



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
NACIONAL  
*Educadora de educadores*

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA APOYADA  
EN EL ABP, PARA LA COMPRENSIÓN DE LOS CAMBIOS DE LA BACTERIA  
*E. coli* FRENTE A LOS ANTIMICROBIANOS NATURALES PRESENTES EN EL  
AJO Y LA CEBOLLA**

**DANIEL GUILLERMO ALARCÓN MENJURA  
2011115076**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2018**

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA APOYADA  
EN EL ABP, PARA LA COMPRENSIÓN DE LOS CAMBIOS DE LA BACTERIA  
*E. coli* FRENTE A LOS ANTIMICROBIANOS NATURALES PRESENTES EN EL  
AJO Y LA CEBOLLA**

**DANIEL GUILLERMO ALARCÓN MENJURA  
2011115076**

**Trabajo de Investigación para optar al Título de Licenciado en Química.**

**Sonia Muñoz Miranda.  
Director**

**Dora Luz Gómez Aguilar.  
Co-Director**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2018**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**DIRECTOR**

---

**EVALUADOR 1**

---

**EVALUADOR 2**

**Bogotá D.C, Abril 2019.**

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por brindarme salud, sabiduría y fortaleza para culminar este proceso en mi vida, también va dedicado a mis padres María de Los Ángeles Menjura y Guillermo Alarcón Ortiz, quienes además de ser mis ángeles guardianes en este mundo y quienes me inculcaron principios y valores al igual que ser los símbolos de esfuerzo, dedicación y tenacidad para cumplir metas, fueron quienes permitieron culminar este logro con su apoyo incondicional, sus consejos y su amor, gracias por orientar mi vida... Por lo tanto, este logro no es solo mío sino también de ustedes... Igualmente dedico este trabajo a mi hermana Yeimi Forero Menjura quien me apoyó y ayudó cuando tuve dificultades y quien fue mi fortaleza en momentos de debilidad. Además, dedicarlo a mi familia y decirles gracias a todos por tantas cosas que me han dado y espero que me acompañen en los próximos logros trazados para mi vida.*

*Finalmente, este logro es sinónimo de una constante lucha, de un esfuerzo y de una dedicación entera para cumplir lo que nos proponemos.*

*Mil y mil gracias.*

***Daniel Guillermo Alarcón Menjura***

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco infinitamente a Dios por dirigir mi vida y haberme acompañado durante mi proceso de formación profesional, por darme sabiduría, paciencia, fortaleza y perseverancia en este trayecto del camino, además de colmarme de bendiciones en cada estribo de mi formación como docente.*

*Agradezco enormemente a mi querida directora Sonia Muñoz Miranda, por su constante paciencia, disposición y apoyo en la orientación para el desarrollo de este trabajo; el cual fue muy importante para la culminación de mi carrera ¡¡ Profe gracias por enseñarme el valor y sentir para ser un mejor docente, eres un gran ejemplo a seguir¡¡ También agradezco al Profesor Luis Alberto Castro, por el tiempo, dedicación y apoyo que me brindó, enseñándome que independientemente de las circunstancias es muy importante dedicarle un poco de nuestro tiempo a los estudiantes ¡¡Gracias Infinitas!!*


*A mis compañeros de Sistemas Biológicos II por estar siempre en la disposición de tiempo y actitud para desarrollar las actividades.*

*A los profesores Nubia Ladino y Pedro Nel Zapata, gracias por el tiempo dedicado a la revisión del proyecto, sus sugerencias enriquecieron enormemente mis conocimientos y ayudaron a fortalecer mi carácter como estudiante y docente.*

*El ser humano por naturaleza es un ser social, por ello, agradezco a mis amigos, colegas y compañeros, por tantos momentos de diversión, alegrías y tristezas, por acompañarme en este proceso del querer ser docente, y por la ayuda brindada en los momentos difíciles. En especial agradezco a Tatiana Páez, Miriam Segura y Deyanira Castillo por trascender más allá de ser compañeras y convertirse en mis amigas... Dios dispone en nuestras vidas de personas incondicionales que se convierten en ángeles que nos ayudan a recorrer nuestro camino, y esos son ustedes... Espero que esta amistad se fortalezca con el paso de los años.*

*Quiero agradecer nuevamente a mis padres y hermana, a mi tía Bárbara Menjura, a mis primos Johanna, César y Hernán quienes fueron mis hermanos y familia durante mi formación, tiempo en el cual estuve alejado de mis padres, ellos fueron mi hogar en estos años, gracias por haberme apoyado y ayudado cuando los necesite, los quiero mucho.*

*Finalmente, agradezco a la Universidad Pedagógica Nacional y en particular al Departamento de Química, quienes me acompañaron en mi proceso de formación; por otro lado, a los docentes, Alfonso Clavijo, quien me enseñó a ser exigente conmigo mismo sin importar las circunstancias y Diego Blanco, quien me apoyó en cada uno de los momentos de mi carrera y me enseñó la importancia de ser un docente interdisciplinar, de verdad que son un ejemplo y un modelo a seguir como docente.*

	<i>FORMATO</i>	
	<i>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</i>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 6 de 78</b>	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de Grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Propuesta para el diseño de una secuencia didáctica apoyada en el ABP, para la comprensión de los cambios de la bacteria <i>E. coli</i> frente a los antimicrobianos naturales presentes en el ajo y la cebolla
<b>Autor(es)</b>	Alarcón Menjura, Daniel Guillermo
<b>Director</b>	Muñoz Miranda Sonia
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 72 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	RESISTENCIA BACTERIANA; AJO; CEBOLLA; ABP; SECUENCIA DIDÁCTICA.

<b>2. Descripción</b>
<p>El presente trabajo se refiere a la utilización del método aprendizaje basado en problemas para suplir las necesidades de una educación cambiante en la búsqueda de la calidad, el cual se puede definir como un método no convencional en la educación superior, o como una estrategia pedagógica para fortalecer habilidades y actitudes de los profesores en formación inicial frente a diferentes problemáticas de la vida cotidiana.</p> <p>La característica principal de este tipo de metodología es el desarrollo de un aprendizaje integrado y organizado en problemas de la vida real y donde confluyen las diferentes áreas del conocimiento que se ponen en juego para dar solución al problema. Actualmente el ABP es utilizado en la educación superior para diversas áreas del conocimiento.</p>

<b>3. Fuentes</b>
<p>Álvarez, Y. (18 de 03 de 2011). Morfología Bacteriana, Formas.</p> <p>Baena Extremera, A., &amp; Granero Gallegos, A. (2012). Los mapas conceptuales y el aprendizaje basado en problemas en el aprendizaje de contenidos anatómicos-fisiológicos en opositores</p>

al cuerpo de profesores de educación secundaria. *International Journal of Morphology*, 230-237.

Becton Dickinson GmbH . (Julio. de 2014). Instrucciones De Uso- Medios De Uso En Placa Listos Para Usar: Bd MacConkey II Agar . Heidelberg., Alemania.

