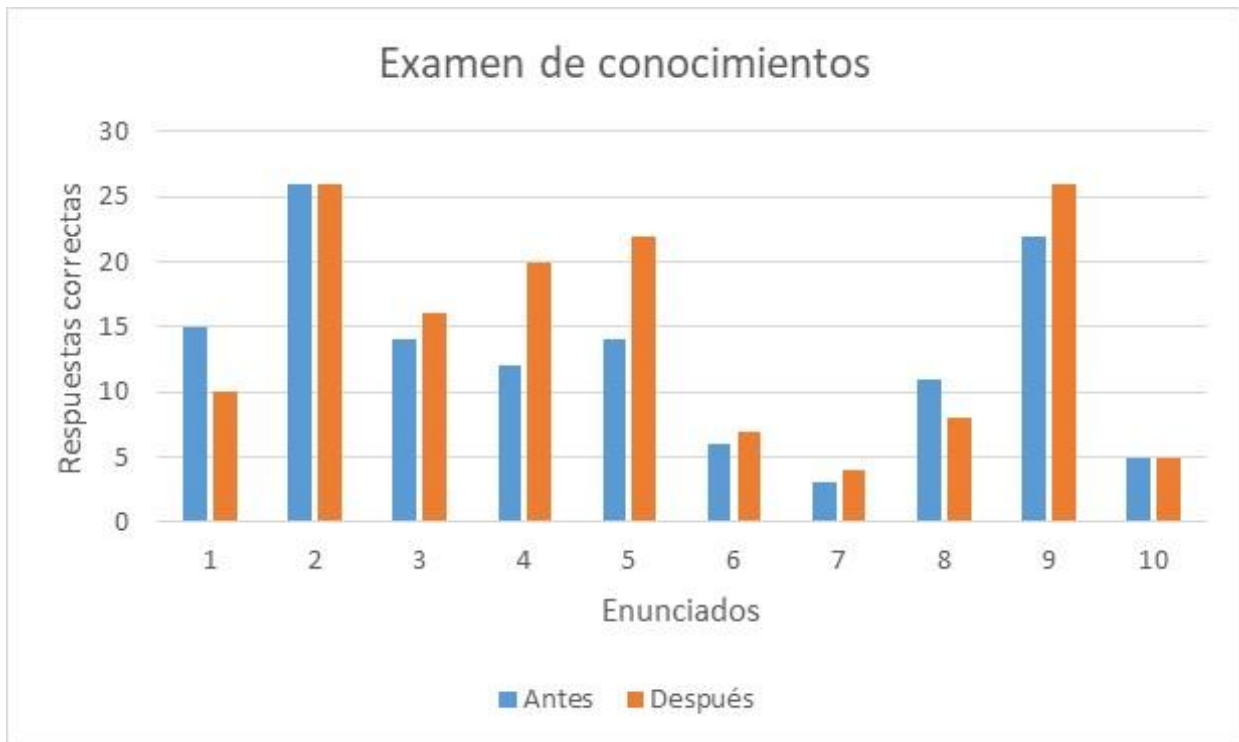


Figura 3. Resultado en el examen de conocimientos realizado antes y después de las prácticas didácticas. En éste gráfico se muestra el número de respuestas correctas para cada uno de los enunciados. Aumentó el número de respuestas correctas para seis de los enunciados, en dos de los enunciados el número fue igual y en dos disminuyó.

Al realizar la prueba de McNemar, no hubo diferencias significativas entre las pruebas realizadas antes y después.

Algunas de las posibles causas que podrían explicar los resultados de esta prueba, y en particular la poca mejoría que se presentó en la posprueba son:

Pasó mucho tiempo entre la preprueba y la posprueba (aproximadamente dos meses), lo cual no es lo ideal, pues no hay una continuidad en el proceso y los estudiantes pierden el ritmo de trabajo y se les pueden olvidar algunos conceptos ya estudiados. Además, el tipo de diseño experimental usado en éste estudio se ve afectado por el tiempo transcurrido entre las dos pruebas, ya que un mayor lapso de tiempo permitiría la ocurrencia de otros acontecimientos diferentes al tratamiento experimental, los cuales pueden generar cambios en la variable dependiente (Hernández, *et al.* 2010).

Solamente se trabajaron dos problemas y el tiempo asignado en su solución y en la búsqueda de información fue muy poco, ya que, en nuestra experiencia como tutores veíamos que las dos sesiones de dos horas cada una no alcanzaba para cubrir adecuadamente la actividad, principalmente nos vimos sin tiempo en la última sesión, porque era en ésta donde se hacían las exposiciones orales de todos los subgrupos y luego una discusión general. Los estudiantes se quejaron del poco tiempo asignado para la búsqueda de la información (dos días), pues decían que debido a sus obligaciones con otras asignaturas del semestre no alcanzaron a consultar la información que necesitaban.

En otros estudios, los estudiantes también manifestaron que el aprendizaje basado en problemas es una estrategia que requiere mayor dedicación de tiempo (Amato, D; Novales-Castro X. 2010; González-Hernando, *et al.*, 2016). Los resultados de la investigación titulada: “Aportes del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la Enseñanza de la Fisiología Animal en un Programa de Zootecnia” (Reinartz, 2012), llevan a su autora a pensar que la implementación del ABP podría requerir de una disminución en los contenidos y un aumento de los tiempos dedicados a los mismos y a sus respectivas prácticas, con el fin de posibilitar un mayor aprendizaje significativo de los estudiantes al tener más tiempo de interiorizar e integrar los conceptos.

El tiempo usado en nuestro estudio pudo ser poco, si este es comparado con otros estudios realizados para evaluar la eficacia del ABP, pues la mayoría de los otros estudios fueron realizados durante todo un semestre académico (González-Hernando, *et al.*, 2016; Howard, M. y Jiménez M. 2011; Rangachari, P. 1991; Mierson, S. 1998; Amato, D; Novales-Castro X. 2010).

En nuestro estudio, esta dificultad con el tiempo, podría no haber permitido que los estudiantes asimilaran tanto la estrategia didáctica como los principios básicos de la fisiología. Estos resultados también concuerdan con la literatura, la cual dice que el aprendizaje de contenidos mediante la estrategia ABP puede ser bajo al comienzo, pero en periodos largos se incrementa (Restrepo, 2005)

Las notas de esta evaluación no se tuvieron en cuenta en la asignatura de fisiología, de esto siempre fueron informados los estudiantes. Por lo cual dicha nota no afectaría la

aprobación, reprobación o promedio de la asignatura, y esto haría que algunos estudiantes no la asumieran con la suficiente responsabilidad.

La realización del segundo examen de conocimientos fue en la última semana del semestre, en la cual los estudiantes ya no tenían más actividades académicas.

Falta de experiencia, y por lo tanto de dominio con la estrategia didáctica ABP y los principios básicos, tanto en los tutores, como en los estudiantes, debido a que en nuestra facultad las clases se imparten principalmente de forma tradicional y la fisiología se enseña por sistemas.

Para la calificación de la prueba solo se tuvo en cuenta el criterio de respuesta de falso o verdadero y no la sustentación de estas respuestas.

La mayoría de los estudiantes de esta Facultad, en la Universidad de Antioquia, pierden los exámenes de fisiología veterinaria, por lo cual nuestros resultados concuerdan con la literatura que indica que los resultados de exámenes en ABP y educación tradicional es similar (Lifschitz, A. *et al.* 2010; Gal-Iglesias, B. *et al.* 2009).

En las encuestas para medir la efectividad de las prácticas didácticas, en cuanto a la adquisición o desarrollo de ciertas habilidades y actitudes, se les preguntó a los estudiantes en qué grado se sentían seguros de realizar o aceptar cada uno de los indicadores y ellos debían responder teniendo en cuenta una escala de 1 a 5 (definitivamente no puedo hacerlo a definitivamente sí puedo hacerlo).

Los resultados para los indicadores positivos y negativos de las encuestas de habilidades y actitudes se tabularon por separado. La mediana para los indicadores positivos antes de realizar las prácticas didácticas fue de 4,0 (tabla 4 y figura 4) y el resultado para este parámetro en las encuestas realizadas después, fue de 5,0. Para los indicadores negativos los valores de la mediana fueron de 3,5, tanto en la encuesta previa, como en la posterior (tabla 4 y figura 4).