Bender Bojalil, D., & Bárcenas Pozos, M. (2013). El ajo y sus aplicaciones en la conservación de los alimentos. Puebla., México.

Betancor, L., Gadea, M., & Flores, K. (2008). Genética bacteriana. Uruguay.

Brosina de Leon, L., & De Quadros Onófrío, F. (2015). Aprendizagem baseada em problemas na graduação medica- Uma revisão da literatura atual. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 614-619.

Bueno Millan, L. P., Semer, B., Da Silva Rodriguez, J. M., & Gianini, R. J. (2012). Método tradicional e aprendizaje baseado em problemas: autopercepção do preparo para o internato. *Revista da Associação Médica Brasileira*.

Cabrera, C. E., Gómez, R. F., & Zúñiga, A. E. (2007). La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. *Colombia Médica*, 149-158.

Campos, C. A., & Navarro, A. e. (2004). Escherichia coli microorganismo divergente con actitud dual en su relación de convivencia con sus hospederos. Mexico D.F, Mexico.

Casado, M. T. (2012). Medios De Cultivo En Un Laboratorio De Microbiología.

Castelo, L., Bou, G., & Llinares, P. (2013). Recomendaciones prácticas para el diagnóstico y tratamiento de la infección urinaria en el adulto I. Galicia, España.

Chalar Vargas, L. R., Moya Mamani, J. C., Vargas Alvarez, E., Sejas Rebollo, M., & Romero , B. (2014). Función Antimicrobiana de la Alicina de Ajo en cultivos de Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa y Escherichia coli. *Revista Científica de Ciencias Médicas*, 26-28.

Chavarrías, M. (23 de Septiembre de 2009). Barreras naturales contra patógenos. Argentina.

Embid, A. (2002). Resistencia de las bacterias a los antibióticos. *Revista de Medicinas Complementarias. Medicina Holística.*, 45-59.

Esaú, L., López-Jácome, & Cols. (2014). Tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. *Investigación en discapacidad.*, 10-18.

- Fernández Riverón, F., López Hernández, J., Ponce Martínez, L. M., & Machado Betarte, C. (2003). Resistencia Bacteriana. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 44-48.
- Galindo Cárdenas, L. A., Arango Rave, M. H., Villegas Múnera, D. P., Aguirre Muñoz, C. E., Kambourva, M., & Jaramillo Marín, P. A. (2011). ¿Cómo el aprendizaje basado en problemas (ABP) transforma los sentidos educativos del programa de medicina de la Universidad de Antioquia? *Iatreia*, 325-334.
- Garcez Sardo, P. M., & Marcon Dal Sasso, T. (2008). Aprendizagem baseada em problemas em ressuscitação cardiopulmonar: suporte basico de vida. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 784-792.
- García Rico, R. O., & Herrera Arias, F. C. (2007). Evaluación de la inhibición del crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum* y *Allium cepa*: estudio preliminar in vitro. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 68-79.
- García, V. (1995). *Introducción a la microbiología*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Garzón Díaz, F. A., & Zárate, B. (2015). El aprendizaje de la Bioética basado en problemas (ABBP): un nuevo enfoque pedagógico. *Acta Bioethica*, 19-28.
- González Olaya, H. L., & Galindo Cárdenas, L. A. (2011). Aplicación de la experiencia de aprendizaje mediado a la estrategia de aprendizaje basado en problemas, en estudiantes del tercer semestre de medicina , Universidad Autonoma de Bucaramanga, Colombia. *Iatreia*, 422-431.
- Gutiérrez, L. A., & Agudelo, D. A. (2009). Control del crecimiento In Vitro sobre cepas Gram positivas y Gram negativas productoras de mastitis. *Luz Adriana Gutiérrez\*\**, *Divier Antonio Agudelo*, 67-74.
- Hall Ramirez, V., Rocha Palma, M., & Rodríguez Vega, E. (Mayo de 2002). plantas medicinales. *centro nacional de información de medicamentos*.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (30 de julio de 2016). *El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*. Obtenido de <http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf>
- Laboratorios britania S.A. (2011). Indol Reactivo. Caba, Argentina.
- Laboratorios britania S.A. (2010). MR-VP Medio. Caba, Argentina.

- Labra, P., Kokaly, M. E., Iturra, C., Concha, A., Sasso, P., & Vergara, M. I. (2011). El enfoque ABP en la formación inicial docente de la Universidad de Atacama: el impacto en el quehacer docente. *Estudios Pedagógicos*, 167-185.
- Lobo, J. M. (2006). Estructura, funcionamiento y significado de los integrones bacterianos. Cantabria, España.
- López Pérez, J. P. (2011). Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.*, 491-494.
- López, M., & Alvarez, M. (2009). *Escherichia Coli: Mecanismos De Patogenicidad*. México.
- López, N. (1998). Investigación y currículo en la educación superior. *Cooperativa Editorial del MAGisterio*, 4.
- Lopez, N., & Saiz, M. (11 de Enero de 2010). Obtención y aplicación de extractos naturaleza. Navarra., España.
- Medina Peña, J. A. (2008). Cebolla: guía técnica. *Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).*, 64. Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de *Mentha spicata L.*: <http://coleccion.esjbb.gov.co/herbario/especimen/2445>
- Mendiola, L. (2009). El ajo (*Allium sativum L.*) y el ajo de oso (*Allium ursinum*). Mexico D.F, Mexico.
- Mendoza Espinosa, H., Méndez López, J. F., & Turrucó García, U. (2012). Aprendizaje basado en problemas (ABP) en educación médica: sugerencias para ser un tutor efectivo. *Investigación en educación médica*, 235-237.
- Miyahira Arakaki, J. M. (Julio de 2009). La investigación formativa y la formación para la investigación en el pregrado. Lima, Perú.
- Morales Araya, M. D. (1985). Antimicrobianos: Una revisión sobre mecanismos de acción y desarrollo de resistencia. *Acta Médica Costarricense*, 79-83.
- Morales-L., G. (2005). *Herbario JBB en línea - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis*. Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de *Allium sativum L.*: <http://coleccion.esjbb.gov.co/herbario/especimen/2912>
- Padilla, D. (Febrero de 2011). Estudio de protocolos de comunicación bacterianos: conjugación y quorum sensing. Madrid, España.

- Pantoja Castro, J. C., & Covarrubias Papahiu, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 93-109.
- Peña, R., & Paez, J. (2008). Bacterias Fitopatógenas. Tunja, Boyacá.
- Pérez Cano, H. J., & Robles Contreras, A. (2013). Aspectos básicos de los mecanismos de resistencia bacteriana. *Revista Médica.*, 186-191.
- Pérez, M., & Mota, M. (2008). Morfología y Estructura Bacteriana. Montevideo, Uruguay.
- Puerta-García, A., & Mateos-Rodríguez, F. (2010). Enterobacterias. Albacete., España.
- Rodríguez Borrero, M. A., Gonçalves Nitschke, R., Gue Martini, J., Guerra Martín, M. D., & González Galán, C. (2014). Theoretical assumptions of Maffesoli's sensitivity and problem-based learning in nursing education. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 504-510.
- Rojas Campos, N. (1995). El lipopolisacárido bacteriano: una potente endotoxina con múltiples actividades biológicas. Resientes avances en estructura, genética y bioquímica. *Revista costarricense de ciencias médicas*, 71-84.
- Romero A, J. P., & Ibargüen Mondragón, E. (2014). Sobre la resistencia bacteriana hacia antibióticos de acción bactericida y bacteriostática. *Revista Integración*, 101–116.
- Sampath, K. P., Bhowmik, D., & et-al. (2010 (2)). Allium cepa: A traditional medicinal herb and its health benefits. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 283-291.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación. Sexta edición*. México: Mc Graw Hill.
- Santambrosio, E., Ortega, M., & Garivaldi, P. (2009.). Tinción y observación de microorganismos. Argentina.
- Saz, P. (04 de 04 de 2018). *Fitoterapia y medicina naturista*. Obtenido de [http://www.unizar.es/med\\_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf](http://www.unizar.es/med_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf)
- Seija, V., & Vignoli, R. (2008). Principales Grupos antimicrobianos. *Temas de microbiología y virología médica*, 631-647.
- Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. (2008). *Aprendizaje basado en problemas. Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Obtenido de [http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas.pdf](http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf)

- Siqueira-Batista, R., & Siqueira-Batista, R. (2009). Os anéis da serpente: a aprendizagem baseada em problemas e as sociedades de control. *Ciência & Saúde Coletiva*, 1183-1192.
- Sussmann, O. A., Mattos, L., & Restrepo, A. (2006). Resistencia Bacteriana. *Revista de medicina Pontificia Universidad Javeriana*.
- Tafur, T. &. (Septiembre de 2008). Mecanismos de Resistencia a los Antibióticos en Bacterias Gram-Negativas. *Asociación Colombiana de Infectología*., 12(03).
- Tarazona, J. L. (2005). Reflexiones acerca del aprendizaje basado en problemas (ABP). Una alternativa en la educación médica. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 147-154.
- Torres Manrique, C. (2012). *La resistencia bacteriana a los antibióticos, siete décadas después de Fleming / discurso leído en el acto de su recepción académica el día 31 de octubre de 2012 por Carmen Torres Manrique ; discurso de contestación Manuel José López Pérez*. Zaragoza: Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza.
- Vanegas López, M. C. (2015). *Guías para el Laboratorio de Bacteriología*. Bogotá D.C: Ediciones Uniandes.
- Vignoli, R., & Seija, V. (2008). Principales mecanismos de resistencia antibiótica. *Temas De Bacteriología Y Virología Médica*, 649-662.
- Villalobos Perozo, R. (2006). Mejoría del rendimiento estudiantil en medicina tropical con el método de aprendizaje basado en problemas, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Zulia. *Kasmera*, 123-126.
- Villegas Munera, E. M., Aguirre Muñoz, C. A., Díaz Hernandez, D. P., Galindo Cárdenas, L. A., Arango Rave, M. H., Kambourova, M., & Jaramillo Marín, P. A. (2012). La funcion del en la estrategia de aprendizaje basado en problemas en la formación médica en la facultad de medicina de la Universidad de Antioquia. *Iatreia*, 261-271.

#### 4. Contenidos

El trabajo desarrollado se divide en siete (7) apartados, descritos de la siguiente manera: el primer apartado consta de la descripción y formulación del problema, en segundo lugar se plantean los objetivos de investigación, en tercer lugar el marco referencial pedagógico y disciplinar, en cuarto lugar se encuentra la metodología, en quinto lugar se encuentra los resultados y la discusión de los mismos, en sexto lugar las conclusiones y finalmente en séptimo lugar se encuentran las recomendaciones.

### 5. Metodología

Esta investigación se realiza desde el enfoque de “investigación cualitativa”, de tipo exploratorio. Allí, se pretende describir y analizar los conceptos, interpretación, la habilidad argumentativa y propositiva de tipo científico que construyen los estudiantes respecto al estudio de la resistencia bacteriana específicamente de la *Escherichia coli* (*E. coli*) frente a los componentes antimicrobianos de algunas plantas medicinales, empleando un análisis bibliográfico sobre los componentes antimicrobianos presentes en el ajo y la cebolla, a través de la implementación del aprendizaje basado en problemas. En relación con la investigación cualitativa, se pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después, para refinarlas y responderlas.

### 6. Conclusiones

Gracias al trabajo desarrollado con los estudiantes de Sistemas Biológicos II se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La utilización de los casos clínicos como herramienta para el desarrollo del ABP pueden ser de gran utilidad en la enseñanza-aprendizaje de temas relacionados con la biología, aun cuando se realiza el proceso aplicativo de cada paso, puesto que los estudiantes en la primera etapa pueden presentar un nivel bajo de aceptación por el método.
- El ABP, puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje al ser presentado como una opción alterna a los procesos memorísticos de la academia universitaria en la formación de docentes, puesto que facilita el desarrollo y mejoramiento de habilidades comunicativas e interpersonales entre compañeros, las cuales generan una mayor concertación de las diferentes ideas para solucionar una situación problema en común.
- El desarrollo de la estrategia de ABP, puede hacer que los estudiantes participen de manera activa en el proceso de construcción del aprendizaje autónomo, significativo y crítico sobre la temática abordada. Además, permite pensar al docente como un guía en el proceso de enseñanza y no como transmisor de conocimiento.

<b>Elaborado por:</b>	Alarcón Menjura, Daniel Guillermo
<b>Revisado por:</b>	Muñoz Miranda, Sonia

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	04	04	2019
--	----	----	------

**TABLA DE CONTENIDO**

1. INTRODUCCIÓN .....	18
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	20
2.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
3. OBJETIVOS .....	21
3.1. GENERAL .....	21
3.2. ESPECÍFICOS .....	21
4. MARCO REFERENCIAL.....	22
4.1. MARCO REFERENCIAL PEDAGÓGICO .....	22
4.1.1. ¿Qué es el aprendizaje basado en problemas? .....	22
4.1.2. Estado del arte .....	34
4.2. MARCO REFERENCIAL DISCIPLINAR .....	34
4.2.1. Morfología y fisiología .....	36
4.2.2. Patología.....	38
4.2.3. Identificación de la bacteria E. coli.....	40
4.2.4. Antibióticos .....	42
4.2.5. Resistencia bacteriana .....	43
4.2.6. Ajo ( <i>Allium sativum</i> ).....	46
4.2.7. Cebolla ( <i>Allium cepa</i> ) .....	47
5. METODOLOGÍA.....	48
5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	48
5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	48
5.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	48
5.3.1. FASE I Revisión Bibliográfica .....	49
5.3.2. FASE II Población de Estudio .....	49
5.3.3. FASE III Formulario Ideas Previas.....	49
5.3.4. FASE IV Diseño de una Secuencia Didáctica basada en el ABP.....	50
5.3.5. FASE V Análisis de resultados .....	50
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	51
6.1. Formulario de Conocimientos Previos .....	51
7. CONCLUSIONES.....	57
8. RECOMENDACIONES.....	57
9. BIBLIOGRAFÍA .....	58
10. ANEXOS .....	63