Según lo anterior, tenemos que los resultados en cuanto a la mediana fueron similares en ambas encuestas, y que los estudiantes se sentían en capacidad de realizar o aceptar la mayoría de los aspectos, tanto antes como después de las prácticas didácticas.

Tabla 4. Resultados de la encuesta de adquisición de habilidades y actitudes.

Indicadores positivos.	Antes. M (n= 27)	Después. M (n= 27)
1. Cuestionar (o poner en duda) los conocimientos y descubrimientos científicos (libros de texto, publicaciones, etc.).	<b>3</b>	<b>4</b>
2. Consultar diferentes fuentes de información.	5	5
3. Realizar un nuevo descubrimiento o aportar algo nuevo al conocimiento.	3	3
4. Analizar los hechos o evidencias que validan una teoría.	4	4
5. Aceptar con agrado las recomendaciones que me hacen acerca de mis ideas o de mi forma de trabajo.	5	5
6. Aprender sin la necesidad de recibir conferencias por parte de un profesor.	<b>3</b>	<b>4</b>
7. Identificar mis necesidades de aprendizaje (lo que desconozco), cuando me enfrente a un problema.	4	4
8. Reconocer las fuentes de información apropiada.	<b>4</b>	<b>5</b>
9. Organizar, resumir y reestructurar la información original, logrando que sea más fácil su comprensión.	4	4
10. Reconocer que los procesos de construcción de conocimiento requieren de una constante evaluación y cambios.	<b>4</b>	<b>5</b>
11. Aceptar que las evaluaciones negativas son una oportunidad para mejorar.	5	5
12. Asistir a toda discusión académica con el tema preparado y con unas ideas claras que permitan hacerme entender por los demás.	4	4
13. Trabajar en grupo con agrado y asumir mis responsabilidades.	<b>4</b>	<b>5</b>
14. Interesarme por lo que hacen y dicen mis compañeros de equipo.	<b>4</b>	<b>5</b>
15. Aprender cuando comparto información con otras personas.	5	5
16. Cooperar con mis compañeros de trabajo para alcanzar un objetivo en común.	5	5
17. Ser respetuoso al escuchar la opinión de los demás y al expresar mis propios puntos de vista.	5	5

18. Estar dispuesto a modificar una solución a un problema, que a mi parecer está correcta, si encuentro o me proponen nueva información al respecto.	4	4
19. Reconocer que ante un problema, pueden existir diferentes planteamientos, métodos y fuentes de información, que ayuden en la búsqueda de soluciones.	5	5
20. Resolver problemas fisiológicos.	<b>3</b>	<b>4</b>
21. Perseverar en la solución de un problema hasta encontrar al menos una solución.	4	4
22. Asumir mis dudas o los problemas académicos como una oportunidad de aprendizaje.	<b>4</b>	<b>5</b>
23. Proponer ideas o puntos de vista en una discusión académica.	4	4
24. Reconocer que un organismo posee diferentes sistemas y que estos comparten muchas características en común o principios básicos.	5	4
25. Aceptar que la solución de problemas fisiológicos involucran el conocimiento de los mecanismos mediante los cuales se relacionan los diferentes sistemas orgánicos.	5	5
Totales	4	5
Indicadores negativos.	M	M
Considerar que lo más importante del diálogo es convencer al otro de lo que yo pienso.	3	3
Aceptar que cada sistema orgánico, por ejemplo, el sistema digestivo, tiene sus propios principios, los cuales son muy diferentes a los de cualquier otro sistema, y es esta diferencia la que hace posible el funcionamiento coordinado de todo el organismo.	4	4
Totales	3,5	3,5

M: mediana.



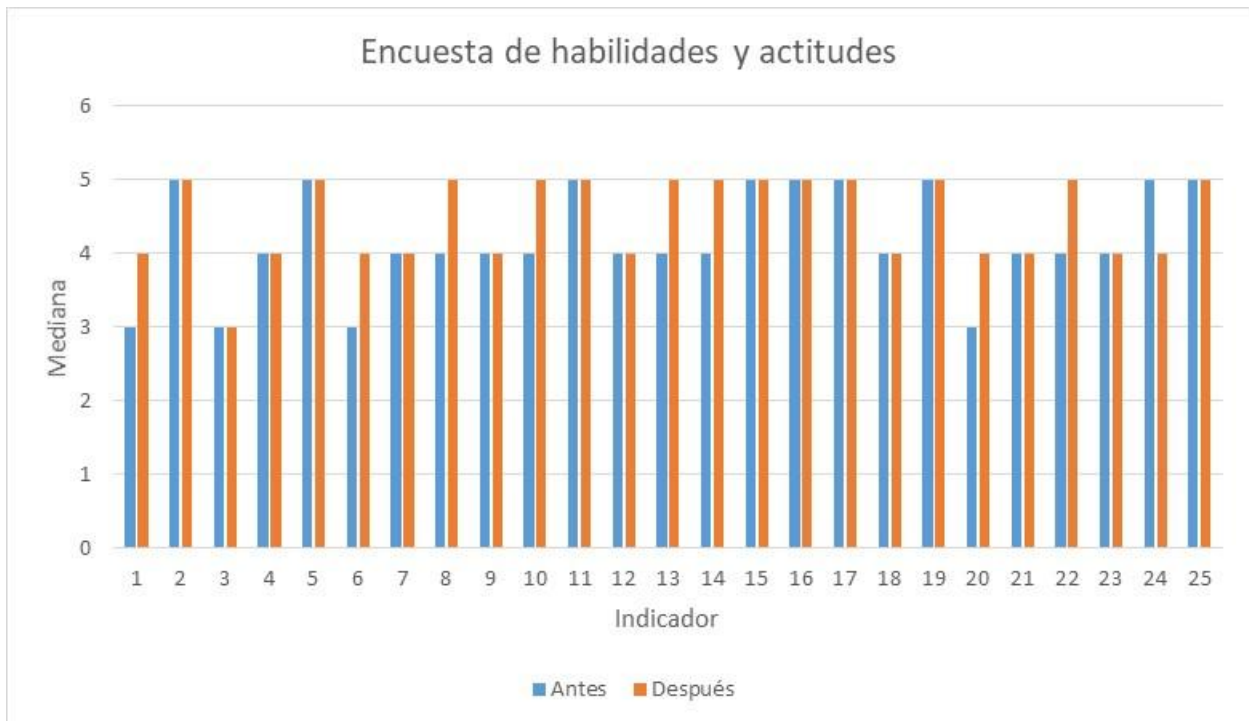


Figura 4. Resultados de la encuesta de habilidades y actitudes. En la figura se muestran los resultados para los indicadores positivos, la numeración corresponde a la presentada en la tabla 4. Aumentaron su puntuación ocho de los indicadores, 16 siguieron igual y uno disminuyó.

La calificación alta obtenida en ambas encuestas (inicial y final) puede indicar dos cosas: La primera es que los estudiantes verdaderamente poseen las capacidades propuestas en los indicadores, y la segunda, es que podría tratarse de una falsa percepción que el estudiante pueda tener al respecto. Lo cual nos atrevemos a mencionarlo, ya que en nuestro trabajo como tutores, encontramos ciertas falencias al respecto en algunos de los estudiantes que habían respondido con valores altos desde la primera encuesta. Algunas de estas dificultades estaban relacionadas principalmente con la búsqueda, análisis y organización de la información, el trabajo en equipo, identificar las necesidades de aprendizaje y aceptar con agrado las recomendaciones. Dichas falencias en los estudiantes, fueron percibidas por nosotros como tutores principalmente al comienzo del proceso, ya que al final de este observamos un progreso en la mayoría de estas habilidades y actitudes. Esto significa que la herramienta fue insuficiente y quizás sea necesario un acompañamiento conceptual con relación a cada uno de los parámetros.

Al realizar una comparación detallada de cada uno de los indicadores, con relación a las medianas, vemos que: 18 permanecieron igual, 8 aumentaron (resaltados en negrilla) y una disminuyó. El análisis que se hace a continuación de estos resultados, se hizo con ayuda de la tabla que nos relaciona cada uno de estos indicadores con las actitudes y habilidades (Anexo 11).