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias entre el aprendizaje tradicional, el aprendizaje basado en lecturas y el ABP. Adaptada por el autor. ....	25
Tabla 2. Ventajas de utilizar el aprendizaje basado en problemas. Adaptada por el autor. ....	26
Tabla 3. Roles del profesor y del estudiante en el ABP. Adaptada por el autor. ....	30
Tabla 4. Diferentes técnicas de evaluación en el ABP. Adaptada por el autor. ....	33
Tabla 5. Descripción taxonómica para la especie <i>Escherichia coli</i> según (Pírez & Mota, 2008). ....	37
Tabla 6. Descripción taxonómica para la especie <i>Allium sativum</i> según (Morales-L., 2005). ....	46
Tabla 7. Descripción taxonómica para la especie <i>Allium cepa</i> según (Medina Peña, 2008). ....	47
Tabla 9. Niveles de Argumentación (adaptada por el autor). ....	53

## CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Características del Aprendizaje basado en problemas (ABP). Elaborado por el autor. _____	23
Ilustración 2. Aspectos del ABP en la formación de estudiantes íntegros. Elaborado por el autor _____	24
Ilustración 3. Pasos en el Aprendizaje basado en problemas. Elaborado por el autor. _____	26
Ilustración 4. Aspectos para la planificación en el ABP. Elaboración del autor. _____	28
Ilustración 5. Desarrollo del proceso de ABP (Morales y Landa, 2004). Adaptado por el autor _____	29
Ilustración 6. Fases del Proceso de ABP (Exley y Dennick, 2007). Adaptado por el autor. _____	30
Ilustración 7. Aspectos Disciplinarios (Elaborado por el Autor). _____	35
Ilustración 8. Morfología de los tipos de bacterias (Álvarez, 2011). _____	36
Ilustración 9. Diagrama de la pared bacteriana. Gram-positiva a la derecha y Gram-negativa a la izquierda (Pírez & Mota, 2008). _____	37
Ilustración 10. Principales mecanismos de resistencia a los antibióticos. 1. Enzimas modificadoras. 2. Bombas de salida. 3. Cierre de porinas. 4. Proteínas unidoras de penicilinas. (Tafur, 2008). _____	45
Ilustración 11. Sitios de acción de los Antibióticos. (Tafur, 2008). _____	46
Ilustración 12. Fases para el desarrollo metodológico del trabajo investigativo. Elaboración del autor. ____	49

## CONTENIDO DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Revisión bibliográfica sobre Aprendizaje basado en problemas. Elaboración del autor. ....</i>	<i>63</i>
<i>Anexo 2. Revisión bibliográfica sobre bacterias, resistencia bacteriana, antibióticos y plantas medicinales (Ajo y Cebolla). Elaboración del autor. ....</i>	<i>66</i>
<i>Anexo 3. Secuencia Didáctica para el desarrollo de las actividades basadas en el ABP. (Elaborada por el Autor). ....</i>	<i>69</i>
<i>Anexo 4. Descripción de los Casos clínicos (Elaborado por el Autor).....</i>	<i>70</i>
<i>Anexo 5. Practica de Laboratorio 1: Introducción al manejo del material de Laboratorio. ....</i>	<i>71</i>
<i>Anexo 6. Práctica de Laboratorio 2: Medios de Cultivos y Siembra Cepa Bacteriana. ....</i>	<i>73</i>
<i>Anexo 7. Práctica de Laboratorio 3: Extracción de agentes antimicrobianos. ....</i>	<i>76</i>
<i>Anexo 8. Rúbrica de Evaluación para los problemas asignados (Elaborado por el Autor). ....</i>	<i>78</i>

## **CONTENIDO DE GRÁFICAS**

Gráfica 1. Organelos presentes en una Célula Procariota.....	51
Gráfica 2. Relación entre la función y el organelo celular.....	52
Gráfica 3. Tipos morfológicos que presentan las bacterias.....	52
Gráfica 4. Conocimiento sobre sobre Resistencia Bacteriana.....	53

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere a la utilización del método aprendizaje basado en problemas para suplir las necesidades de una educación cambiante en la búsqueda de la calidad, el cual se puede definir como un método no convencional en la educación superior, o como una estrategia pedagógica para fortalecer habilidades y actitudes de los profesores en formación inicial frente a diferentes problemáticas de la vida cotidiana.

La característica principal de este tipo de metodología es el desarrollo de un aprendizaje integrado y organizado en problemas de la vida real (casos clínicos) y donde confluyen las diferentes áreas del conocimiento que se ponen en juego para dar solución al problema. Actualmente el ABP es utilizado en la educación superior para diversas áreas del conocimiento (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

Para analizar la problemática fue necesario presentar una alternativa de enseñanza para el aprendizaje de los contenidos de la biología que se imparten en la educación superior; esta alternativa, en primer lugar, soluciona varios de los problemas que la enseñanza tradicional presenta, entre ellos los procesos memorísticos, conductismo y la forma de evaluar, y en segundo lugar, representa una muestra de cómo se pueden llevar a la práctica los principios pedagógicos constructivistas que fundamentan los actuales planes de estudio. Se expone para ello una propuesta pedagógica basada en los principios y procedimientos del método ABP, en profesores en formación de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, desde ahora UPN.

Se tomó como tema central la microbiología, haciendo énfasis en la resistencia bacteriana, teniendo en cuenta que el trabajo se desarrolló con docentes en formación de la asignatura de Sistemas Biológicos II del programa Licenciatura en Química y poseen conocimientos básicos sobre microorganismos, donde se logró contribuir en el proceso de acercamiento entre la teoría y práctica que ofrecen las dos temáticas mencionadas, además con el desarrollo de problemáticas reales propuestas desde un contexto investigativo, se favorece el desarrollo de capacidades científicas como analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante y argumentativas en los docentes, así como contribuir a su proceso pedagógico.

De otro lado, en busca de afianzar los conocimientos en Biología (tipos de células y resistencia bacteriana), para ello, se realizó una secuencia didáctica con actividades basadas en el ABP. Todo el procedimiento se hace de manera rigurosa y se encuentra dentro de la metodología de trabajo, y también hace parte de una producción final en forma de casos clínicos en donde se involucran actividades orientadas a la solución de problemas.

Este trabajo está dividido en cuatro partes, primero se presenta la introducción, la situación problema sobre la cual se desarrolla toda la propuesta y la justificación de la misma, luego se encuentran los objetivos, la consulta de antecedentes y marco conceptual, posteriormente se presenta la metodología, finalmente se exponen los resultados y análisis de la propuesta, así como las conclusiones y recomendaciones. Por otro lado, el trabajo consolida los aprendizajes desarrollados durante el programa de Licenciatura en Química, de la UPN.