Según los resultados del presente estudio, las habilidades que mejoraron en los estudiantes fueron el razonamiento crítico, la metacognición, la interacción social y la solución de problemas.

Una de las habilidades que más resultó favorecida en éste proceso fue la metacognición, la cual es aquella capacidad que posee el ser humano para monitorear su proceso mental o el desempeño de sus habilidades de pensamiento (Restrepo, G. et al. 2002).

La metacognición está relacionada con la subhabilidad de estudio independiente y la actitud de responsabilidad, las cuales son muy importantes en la actualidad, debido a la gran cantidad de información y a la renovación constante de esta, lo cual exige que los estudiantes estén aprendiendo y actualizando sus conocimientos de forma constante e independiente.

Uno de los objetivos principales del ABP es que los estudiantes tengan la capacidad de solucionar problemas (Martínez, 2007), y todas las habilidades que mejoraron en los estudiantes son fundamentales para cumplir con dicho objetivo, según lo plantea Restrepo y colaboradores en su libro acerca de la evaluación del ABP (Restrepo, G. et al. 2002): *“con respecto a la habilidad para la solución de problemas, si bien es claro que ella tiene que ver con la definición, análisis y comprensión de un problema; con la formulación de hipótesis; con el diseño y ejecución de un plan de solución, y con la verificación de la efectividad del plan y de la validez de la hipótesis, también es cierto que el desarrollo de tal habilidad no marcha aislado, sino que hace parte de estrategias complejas de pensamiento, en las que recibe apoyo importante de habilidades de tipo metacognoscitivo, como la selección y comprensión de estrategias apropiadas, la evaluación del propio proceso de pensamiento, la detección y corrección de errores y la dosificación del ritmo del trabajo intelectual, es decir, actividades de monitoreo del*

*pensamiento, y también de habilidades superiores relacionadas con el razonamiento crítico, la interacción social y, naturalmente, estrategias de solución de problemas.”*

El indicador que disminuyó su puntuación en la segunda encuesta, está relacionado con la habilidad para reconocer y aplicar los principios básicos de la fisiología en la solución de problemas, lo cual puede indicar que los estudiantes presentaron dificultad en el aprendizaje de los principios básicos de la fisiología. Esto también concuerda con los resultados presentados en el examen de conocimientos, que presentó resultados bajos tanto en la preprueba como en la posprueba.

Las dificultades en el aprendizaje de los principios básicos de la fisiología pueden estar relacionadas con el bajo número de problemas desarrollados (2) y el poco tiempo asignado para que los estudiantes asimilaran dichos principios, los cuales son relativamente nuevos y/o desconocidos para la mayoría de los estudiantes, y su comprensión requiere de tiempo. Aunque se les suministró la teoría básica de los principios a los estudiantes, de forma física y virtual (a través de la plataforma del curso), evidenciamos que algunos estudiantes no la habían estudiado adecuadamente. Esto también tiene que ver con la costumbre de ellos a la metodología tradicional, en la cual el docente expone todos los temas, lo cual no podíamos hacer en éste caso, debido a que estábamos usando la estrategia didáctica ABP.

Para identificar si hubo diferencias en la prueba de habilidades en los dos momentos en los que fue medida, se empleó la prueba de Wilcoxon, asumiendo diferencias si  $p < 0.05$ , encontrándose diferencia significativa en los siguientes indicadores:

- Aprender sin la necesidad de recibir conferencias por parte de un profesor
- Reconocer las fuentes de información apropiada
- Resolver problemas fisiológicos

Los dos primeros indicadores están relacionados con la habilidad de metacognición, la cual ya explicamos, y con la actitud de asumir la responsabilidad del aprendizaje y las subhabilidades de estudio independiente, adaptabilidad y autoevaluación (Anexo 11).

La resolución de problemas fisiológicos es una habilidad que está asociada con subhabilidades como: plantear, examinar y analizar un problema, plantear hipótesis,

aplicar y evaluar soluciones y con las actitudes de flexibilidad, perseverancia, correr riesgos y creatividad (Anexo 11).

12.3. Establecer la percepción de los estudiantes acerca de la enseñanza de los principios básicos de la fisiología mediante la estrategia ABP.

Para dar cumplimiento a este objetivo se realizó una encuesta al final de las prácticas didácticas, el cual tenía un total de 14 aspectos (Anexo 10). En esta encuesta, se solicitaba a los estudiantes que indicaran en qué medida contribuyó cada uno de esos aspectos en su proceso de aprendizaje, teniendo en cuenta una escala de 1 a 5 (Nada a Muy alto).

Según estos resultados (Tabla 7), nos damos cuenta que los estudiantes perciben como muy importante la contribución que hicieron todos estos aspectos en su proceso de aprendizaje, pues sus calificaciones fueron de cuatro (Alto) y cinco (Muy alto).

Tabla 5: resultados en la encuesta de percepción.

Aspecto	Mediana (n= 27)
El trabajo en equipo.	4
El uso de problemas.	4
Las presentaciones orales.	4
Argumentar y debatir mis ideas.	4
Escuchar las participaciones de mis compañeros.	5
Asumir un papel activo en mi proceso de aprendizaje.	4
Identificar mis propias necesidades de aprendizaje.	5
Retomar mis conocimientos previos.	5
Buscar, seleccionar y analizar la información.	4
Las indicaciones y/o asesorías del tutor.	4
El proceso de evaluación.	4
La ausencia de exposiciones o clases magistrales por parte del tutor.	4
Reconocer los principios básicos de la fisiología.	4

Los estudiantes consideraron que diez de los aspectos tuvieron una contribución alta en su proceso de aprendizaje y cuatro de estos tuvieron una contribución muy alta en dicho proceso. Estos cuatro aspectos, fueron: escuchar las participaciones de mis compañeros, identificar mis propias necesidades de aprendizaje, retomar mis conocimientos previos e integrar varios sistemas para el aprendizaje de la fisiología.

Según la tabla (Anexo 11) de habilidades y actitudes adaptada de Restrepo y colaboradores (Restrepo, G. et al. 2002), los cuatro aspectos que los estudiantes consideraron como los más importantes, tienen que ver con habilidades y subhabilidades como la interacción social, la metacognición, el estudio independiente y la solución de problemas, las cuales son de suma importancia dentro del aprendizaje basado en problemas.

Cabe resaltar la importancia que los estudiantes le dieron al aspecto de integrar varios sistemas para el aprendizaje de la fisiología, debido a que están acostumbrados a una enseñanza fragmentada de estos sistemas, que es la que se utiliza generalmente en nuestra facultad, lo cual difería bastante en relación con las prácticas didácticas realizadas en el presente estudio, ya que tanto los problemas usados para el ABP, como los principios básicos de la fisiología propenden al aprendizaje de la fisiología de una forma integrada.

### 13. Conclusiones

Los resultados indican la adquisición de algunas habilidades y actitudes en los estudiantes, como: aprender sin la necesidad de recibir conferencias por parte de un profesor, reconocer las fuentes de información apropiada y resolver problemas fisiológicos. Los dos primeros indicadores están relacionados con la habilidad de metacognición, la cual es aquella capacidad que posee el ser humano para monitorear su proceso mental o el desempeño de sus habilidades de pensamiento (Restrepo, G. et al. 2002).

La metacognición está relacionada con la subhabilidad de estudio independiente y la actitud de responsabilidad (Restrepo, G. et al. 2002), las cuales son muy importantes en la actualidad, debido a la gran cantidad de información y a la renovación constante de esta, lo cual exige que los estudiantes estén aprendiendo y actualizando sus conocimientos de forma constante e independiente.

La resolución de problemas fisiológicos es una habilidad que está asociada con subhabilidades como: plantear, examinar y analizar un problema, plantear hipótesis, aplicar y evaluar soluciones y con las actitudes de flexibilidad, perseverancia, correr riesgos y creatividad (Restrepo, G. et al. 2002).

En la encuesta de percepción, los estudiantes calificaron como muy importante la contribución que hicieron los múltiples aspectos de estas prácticas didácticas basadas en el ABP en su proceso de aprendizaje, dándole el máximo puntaje a aspectos como: escuchar las participaciones de mis compañeros, identificar mis propias necesidades de aprendizaje, retomar mis conocimientos previos e integrar varios sistemas para el aprendizaje de la fisiología.