## 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 2.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La situación de alerta y la extensa variedad de cepas bacterianas que actualmente son resistentes a los agentes antimicrobianos convencionalmente usados para la inhibición, es un problema de importancia que va en aumento a nivel nacional e internacional, y se ha asociado principalmente al abuso de la terapia antimicrobiana múltiple (Morales Araya, 1985).

Por otro lado, es importante resaltar sobre la necesidad de cuestionar la disposición rígida y minimizada de los elementos que componen los currículos, por ejemplo, la semestralización, la cantidad de condiciones, requerimientos y los requisitos son algunos de los conceptos que se constituyen dentro del lenguaje oficial que orienta el movimiento académico de las instituciones superiores de educación. Por lo tanto, la apertura, la diversidad, la pertinencia de los discursos, prácticas y desempeños académicos se han opacado seriamente por los “requerimientos administrativos” que se constituyen en el objetivo indiscutible por alcanzar en estructuras curriculares cerradas” (López N. , 1998).

Teniendo en cuenta que la educación debe ser integral, con un objeto central para resolver problemas, es necesario un cambio metodológico. El ABP propone como estrategia favorecer el desarrollo de capacidades, donde los docentes orienten la formación de ciudadanos con profesiones de alta calidad que aporten nuevas ideas tanto a la sociedad, como al desarrollo científico y tecnológico de la misma. De acuerdo con lo anterior, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo diseñar una secuencia didáctica apoyada en el ABP, para la comprensión de los cambios de la bacteria *E. coli* frente a los antimicrobianos naturales presentes en el ajo y la cebolla?

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1.GENERAL

Proponer una secuencia didáctica apoyada en el ABP, para los profesores en formación del espacio académico Sistemas Biológicos II, del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, para la comprensión de los cambios de la bacteria *E. coli* frente a los antimicrobianos naturales presentes en el ajo y la cebolla.

#### 3.2.ESPECÍFICOS

- Identificar los conocimientos previos de los estudiantes de Sistemas Biológicos II, en relación con la morfo-fisiología asociada a la resistencia que poseen las células bacterianas.
- Proponer el diseño de una secuencia didáctica para la identificación de los cambios poblacionales de la bacteria frente a los antimicrobianos.
- Formular casos clínicos que permitan la identificación de las características de la resistencia bacteriana a través del ABP.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. MARCO REFERENCIAL PEDAGÓGICO

#### 4.1.1. ¿Qué es el aprendizaje basado en problemas?

El aprendizaje basado en problemas surge a partir del siglo XX en la escuela de medicina en la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá, con el fin de mejorar la calidad de la educación médica de los países y cambiar la orientación del currículum, el cual estaba basado en una colección de temas y exposiciones del maestro, por uno más integrado y organizado en problemas de la vida real y donde confluyen las diferentes áreas del conocimiento que se ponen en juego para dar solución al problema. Actualmente el ABP es utilizado en la educación superior para diversas áreas del conocimiento. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

#### *Una definición del ABP*

Es una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes resultan importantes, en el ABP un grupo pequeño de alumnos se reúne, con la facilitación de un tutor, a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje. Durante el proceso de interacción de los alumnos para entender y resolver el problema se logra, además del aprendizaje del conocimiento propio de la materia, que puedan elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, que comprendan la importancia de trabajar colaborativamente, que desarrollen habilidades de análisis y síntesis de información, además de comprometerse con su proceso de aprendizaje. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica una parte de la materia y, seguidamente, propone a los alumnos una actividad de aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, el ABP se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente utilice la lección magistral u otro método para transmitir ese temario (Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid., 2008).

El ABP se sustenta en diferentes corrientes teóricas sobre el aprendizaje humano, tiene particular presencia la teoría constructivista, de acuerdo con esta postura en el ABP se siguen tres principios básicos: 1) El entendimiento con respecto a una situación de la realidad surge de las interacciones con el medio ambiente, 2) El conflicto cognitivo al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje, y 3) El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

Por otro lado, Prieto (2006) defendiendo el enfoque de aprendizaje activo señala que “el aprendizaje basado en problemas representa una estrategia eficaz y flexible que, a partir de lo que hacen los estudiantes, puede mejorar la calidad de su aprendizaje universitario en aspectos muy diversos”. Así, el ABP ayuda al alumno a desarrollar y a trabajar diversas competencias. Entre ellas, de Miguel (2005) destaca:

- Resolución de problemas
- Toma de decisiones
- Trabajo en equipo
- Habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información)
- Desarrollo de actitudes y valores: precisión, revisión, tolerancia entre otras.

Además, Prieto (2006) citando a Engel y Woods añade:

- Identificación de problemas relevantes del contexto profesional
- La conciencia del propio aprendizaje
- La planificación de las estrategias que se van a utilizar para aprender
- El pensamiento crítico
- El aprendizaje auto-dirigido
- Las habilidades de evaluación y autoevaluación
- El aprendizaje permanente

### *Características del ABP*

En palabras de Exley y Dennick (2007), el ABP implica un aprendizaje activo, cooperativo, centrado en el estudiante, asociado con un aprendizaje independiente muy motivado.

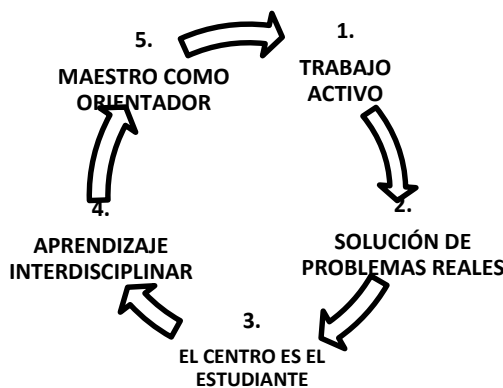


Ilustración 1. Características del Aprendizaje basado en problemas (ABP). Alarcón, D. (2019).

A continuación, se amplía cada una de las características enunciadas en la ilustración 1 sobre el ABP:

- Es un método de trabajo activo en donde los alumnos participan constantemente en la adquisición de su conocimiento.
- El método se orienta a la solución de problemas que son seleccionados o diseñados para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos de conocimiento.

- El aprendizaje se centra en el alumno y no en el profesor o sólo en los contenidos. · Es un método que estimula el trabajo colaborativo en diferentes disciplinas, se trabaja en grupos pequeños.
- Los cursos con este modelo de trabajo se abren a diferentes disciplinas del conocimiento.
- El maestro se convierte en un facilitador o tutor del aprendizaje. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

Al trabajar sobre un problema, el aprendizaje surge de la experiencia de discusión sobre el mismo, el cual permite estimular el autoaprendizaje para que el estudiante tenga la capacidad de enfrentar lo aprendido con situaciones reales y llevarlo posteriormente a identificar sus deficiencias de conocimiento.

### ***Objetivo del ABP***

Con el objetivo de desarrollar de manera íntegra a los estudiantes, el ABP conjuga la adquisición de conocimientos propios de la especialidad de estudio, además de habilidades, actitudes y valores interpersonales; en esta medida se presenta en la siguiente ilustración los aspectos del ABP.

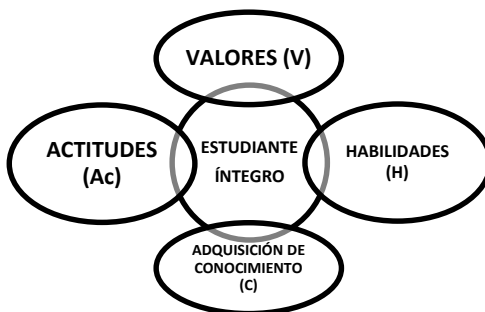


Ilustración 2. Aspectos del ABP en la formación de estudiantes íntegros Alarcón, D. (2019).

A continuación se señala la ampliación de cada uno de los aspectos mencionados en la ilustración 2, los cuales son los objetivos del ABP tomados de: (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

- Promover en el alumno la responsabilidad de su propio aprendizaje. (V)
- Desarrollar una base de conocimiento relevante caracterizada por profundidad y flexibilidad. (C)
- Desarrollar habilidades para la evaluación crítica y la adquisición de nuevos conocimientos con un compromiso de aprendizaje de por vida. (H)
- Desarrollar habilidades para las relaciones interpersonales. (H)
- Involucrar al alumno en un reto (problema, situación o tarea) con iniciativa y entusiasmo. (Ac)
- Desarrollar el razonamiento eficaz y creativo de acuerdo a una base de conocimiento integrada y flexible. (H)

- Monitorear la existencia de objetivos de aprendizaje adecuados al nivel de desarrollo de los alumnos. (C)
- Orientar la falta de conocimiento y habilidades de manera eficiente y eficaz hacia la búsqueda de la mejora. (H)
- Estimular el desarrollo del sentido de colaboración como un miembro de un equipo para alcanzar una meta común. (H)

***Diferencias entre el ABP frente a otras estrategias pedagógicas.***

Tabla 1. Diferencias entre el aprendizaje tradicional, el aprendizaje basado en lecturas y el ABP. Adaptada por Alarcón, D. (2019).

<b>PROCESO DE APRENDIZAJE</b>	<b>MÉTODO TRADICIONAL</b>	<b>BASADO EN LECTURAS</b>	<b>ABP</b>
Responsabilidad de generar el ambiente de aprendizaje y los materiales de enseñanza.	Es preparado y presentado por el profesor.	El profesor elige uno o varios libros sobre cualquier tema y les pide a los estudiantes que los lean.	La situación de aprendizaje es presentada por el profesor y el material de aprendizaje es seleccionado y generado por los alumnos.
Secuencia en el orden de las acciones para aprender.	Determinadas por el profesor.	Al leer los alumnos pueden identificar conceptos o ideas que el profesor no haya considerado.	Los alumnos participan activamente en la generación de esta secuencia.
Momento en el que se trabaja en los problemas y ejercicios	Después de presentar el material de enseñanza.	Después de presentar el material de enseñanza.	Antes de presentar el material que se ha de aprender.
Responsabilidad de aprendizaje.	Asumida por el profesor.	Asumida por el profesor.	Los alumnos asumen un papel activo en la responsabilidad de su aprendizaje.
Presencia del experto.	El profesor representa la imagen del experto.	El profesor asesora a los alumnos para identificar las características de las diferentes temáticas que se presentan.	El profesor es un tutor sin un papel directivo, es parte del grupo de aprendizaje.
Evaluación	Determinada y ejecutada por el profesor.	Se construye en conjunto entre el profesor y el alumno	El alumno juega un papel activo en su evaluación y la de su grupo de trabajo.

Para la elaboración de la tabla anterior, se tomaron los aspectos principales de cada uno de los métodos de enseñanza-aprendizaje como el rol del profesor, del estudiante, la evaluación y la manera de seleccionar las temáticas para el inicio de un curso (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

En la siguiente ilustración se muestran los pasos que se siguen en el ABP de manera convencional e implícita tomados de (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

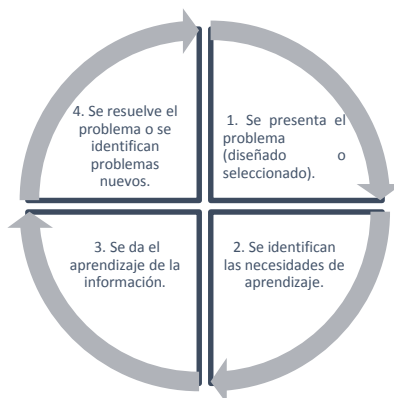


Ilustración 3. Pasos en el Aprendizaje basado en problemas. Alarcón, D. (2019).

Algunas de las ventajas de utilizar el aprendizaje basado en problemas (ABP) se presentan en la tabla 2. Tomadas y adaptadas de: (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

Tabla 2. Ventajas de utilizar el aprendizaje basado en problemas. Adaptada por el autor.

<b>VENTAJA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Motivación.</b>	Permite que los alumnos se involucren más en el aprendizaje ya que tienen la posibilidad de interactuar con la realidad observando los resultados de esa interacción.
<b>Aprendizaje significativo.</b>	Ofrecer a los alumnos una respuesta obvia a preguntas como ¿Para qué se requiere aprender cierta información?, ¿Cómo se relaciona lo que se hace y aprende en la escuela con lo que pasa en la realidad?, ¿Por qué es necesario aprender cierta información?
<b>Desarrollo de habilidades de pensamiento.</b>	Lleva al estudiante a generar un pensamiento crítico y creativo como consecuencia de la solución de los problemas presentados.
<b>Desarrollo de habilidades para el aprendizaje.</b>	Se genera al observar y evaluar el aprendizaje propio, lo cual permite al estudiante auto-reflexionar generando estrategias con el fin de lograr la definición del problema, recaudación de información, análisis de datos, la construcción de hipótesis y la evaluación.
<b>Integración de un modelo de trabajo.</b>	Fomenta que lo aprendido sea comprendido y no solo memorizando.
<b>Posibilita mayor retención de información.</b>	Al enfrentar situaciones de la realidad los alumnos recuerdan con mayor facilidad la información ya que ésta es más significativa para ellos.
<b>Permite la integración del conocimiento.</b>	El aprendizaje no se da sólo en fracciones sino de una manera integral y dinámica entre diferentes disciplinas.
<b>Las habilidades que se desarrollan son perdurables.</b>	Los alumnos aprenden resolviendo o analizando problemas del mundo real y aprenden a aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de su vida en problemas reales.
<b>Incremento de su autodirección.</b>	Los alumnos asumen la responsabilidad de su aprendizaje seleccionando los recursos de investigación que requieren.
<b>Mejoramiento de comprensión y desarrollo de habilidades.</b>	Con el uso de problemas de la vida real, se incrementan los niveles de comprensión, permitiendo utilizar su conocimiento y habilidades.
<b>Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.</b>	El ABP promueve la interacción incrementando algunas habilidades como; trabajo de dinámica de grupos, evaluación de compañeros y el nivel de argumentación de los estudiantes.
<b>Actitud auto-motivada.</b>	Los problemas en el alumno incrementan su atención y motivación, permitiendo que el estudiante al salir del aula continúe aprendiendo.