El que los estudiantes hayan calificado tan alto un aspecto como la integración de varios sistemas para el aprendizaje de la fisiología, es para nosotros un descubrimiento que tiene un gran potencial, debido a que permitiría romper con el esquema actual de enseñanza de la fisiología fragmentada por sistemas que actualmente se imparte en el programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia, y dar cabida a la enseñanza de la fisiología haciendo uso de problemas y de principios básicos.

Aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar los resultados de los exámenes de conocimientos realizados en los dos momentos, si se presentó un aumento en el promedio general de la nota, en el número de respuestas correctas y en las notas mínima y máxima en la posprueba con relación a la preprueba.

Uno de los factores que podría no haber permitido unos mejores resultados en los exámenes de conocimientos realizados en la posprueba, fue el poco tiempo asignado a las prácticas didácticas, pues solamente se trabajaron dos problemas, en dos sesiones de dos horas cada una. Esto no permitió que los estudiantes asimilaran tanto la estrategia didáctica como los principios básicos de la fisiología. Nuestros resultados concuerdan con la literatura, la cual dice que la estrategia didáctica ABP suele ser más efectiva para la adquisición de ciertas habilidades y actitudes en comparación con la adquisición de conocimientos (Lifschitz, A. et al. 2010).

El presente trabajo aporta material útil para llevar a cabo este tipo de prácticas didácticas como: propósitos de aprendizaje, problemas fisiológicos, criterios y herramientas de evaluación, guías de trabajo y las bases teóricas que las sustentan. Además, nos permite comprobar la viabilidad y aceptación por parte de los estudiantes de la estrategia didáctica ABP y de los principios básicos de la fisiología.

El presente es un estudio piloto, el cual abre el camino para la realización de otras investigaciones más profundas al respecto.

## 14. Referencias bibliográficas

- Alcoba, G. 2012. La clasificación de los métodos de enseñanza en educación superior. Contextos educativos. 15:93-106.
- Amato, D; Novales-Castro X. 2010. Desempeño académico y aceptación del aprendizaje basado en problemas en estudiantes de medicina. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 48 (2): 219-226.
- Badyal, D; Singh, T. 2015. Teaching of the basic sciences in medicine: changing trends. The national medical journal of India. 28(3):137- 140.
- Dochy, F. *et al.* 2003. Effects of problem-based learning: a metaanalysis. Learning and Instruction 13 (2003) 533–568.
- Delors, J. 1996. Los cuatro pilares de la educación. En la educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI. Madrid, España. Santillana/UNESCO. P. 91-103.
- Dueñas, V. 2001. El aprendizaje basado en problemas como enfoque pedagógico en la educación en salud. Colomb Med. 32(4):189-196.
- Escribano, A; Del Valle, A. 2010. El aprendizaje basado en problemas. Narcea, S.A. De ediciones. Segunda edición. Impreso en España.
- Fletcher, O; Hooper, B and Schoenfeld-Tacher, R. 2015. Instruction and curriculum in veterinary medical education: a 50-year perspective. JVME 42 (5): 489-500.
- Gal-Iglesias, B; De Busturia-Berrade, I y Garrido-Astray M.C. 2009. Nuevas metodologías docentes aplicadas al estudio de la fisiología y la anatomía: estudio comparativo con el método tradicional. Educ Med; 12 (2): 117-124
- Gómez, F; Rivas, M; Mercado, F; Barjola, P. 2009. Aplicación interdisciplinar del aprendizaje basado en problemas (ABP) en ciencias de la salud: una herramienta útil para el desarrollo de competencias profesionales. Revista de Docencia Universitaria. Número 4.
- González-Hernando et al. 2016. Ventajas e inconvenientes del aprendizaje basado en problemas percibidos por los estudiantes de enfermería. 19(1): 47-53
- Grande, J. 2009. Training of physicians for the twenty-first century: role of the basic science. Medical Teacher 31(9):802-806
- Guiza, J. 2013. ¿Es adecuado el ABP en el aprendizaje de la fisiología? Ensayo argumentativo. Especialización docencia universitaria. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. Colombia.



Hernández, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, María. 2010. Metodología de la investigación. Quinta edición. Mc Graw-Hill/interamericana editores, S.A. de C.V.

Howard, M. y Jiménez, M. 2011. El aprendizaje basado en problemas como una estrategia didáctica innovadora en la enseñanza de la patología oral. Publicación científica Facultad de odontología. Universidad de Costa Rica. N° 13.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). 2003. El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica. [http://www.sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas\\_didacticas/abp/abp.pdf](http://www.sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/abp.pdf)

Lifschitz, V. et al. 2010. Aplicación del aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de la microbiología en estudiantes de Medicina. Viguera Editores SL. EDUC MED 2010; 13 (2): 107-111

Mallart, J. 2001. Didáctica: concepto, objeto y finalidades. En Sepúlveda, F., Rajadell, N. (coordinadores). Didáctica general para psicopedagogos. Madrid: UNED. Pp. 23-57

Marin-Campos, Y. 2004. Estrategias instruccionales para la enseñanza de las ciencias básicas. Gac Méd Méx. 140 (3):309-311.

Martínez, Adrián; Gutierrez, Héctor y Piña, Enrique. 2007. Aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de la medicina y ciencias de la salud. Editores de textos mexicanos, México, D.F, 199 p.

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

Michael J, McFarland J. 2011. The core principles (“big ideas”) of physiology: results of faculty surveys. Adv Physiol Educ 35: 336-341

Michael J, Modell H, McFarland J, Cliff W. 2009. The “core principles” of physiology: what should students understand? Adv Physiol Educ 33: 10-16

Mierson S. 1998. A problem-based learning course in physiology for undergraduate and graduate basic science students. Am. J. Physiol. Volumen 20 (1): S16-S27.

Modell Hl. 2000. How to help students understand physiology? Emphasize general models. Adv physiol Educ volume 23(1):101-107

Navarro, H. 2011. Didáctica y curriculum para el desarrollo profesional docente. Madrid, editorial Dykinson, S.L.

Pérez, M. 2008. La efectividad del ABP. En: García, S. el aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. Páginas: 113-129. Universidad de Murcia. España. Servicio de publicaciones.

Ponce- De León. 2004. Tendencias actuales en la enseñanza de la Medicina. Estrategias del aprendizaje en medicina. Gac Méd Méx.140 (3): 305-306

- Rangachari, P. 1991. Design of a problema-based undergraduate course in pharmacology: implications for the teaching of physiology. *Am. J. Physiol.* Jun;260(6 Pt3):S14-21.
- Rasangika, A; Atapattu, P. 2014. Pre-Clinical- Basic Sciences Teaching Curriculum Of A Medical School in A Developing Country -Are We Doing It Right?. *J Bangladesh Soc Physiol*, 9(2): 98-104
- Reinartz, M. 2012. Aportes del aprendizaje basado en problemas (ABP) en la enseñanza de la Fisiología Animal en un programa de zootecnia. (Tesis doctoral). Universidad de Montreal. Canadá.
- Reinartz, M; González, V. 2013. Seminario Estudiantil Reinartz: adaptación del método ABP en la enseñanza de la fisiología animal en zootecnia. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*. 2(1):8-21
- Restrepo, G. et al. 2002. La evaluación del aprendizaje basado en problemas –ABP- experimentación y validación. Programa UNI-Rionegro. Centro de Investigaciones. Facultad de enfermería. Universidad de Antioquia. Medellín.
- Restrepo, B. 2005. Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*. 8:9- 19
- Rodríguez, R. 2014. Retos de las ciencias básicas en la educación médica. *Gaceta Médica de México*. 150 suplemento 3:358-360.
- Triana, Zeta. (2013). La enseñanza de las ciencias básicas. Recuperado de [http://uvsalud.univalle.edu.co/pdf/politica\\_formativa/documentos\\_de\\_estudio\\_referencia/la\\_ensenanza\\_de\\_las\\_ciencias\\_basicas\\_medicas.pdf](http://uvsalud.univalle.edu.co/pdf/politica_formativa/documentos_de_estudio_referencia/la_ensenanza_de_las_ciencias_basicas_medicas.pdf)
- Vizcarro, C; Juárez, E. 2008. ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? Universidad Autónoma de Madrid. En: García, S. el aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. Páginas: 17-36. Universidad de Murcia. España. Servicio de publicaciones.
- Wood, D.2003. ABC of learning and teaching in medicine. Problem based learning. *British Medical Journal*. 326:328-330.
- Zamri, S.N.A.S.; Lee, S.E. 2005. Integrating Problem-Based Learning (PBL) in Mathematics Method Course. *Journal of Problem-Based Learning*, 3 (1). pp. 1-13.

## ANEXOS

### Anexo 1. Problema fisiológico 1

#### Problema fisiológico N° 1

#### **El aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado de Medicina Veterinaria**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.

Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria).

Un caballo, que se encontraba tranquilamente pastando, se percata que un depredador se acerca rápidamente hacia él, por lo cual comienza la huida, corriendo durante 5 minutos a su máxima velocidad, hasta lograr ponerse a salvo.

Las características anatómicas y fisiológicas de este animal le permiten pasar rápidamente de un estado de reposo a otro de máxima actividad y viceversa, sin que por ello su organismo sufra algún daño.

Basados en el problema anterior resuelve las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles sistemas, órganos o tejidos del caballo sufrieron algún cambio al pasar del reposo al ejercicio, cuales fueron esos cambios y cuales los mecanismos implicados?
2. ¿Cómo hizo éste caballo para modificar su estado de reposo y al mismo tiempo mantener las funciones de su organismo dentro de unas condiciones compatibles con la vida?

## **Anexo 2. Problema fisiológico 2**

### **Problema fisiológico N° 2**

#### **El aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado de Medicina Veterinaria**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.

Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria)

A una clínica veterinaria es llevado un perro, el cual fue atropellado hace 4 horas y presenta una herida abierta, la cual está sangrando.

Los signos encontrados fueron: taquicardia, pulso femoral rápido y débil, palidez de las membranas mucosas, tiempo de llenado capilar aumentado, piel fría, incremento de la ventilación pulmonar, vejiga urinaria vacía y presión sanguínea disminuida. Los dueños reportaron que el animal bebía mucha agua pero que no había orinado.

El perro fue hospitalizado y se recuperó satisfactoriamente.

Basados en el problema anterior resuelve las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo hizo el organismo del animal para compensar ésta pérdida de sangre y poder llegar vivo a la clínica?
2. ¿Cuáles mecanismos fisiológicos originaron cada uno de estos síntomas?
3. ¿Cuáles principios básicos de la fisiología es posible identificar en éste problema?

### Anexo 3. Propósitos de aprendizaje

#### PROPÓSITOS DE APRENDIZAJE

**El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la U. de A.**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.

Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria).

Al finalizar este ejercicio de aprendizaje basado en problemas, el estudiante:

1. Reconocerá la definición, los componentes y la importancia de la homeostasis en el mantenimiento de unas condiciones relativamente constantes y compatibles con la vida en el medio interno de los animales. **Homeostasis.**
2. Explicará los mecanismos que permiten a un organismo llevar a cabo sus funciones, identificando las relaciones de causa y efecto que están presentes. **Causalidad.**
3. Identificará que el contenido de cualquier sistema o compartimento de éste viene determinado por sus entradas y salidas. **Balance de masa.**
4. Comprenderá cómo los organismos adquieren, transforman, transportan y utilizan constantemente la energía para llevar a cabo sus funciones. **Energía**
5. Comprenderá que las diferencias de concentración, potencial eléctrico, presión y temperatura entre dos puntos de un sistema contribuyen a su flujo, el cual es directamente proporcional a la magnitud de dicha diferencia. **Gradientes de flujo descendente.**
6. Entenderá cómo la función del organismo requiere que las células pasen información entre sí para coordinar sus actividades y que estos procesos incluyen la señalización endocrina y neural. **Comunicación célula a célula.**
7. Reconocerá que las estructuras de un organismo permiten o limitan sus funciones y que aquellos sistemas que llevan a cabo funciones similares pueden presentar características estructurales también similares. **Estructura/función.**
8. Comprenderá la importancia del método científico para la comprensión del funcionamiento de los organismos y la importancia de éste en el avance de la fisiología. **Razonamiento científico.**

## Anexo 4. Guía de trabajo

### GUÍA DE TRABAJO

#### **El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la U. de A.**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.  
Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria).

Los **pasos del 1 al 5** se realizan en la primera sesión de trabajo de grupo con el tutor.  
El **paso 6** puede tardar 2 a 3 días. El tutor dispondrá de horarios para brindar asesorías.  
Los **pasos 7, 8 y 9**, se realizan en una segunda sesión del grupo con el tutor.

#### **1. Preparación de los estudiantes para el ABP:**

En reunión con todos los estudiantes participantes se hace la lectura y explicación de ésta guía de trabajo, antes del abordaje de cada uno de los problemas.

Definición del ABP: Es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos (Escribano y Del Valle, 2010) con aquellos previamente adquiridos. Sus características fundamentales son:

- a) El aprendizaje está centrado en el alumno y la nueva información se adquiere a través del aprendizaje auto dirigido.
- b) El aprendizaje se produce en pequeños grupos.
- c) Los profesores son facilitadores (tutores) de éste proceso.
- d) Los problemas son el foco de organización y estímulo para el aprendizaje, son un vehículo para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.

#### Objetivos generales del ABP (Martínez et al. 2007):

En relación con los contenidos de aprendizaje:

- a) Que los estudiantes adquieran y desarrollen conocimientos específicos de las diversas áreas de estudio.
- b) Que integren y apliquen los conocimientos adquiridos a la solución de problemas o situaciones propias de su profesión.

En relación con el proceso:

- a) Que los estudiantes desarrollen habilidades para el aprendizaje independiente y de comunicación.
- b) Que adquieran y desarrollen habilidades necesarias para solucionar problemas.
- c) Que aprendan a trabajar en equipo.

#### Evaluación:

Los estudiantes serán evaluados por el tutor, sus compañeros y por ellos mismos. Esta evaluación debe tener en cuenta los objetivos del ABP anteriormente mencionados.

Al finalizar el trabajo con cada problema se realizarán las siguientes evaluaciones:

- a) Evaluación de los alumnos por parte del tutor y sus compañeros de acuerdo al formato B
- b) Autoevaluación de acuerdo al formato B
- c) Examen escrito
- d) Presentaciones orales de todos los miembros de los equipos: evaluadas con ayuda del formato B

- e) El tutor es evaluado de acuerdo al formato D

#### Grupos, formación y roles:

Los estudiantes deben organizarse en grupos de cuatro (4) a seis (6) personas y cada grupo elige un coordinador y un secretario, estos roles se deben rotar cuando se cambia de problema. Las funciones que cumplirán son:

- a) El coordinador: dirige el proceso de aprendizaje estableciendo la agenda de trabajo, dirige la discusión de acuerdo a los pasos o etapas del ABP, motiva la participación de todos los miembros del grupo, y se asegura de que se cumplen los plazos temporales.
- b) El secretario: toma nota de las discusiones, asegurándose de que toda la información relevante queda registrada, y sintetiza la información.