***Planeación en el Aprendizaje basado en Problemas (ABP).***

Para la planeación en el método del ABP, es importante tener en cuenta dos aspectos previos a la misma, como son: los conocimientos previos de los estudiantes y el entorno o contexto en donde se va a llevar a cabo el trabajo, además que permita el libre desarrollo del mismo ya sea individual o en equipos. En la planeación son cinco aspectos que se deben tener en cuenta que son: 1) seleccionar los objetivos que sean acordes a la temática que se va a enseñar, 2) escoger una situación problema, 3) orientar el trabajo, 4) establecer los tiempos y 5) organizar tutorías.

En el siguiente esquema se amplía con detalle cada uno de los aspectos anteriormente mencionados.

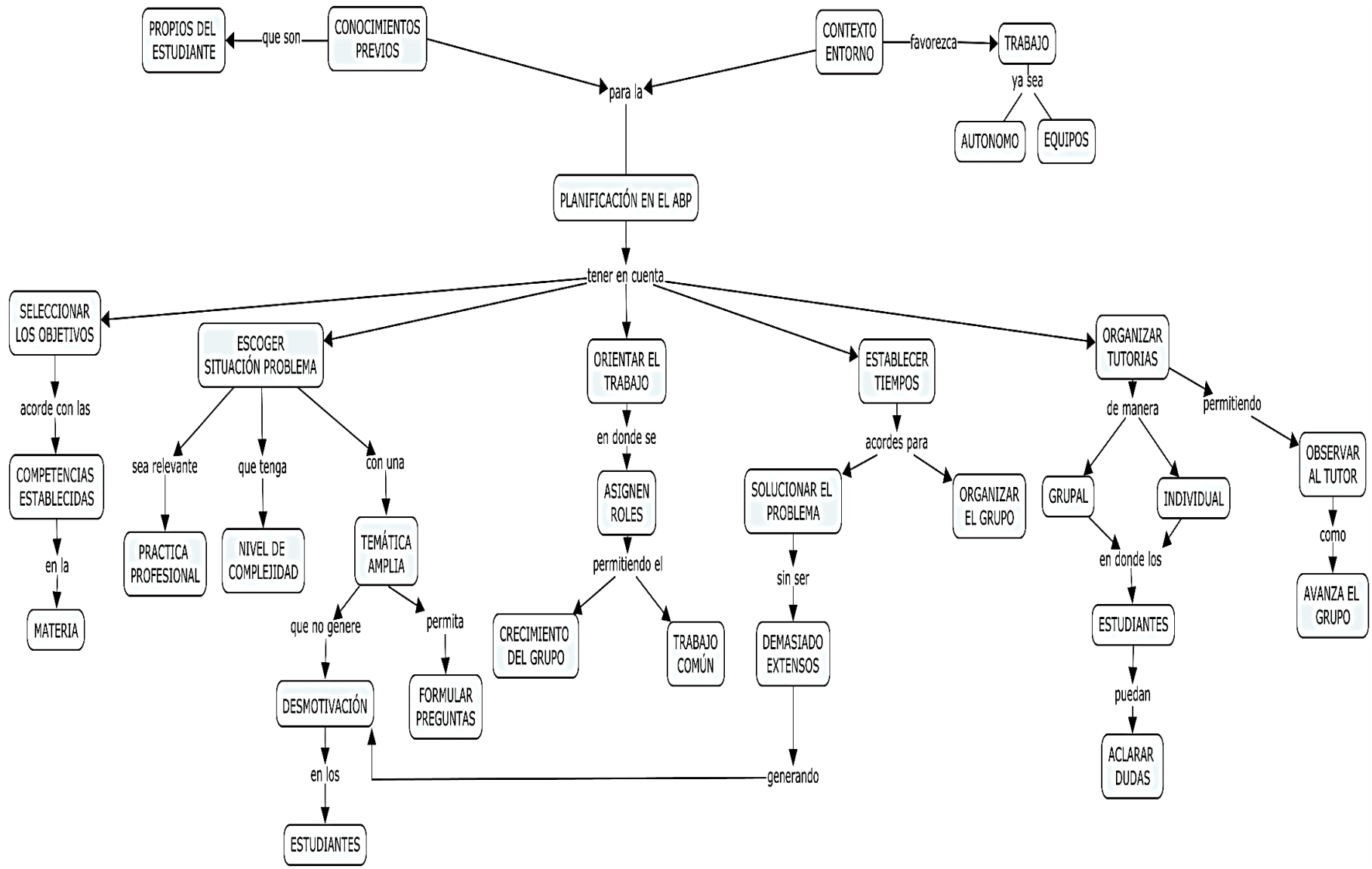


Ilustración 4. Aspectos para la planificación en el ABP. Alarcón, D. (2019).

### ***Desarrollo del Proceso en el ABP en estudiantes y maestros.***

El desarrollo de la metodología del ABP sigue fases determinadas; según Morales y Landa (2004) establecen que el desarrollo del proceso de ABP ocurre en ocho fases (ilustración 5.), sin embargo, Exley y Dennick (2007) hacen una clasificación diferente de las fases del ABP, en donde señalan que son siete fases las que lo conforman. Pero la diferencia más notoria entre las clasificaciones es que en la última, los alumnos definen primero los problemas que presenta el ejercicio y posteriormente se plantean las preguntas, las hipótesis, aquellos aspectos que conocen, lo que es desconocido y tendrán que investigar, etc. (Ilustración 6)

Por esta razón es fundamental e importante que los alumnos conozcan cada uno de los pasos que deben seguir con el objetivo de resolver el problema, además el estudiante responsable de hacer el papel de moderador u organizador de cada grupo los debe ir guiando en el desarrollo de cada uno de ellos.