#### Responsabilidades del tutor:

- a) Elabora y selecciona los problemas, de modo que ayuden a cubrir los objetivos curriculares.
  - b) Dispone de un horario para realizar tutorías fuera de las sesiones con los grupos.
  - c) Realiza preguntas que fomenten el análisis, la síntesis y la reflexión crítica (ITESM 2003).
  - d) Actúa como Facilitador del aprendizaje que pone retos, cuestiona y estimula a los estudiantes en su proceso de razonamiento, logro de los objetivos, la solución de problemas y el aprendizaje independiente.
  - e) Fomenta en el grupo un sentido de trabajo colectivo eficiente y un ambiente de respeto.
  - f) Ayuda a los estudiantes a elaborar hipótesis, sintetizar información, defender opiniones con conceptos claros, a utilizar la información como herramienta para su trabajo, evitando que simplemente repitan datos memorizados.
  - g) Favorece la capacitación en la autoevaluación (Martínez et al. 2007).
  - h) Constata la adquisición de aprendizaje y asegurarse que el alumno reciba realimentación sobre su desarrollo y desempeño.
  - i) Ayuda a los estudiantes a aplicar su conocimiento previo, así como a identificar sus limitaciones y a relacionar el conocimiento adquirido en las diferentes áreas y relacionarlo con el problema planteado (ITESM 2003).
2. **Presentación del problema:** el tutor hace entrega del problema impreso a cada uno de los grupos.
  3. **Análisis del problema:** los estudiantes hacen lectura del problema al interior de cada grupo y cada uno de los integrantes aporta los conocimientos que posee acerca de éste (lluvia de ideas).
  4. **Generación de hipótesis:** los estudiantes proponen explicaciones acerca del problema y las someten a discusión.
  5. **Identificar las necesidades de aprendizaje:** los estudiantes identifican lo que necesitan saber para solucionar el problema (objetivos de aprendizaje) y se distribuyen las tareas de consulta entre los integrantes del grupo.
  6. **Búsqueda de información:** los estudiantes de forma individual, buscan y estudian la información que les falta para cumplir los objetivos de aprendizaje y para sustentar las hipótesis generadas.
  7. **Síntesis de la información:** la información aportada por cada uno de los miembros del grupo se discute, contrasta y sacan conclusiones para la solución del problema, se descartan hipótesis. Se elabora el informe final.
  8. **Exposición:** del grupo a los otros grupos.
  9. **Evaluaciones:** del proceso, los estudiantes y el tutor.

## Anexo 5. Formato de autoevaluación, coevaluación y evaluación por tutor

### AUTOEVALUACIÓN, COEVALUACIÓN Y EVALUACIÓN POR TUTOR

**El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la U. de A.**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.

Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria).

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_ Identificación: \_\_\_\_\_

Categorías de evaluación:

Insuficiente	Bajo	Aceptable	Alto	Sobresaliente
1	2	3	4	5

Aspecto	1	2	3	4	5
Elaboración de hipótesis.					
Argumentación y discusión.					
Integración y aplicación de los conocimientos en la solución de problemas.					
Dominio sobre la información que se discute o expone.					
Participación constructiva.					
Búsqueda y selección de la información.					
Responsabilidad con las actividades asignadas.					
Identificación de las necesidades de aprendizaje.					
Organización, análisis y síntesis de la información.					
Demuestra interés, reflejado en curiosidad, perseverancia e iniciativa en la solución del problema y la adquisición de los objetivos de aprendizaje.					
Contribución al trabajo de grupo (responsabilidad, respeto, aportes, compromiso).					
La información de sus presentaciones es suficiente, acorde (coherente) con el tema y actualizada.					
En sus exposiciones la información se presenta de forma ordenada, clara y concisa.					



## Anexo 6. Principios básicos de fisiología veterinaria

### Principios básicos de la fisiología

Los principios básicos son unos conceptos que tienen un alcance explicativo amplio y permiten integrar otros conceptos o ideas dentro de la fisiología, son aquellos que se espera que el estudiante comprenda y sea capaz de usar mucho después de haber terminado su curso de fisiología.

Estos principios le permiten al estudiante reconocer las características comunes que tienen varios sistemas de órganos y de ésta forma poder resolver problemas fisiológicos que involucren varios de estos sistemas. Además, representan la base para la comprensión de toda la fisiología (Michael J, et al. 2009 y Modell, 2000).

Los siguientes son los principios básicos con su definición (Michael y McFarland, 2011):

1. **Homeostasis:** el ambiente interno de los organismos es mantenido activamente constante por la función de las células, tejidos y órganos organizados en sistemas de retroalimentación negativa.
2. **Membrana celular:** la membrana plasmática es una estructura compleja que determina que sustancias entran o salen de la célula. Son esenciales para la señalización celular, transporte y otros procesos.
3. **Comunicación célula a célula:** La función del organismo requiere que las células pasen información entre sí para coordinar sus actividades. Estos procesos incluyen la señalización endocrina y neural.
4. **Interdependencia:** Las células, los tejidos, los órganos y los sistemas de órganos interactúan entre sí (dependen de la función del otro) para sostener la vida.
5. **Flujo descendente de gradientes de energía:** las diferencias de concentración, potencial eléctrico, presión y temperatura entre dos puntos de un sistema contribuyen a su flujo, el cual es directamente proporcional a la magnitud de dicha diferencia.
6. **Energía:** La vida del organismo requiere el gasto constante de energía. La adquisición, transformación y transporte de energía es una función crucial del cuerpo.
7. **Estructura/función:** La función de una célula, tejido, u órgano está determinado por su forma. La estructura y función (desde el nivel molecular al de sistema de órganos) están intrínsecamente relacionados entre sí.
8. **Razonamiento científico:** La fisiología es una ciencia. Nuestra comprensión de las funciones del cuerpo surge de la aplicación del método científico; Así, nuestro entendimiento es siempre provisional.
9. **Teoría celular:** Todas las células que componen el organismo tienen el mismo ADN. Las células tienen muchas funciones comunes, pero también muchas funciones especializadas que son requeridas por el organismo.
10. **Física/química:** las funciones de los organismos vivos son explicables por la aplicación de las leyes de la física y la química.
11. **Genes a proteínas:** Los genes (ADN) de cada organismo codifican la síntesis de proteínas (incluyendo enzimas). Las funciones de cada célula están determinadas por los genes que se expresan.
12. **Niveles de organización:** La comprensión de las funciones fisiológicas requiere entender el comportamiento en todos los niveles de la organización desde lo molecular a lo social.

13. **Balance de masa:** El contenido de cualquier sistema o compartimento de un sistema viene determinado por las entradas y salidas de ese sistema o compartimento.
14. **Causalidad:** Los organismos vivos son mecanismos causales (máquinas) cuyas funciones son explicables por una descripción de las relaciones de causa y efecto que están presentes.
15. **Evolución:** Los mecanismos de la evolución actúan en muchos niveles de organización y dan lugar a cambios adaptativos que han producido las relaciones existentes entre estructura y función.

## Anexo 7. Consentimiento informado

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

**El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia.**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.

Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria).

Yo       (Nombre completo en la lista a continuación)      , con cédula de ciudadanía       (Número en la lista a continuación)      , estudiante de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia, autorizo a los investigadores: Néstor Raúl Orrego Orozco (CC: 71736182), Wilson Orlando Rendón Rodríguez (CC: 71742101) y Carlos Andrés Giraldo Echeverri (CC: 71769085), para usar los datos correspondientes a evaluaciones escritas, formato de adquisición de habilidades y formato de percepción durante la ejecución del proyecto “El aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado de Medicina Veterinaria”.

Declaro que participo voluntariamente en este proyecto, que fui informado acerca de los propósitos de aprendizaje y metodología del mismo, y que mis datos personales serán tratados de manera anónima. Además, entiendo que mi participación está relacionada con las actividades académicas de la asignatura fisiología veterinaria (5013303) y se me informó correctamente de los parámetros evaluativos que serán incluidos en mi desempeño durante esta práctica didáctica.

Puedo obtener información complementaria al respecto solicitándola en estos correos: [raul.orrego@udea.edu.co](mailto:raul.orrego@udea.edu.co), [wilson.rendon@udea.edu.co](mailto:wilson.rendon@udea.edu.co), [andres.giraldo@udea.edu.co](mailto:andres.giraldo@udea.edu.co)

Nombre completo	Cédula de ciudadanía	Firma

## Anexo 8. Encuesta de adquisición de habilidades y actitudes

### ENCUESTA DE ADQUISICIÓN Y/O DESARROLLO DE HABILIDADES Y ACTITUDES.

**El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la U. de A.**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.

Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria).

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_ Identificación: \_\_\_\_\_

El siguiente cuestionario enumera diferentes aspectos que dan cuenta de unas habilidades. Por favor, léalos atentamente y decida en qué grado se siente seguro de poder realizarlos **en el presente**. Estime el grado de seguridad que posee marcando con una X un número de 1 a 5, teniendo en cuenta la siguiente escala:

Definitivamente NO puedo hacerlo.	Probablemente NO puedo hacerlo.	Algunas veces puedo hacerlo.	Probablemente SÍ puedo hacerlo.	Definitivamente SÍ puedo hacerlo.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Cuestionar (o poner en duda) los conocimientos y descubrimientos científicos (libros de texto, publicaciones, etc.).					
Consultar diferentes fuentes de información.					
Realizar un nuevo descubrimiento o aportar algo nuevo al conocimiento.					
Analizar los hechos o evidencias que validan una teoría.					
Aceptar con agrado las recomendaciones que me hacen acerca de mis ideas o de mi forma de trabajo.					
Aprender sin la necesidad de recibir conferencias por parte de un profesor.					
Identificar mis necesidades de aprendizaje (lo que desconozco), cuando me enfrento a un problema.					
Reconocer las fuentes de información apropiada.					
Organizar, resumir y reestructurar la información original, logrando que sea más fácil su comprensión.					
Reconocer que los procesos de construcción de conocimiento requieren de una constante evaluación y cambios.					
Aceptar que las evaluaciones negativas son una oportunidad para mejorar.					
Asistir a toda discusión académica con el tema preparado y con unas ideas claras que permitan hacerme entender por los demás.					
Trabajar en grupo con agrado y asumir mis responsabilidades.					

Interesarme por lo que hacen y dicen mis compañeros de equipo.					
<b>Aspecto</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Aprender cuando comparto información con otras personas.					
Cooperar con mis compañeros de trabajo para alcanzar un objetivo en común.					
Ser respetuoso al escuchar la opinión de los demás y al expresar mis propios puntos de vista.					
Considerar que lo más importante del diálogo es convencer al otro de lo que yo pienso.					
Estar dispuesto a modificar una solución a un problema, que a mi parecer está correcta, si encuentro o me proponen nueva información al respecto.					
Reconocer que ante un problema, pueden existir diferentes planteamientos, métodos y fuentes de información, que ayuden en la búsqueda de soluciones.					
Resolver problemas fisiológicos.					
Perseverar en la solución de un problema hasta encontrar al menos una solución.					
Asumir mis dudas o los problemas académicos como una oportunidad de aprendizaje.					
Proponer ideas o puntos de vista en una discusión académica.					
Aceptar que cada sistema orgánico, por ejemplo, el sistema digestivo, tiene sus propios principios, los cuales son muy diferentes a los de cualquier otro sistema, y es ésta diferencia la que hace posible el funcionamiento coordinado de todo el organismo.					
Reconocer que un organismo posee diferentes sistemas y que estos comparten muchas características en común o principios básicos.					
Aceptar que la solución de problemas fisiológicos involucran el conocimiento de los mecanismos mediante los cuales se relacionan los diferentes sistemas orgánicos.					

Adaptado de: Restrepo, G. et al. 2002. La evaluación del aprendizaje basado en problemas –ABP- experimentación y validación. Programa UNI-Rionegro. Centro de Investigaciones. Facultad de enfermería. Universidad de Antioquia. Medellín.

Si tiene algún comentario acerca de esta encuesta, puede realizarlo a continuación:

Muchas gracias por su participación.

## Anexo 9. Examen de conocimientos

### EXAMEN DE CONOCIMIENTOS.

**El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la U. de A.**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.  
Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria).

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_ Identificación: \_\_\_\_\_

Luego de leer el problema que se plantea, responda cada una de las afirmaciones del cuestionario como FALSO o VERDADERO, según su análisis y conocimientos. Cada pregunta tiene un espacio para una justificación breve para sus respuestas.

Problema:

Un caballo adulto, que se encontraba tranquilamente pastando, se percata que un depredador se acerca rápidamente hacia él, por lo cual, comienza la huida, corriendo durante cinco (5) minutos a su máxima velocidad, hasta lograr ponerse a salvo.

Las características anatómicas y fisiológicas de este animal le permiten pasar rápidamente de un estado de reposo a otro de máxima actividad y viceversa, sin que por ello su organismo sufra algún daño.

Cuestionario:

1. La temperatura corporal del caballo aumenta durante el ejercicio, pero ésta se debe de mantener dentro de un rango de valores compatibles con la vida, por lo cual existe un centro de control para ésta variable, el cual se localiza en el tallo encefálico.

Respuesta: \_\_\_\_\_

2. Durante el ejercicio, el aumento en la actividad simpática y la disminución en la actividad parasimpática, producen un decremento en la actividad de los barorreceptores. Esta última situación, causa una disminución en la presión arterial.

Respuesta: \_\_\_\_\_

3. Durante los primeros segundos de la huida del caballo, su músculo esquelético obtuvo la energía necesaria para la contracción, gracias al ATP preformado que tenía almacenado en el músculo y a la presencia de una molécula llamada fosfocreatina, la cual permite la formación de más ATP y puede funcionar bajo condiciones anaeróbicas.

Respuesta: \_\_\_\_\_

4. El volumen de sangre por minuto que sale del corazón del caballo a través de la aorta, durante el periodo de ejercicio, es mayor que el volumen de sangre por minuto que llega al corazón por las venas cavas, ya que parte de la sangre debe permanecer a nivel del músculo esquelético en ejercicio para lograr abastecer las necesidades aumentadas de oxígeno de éste tejido muscular.

Respuesta: \_\_\_\_\_

5. Durante el ejercicio, el caballo ajusta la mayor demanda de oxígeno con un aumento del número de eritrocitos circulantes, y por tanto de la cantidad de hemoglobina circulante, mediante la contracción del hígado.

Respuesta: \_\_\_\_\_

6. El flujo sanguíneo del músculo esquelético se encuentra regulado principalmente por la inervación simpática, durante el reposo, y por el control metabólico local, durante el ejercicio.

Respuesta: \_\_\_\_\_

7. El aumento en la frecuencia y la profundidad de la ventilación pulmonar que se producen en éste caballo al inicio del ejercicio, se deben directamente a los cambios en la concentración de oxígeno y dióxido de carbono arterial que son percibidos por los quimiorreceptores.

Respuesta: \_\_\_\_\_

8. Según el esquema del gasto cardiaco y su distribución comparada durante el reposo y el ejercicio, podemos afirmar que durante el estado de ejercicio (en comparación con el reposo) aumenta el aporte de sangre al músculo esquelético, hay vasoconstricción a nivel del sistema digestivo (esplácnico) y renal, pero el volumen de sangre que llega por minuto a los vasos coronarios es igual en ambos estados.

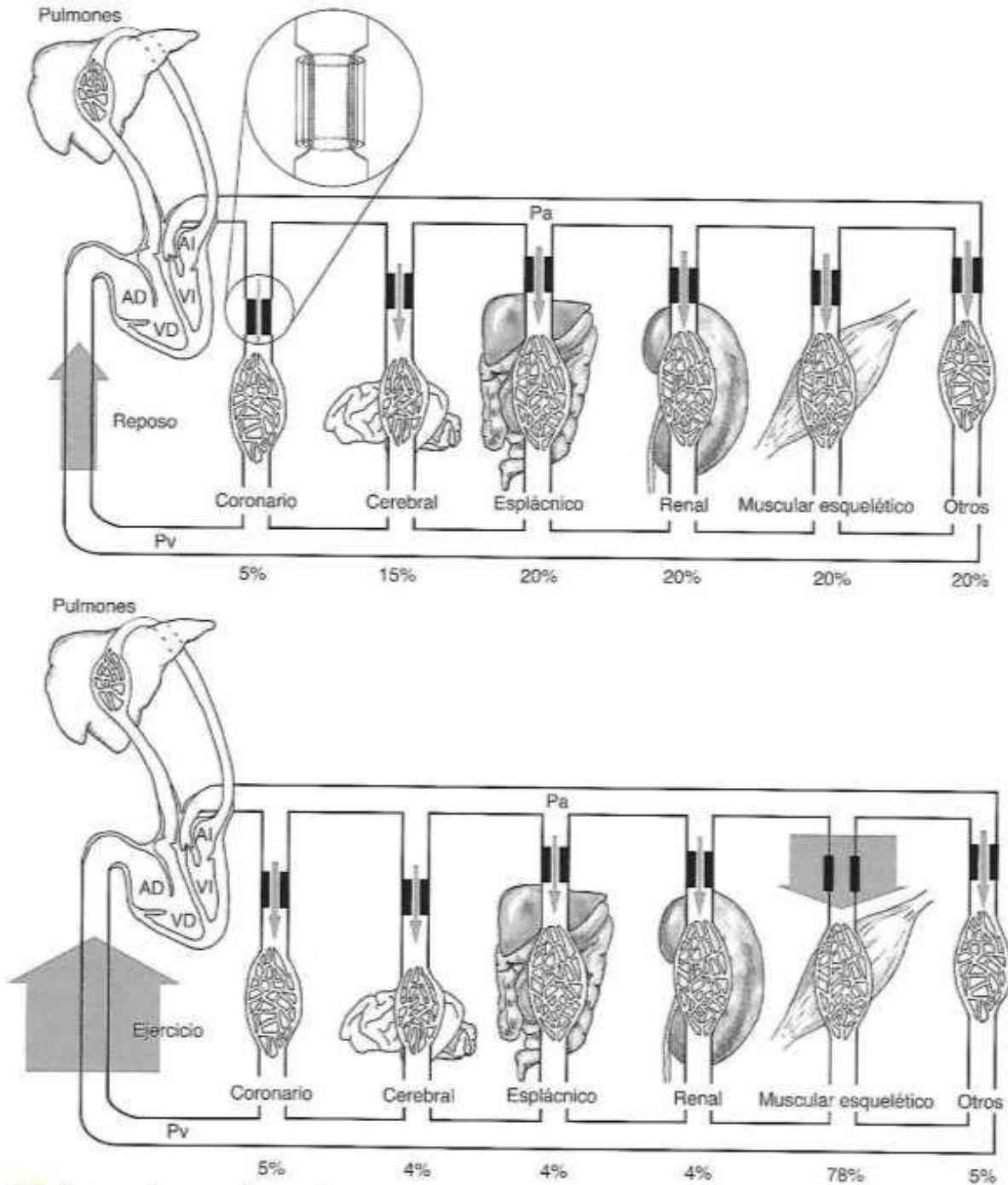


Figura 1. Gasto cardíaco y su distribución comparada durante el reposo (arriba) y el ejercicio intenso (abajo). La anchura de las flechas sombreadas representa el volumen del flujo sanguíneo. Los valores en porcentaje son con relación al gasto cardíaco y no a la volemia (Modificado de Klein, Fisiología veterinaria de Cunningham).

Respuesta: \_\_\_\_\_



9. Para ayudar a controlar su temperatura corporal, durante el ejercicio, el caballo produce gran cantidad de sudor, lo que puede afectar el balance hidroelectrolítico en su organismo, uno de los mecanismos utilizados por el cuerpo para corregir dicho desbalance es a través de la acción de una hormona llamada aldosterona, la cual provoca retención hidrosalina a nivel renal, ésta hormona se produce en la corteza adrenal, y uno de los factores que provoca su liberación es la angiotensina II.

Respuesta: \_\_\_\_\_

10. Las catecolaminas liberadas durante el ejercicio estimulan la liberación de insulina desde las células Beta pancreáticas, lo cual permitirá la utilización de glucosa por parte del músculo esquelético en ejercicio.

Respuesta: \_\_\_\_\_

Muchas gracias por su participación.

## Anexo 10. Encuesta de percepción

### ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LOS PRINCIPIOS DE FISIOLÓGIA BÁSICOS MEDIANTE LA ESTRATEGIA ABP

**El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de los principios básicos de la fisiología en estudiantes de pregrado del programa de Medicina Veterinaria de la U. de A.**

Responsables: Néstor R Orrego-Orozco, Wilson O Rendón-Ramírez, Carlos A Giraldo-Echeverri.

Proyecto de Maestría Profundizante en Ciencias Veterinarias (Fisiología veterinaria).

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_ Identificación: \_\_\_\_\_

El siguiente cuestionario enumera diferentes aspectos que dan cuenta de su percepción sobre la metodología del ABP. Por favor, léalos atentamente e indique en qué medida contribuyó cada uno de los siguientes aspectos en su proceso de aprendizaje.

Nada	Poco	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

Aspecto	1	2	3	4	5
El trabajo en equipo.					
El uso de problemas.					
Las presentaciones orales.					
Argumentar y debatir mis ideas.					
Escuchar las participaciones de mis compañeros.					
Asumir un papel activo en mi proceso de aprendizaje.					
Identificar mis propias necesidades de aprendizaje.					
Retomar mis conocimientos previos.					
Buscar, seleccionar y analizar la información.					
Las indicaciones y/o asesorías del tutor.					
El proceso de evaluación.					
La ausencia de exposiciones o clases magistrales por parte del tutor.					
Reconocer los principios básicos de la fisiología.					
Integrar varios sistemas para el aprendizaje de la fisiología.					

Muchas gracias por su participación.

## Anexo 11. Adquisición y/o desarrollo de habilidades

Adaptado de: Restrepo, G. et al. 2002. La evaluación del aprendizaje basado en problemas –ABP- experimentación y validación. Programa UNI-Rionegro. Centro de Investigaciones. Facultad de enfermería. Universidad de Antioquia. Medellín

Habilidades.	Subhabilidades	Actitudes	Indicador
Razonamiento crítico.	Argumentación. Inferencia. Interrogación y procesos de descubrimiento.	Duda	Creo que los conocimientos y descubrimientos científicos (libros de texto, publicaciones) son posibles cuestionarlos (ponerlos en duda).
		Curiosidad	Cuando tengo una duda, consulto diferentes fuentes de información
			Creo que puedo hacer un nuevo descubrimiento o aportar algo nuevo al conocimiento.
		Criticidad	Creo que toda teoría debe ser criticada.
			Me siento cómodo con lo que me dicen o leo y no busco ni analizo los hechos o evidencias que lo prueban.
		Metacognición.	Estudio independiente. Adaptabilidad. Autoevaluación.
Asumir la responsabilidad del aprendizaje.	El hecho de que aprenda, depende principalmente de mi profesor.		
	Cuando me formulan un problema, identifico mis necesidades de aprendizaje para poder resolverlo.		
	En el momento de consultar información, cualquier fuente es apropiada.		
	Es necesario organizar, resumir y reestructurar la información original para una mejor comprensión.		
Manejo de la frustración.	Reconozco que los procesos de construcción de conocimiento requieren de una constante evaluación y cambios.		
	Las evaluaciones negativas, las asumo como una oportunidad para mejorar		
Interacción social.	Comunicación. Trabajo en equipo. Organización y gestión.		
			Me agrada el trabajo en grupo y asumo mis responsabilidades

	Adaptabilidad social.	Sentido de pertenencia al grupo.	No me interesa que hacen mis compañeros de equipo.
		Disponibilidad para callar y escuchar.	Considero interesante y necesario, aprender de mis compañeros.
		Cooperación	Cuando comparto información con otras personas, siento que aprendo más.
			Cooperar con mis compañeros de trabajo, ayuda a alcanzar un objetivo en común.
		Respeto	Soy respetuoso al escuchar la opinión de los demás y al expresar mis opiniones.
Habilidades en la solución de problemas.	Capacidad de plantear, examinar y analizar un problema. Capacidad de plantear hipótesis y evaluar soluciones. Capacidad para aplicar soluciones.	Flexibilidad	Considero que lo más importante del diálogo, es convencer al otro de lo que yo pienso.
			A pesar de tener una solución clara para un problema, estoy dispuesto a modificarla, si encuentro o me proponen nueva información al respecto.
			Ante un problema, pueden existir diferentes planteamientos, métodos y fuentes de información, que ayuden en la búsqueda de soluciones.
		Perseverancia	No me gusta resolver situaciones problemáticas
			Las situaciones problemáticas deben enfrentarse con perseverancia hasta encontrar al menos una solución
		Correr riesgos	Cuando tengo dudas o me plantean un problema académico, lo asumo como una oportunidad de aprendizaje
		Creatividad	Me gusta proponer ideas o puntos de vista en una discusión académica
		Habilidad para reconocer y aplicar los principios básicos de la fisiología en la	Reconocer las características comunes que tienen entre sí

solución de problemas.	los sistemas de órganos.		Cada sistema orgánico, por ejemplo, el sistema digestivo, tiene sus propios principios, los cuales son muy diferentes a los de cualquier otro sistema, y es ésta diferencia la que hace posible el funcionamiento coordinado de todo el organismo.
	Resolver problemas fisiológicos que involucran varios sistemas.	Análisis.	La solución de problemas fisiológicos involucra el conocimiento de los mecanismos mediante los cuales se relacionan los diferentes sistemas orgánicos.