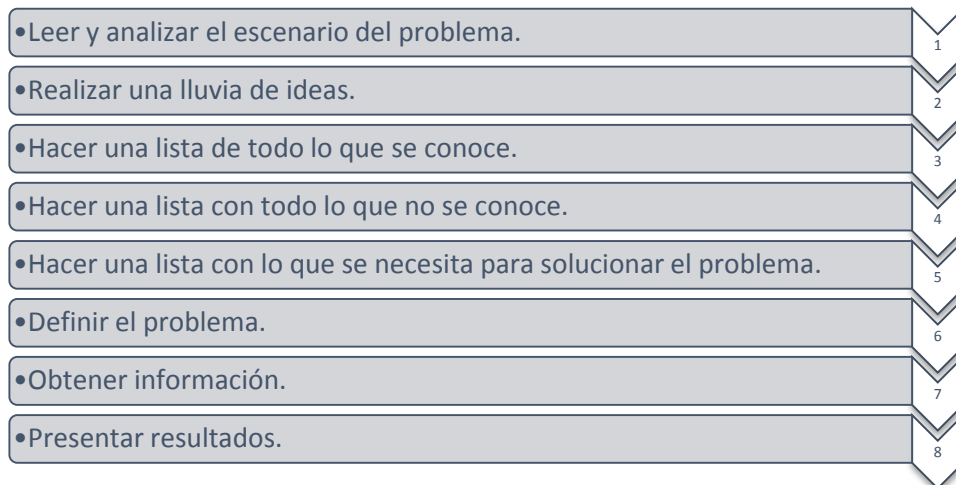


Ilustración 5. Desarrollo del proceso de ABP (Morales y Landa, 2004). Adaptado por Alarcón, D. (2019).

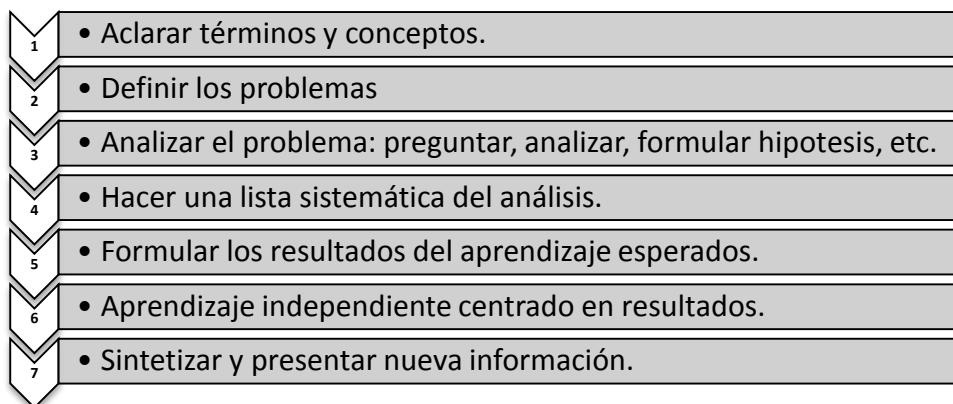


Ilustración 6. Fases del Proceso de ABP (Exley y Dennick, 2007). Adaptado Alarcón, D. (2019).

### ***Rol del estudiante y del maestro en el ABP***

Al utilizar metodologías centradas en el aprendizaje de los alumnos, los roles tradicionales, tanto del profesor como de los estudiantes, cambian. Se presentan a continuación los papeles que juegan ambos en el ABP.

Tabla 3. Roles del profesor y del estudiante en el ABP. Adaptada por Alarcón, D. (2019).

<i>ROL DEL PROFESOR</i>	<i>ROL DEL ESTUDIANTE</i>
Da un papel protagonista al estudiante en la construcción de su aprendizaje.	Asumir su responsabilidad ante el aprendizaje.
Tiene que ser consciente de los logros que consiguen sus estudiantes.	Trabajar con diferentes grupos gestionando los posibles conflictos que surjan.
Es un guía, un tutor, un facilitador del aprendizaje y que les ofrece información cuando la necesitan.	Tener una actitud receptiva hacia el intercambio de ideas con los compañeros.
El papel principal es ofrecer a los alumnos diversas oportunidades de aprendizaje.	Compartir información y aprender de los demás.
Ayuda a sus alumnos a que piensen críticamente orientando sus reflexiones y formulando cuestiones importantes.	Ser autónomo en el aprendizaje.
Realizar sesiones de tutoría con los alumnos.	Disponer de las estrategias necesarias para planificar, controlar y evaluar los pasos que lleva a cabo en su aprendizaje.

### ***Etapas de evolución de un grupo.***

#### *Primera etapa.*

Los alumnos presentan un nivel alto de desconfianza y dificultad para entender y asumir el rol que se le ha asignado dentro del grupo de trabajo, además de una resistencia a iniciar el

trabajo y finalmente no se trabaja como equipo y se dificulta distinguir entre el problema y los objetivos.

*Segunda etapa.*

Los alumnos presentan cierto nivel de ansiedad, sienten que no avanzan y consideran que la metodología del ABP no tiene una estructura definida.

*Tercera etapa.*

Los alumnos valoran su trabajo, lo que les permite tomar conciencia de la posibilidad de hacerse responsables de su propio aprendizaje, además de ayudar a desarrollar la habilidad de discernir información útil para la solución del problema que se le ha presentado.

*Cuarta etapa.*

Se genera un nivel de seguridad y autosuficiencia en el grupo, además presenta un grado de congruencia entre actividades y objetivos adecuado para la solución del problema y lo más importante hay intercambio fluido de información y efectiva resolución de los conflictos que se pueden llegar a presentar dentro del grupo.

*Quinta etapa.*

Es quizá la etapa más productiva del desarrollo de las actividades en grupo, debido a que los estudiantes han entendido su rol y el del tutor logrando integrar la forma de trabajo a otras experiencias de trabajo grupal.

***Evaluación en el ABP***

Si cambian las maneras de aprender y enseñar, también será necesario modificar la forma de evaluar los aprendizajes. El alumno “ideal” ya no es aquel que en el examen final obtiene un sobresaliente porque se ha estudiado de memoria la lección. El alumno “ideal” ahora es aquel que ha adquirido, por medio de un aprendizaje autónomo y cooperativo, los conocimientos necesarios y que, además, ha desarrollado y entrenado las competencias previstas en el programa de la materia gracias a una reflexión profunda y a una construcción activa de los aprendizajes. (Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid., 2008).

Sin embargo, el uso exámenes convencionales cuando se ha expuesto a los alumnos a una experiencia de aprendizaje activo causa confusión y frustración en los estudiantes. Es por ello que se espera que en la evaluación a realizar cubra al menos los siguientes aspectos: · Según los resultados del aprendizaje de contenidos.

- De acuerdo al conocimiento que el alumno aporta al proceso de razonamiento grupal.
- De acuerdo a las interacciones personales del alumno con los demás miembros del grupo.

Los alumnos deben tener la posibilidad de:

- Evaluarse a sí mismos.
- Evaluar a los compañeros.
- Evaluar al tutor.
- Evaluar el proceso de trabajo del grupo y sus resultados.

El propósito principal de las evaluaciones es proveer en el estudiante la retroalimentación específica de sus fortalezas y debilidades, de tal modo que pueda aprovechar posibilidades y rectificar las deficiencias identificadas, por ende, la retroalimentación en el ABP juega un papel fundamental, pues debe hacerse de manera regular y es una responsabilidad del tutor, sin embargo, la retroalimentación no debe tener un sentido positivo o negativo, por el contrario debe tener un propósito descriptivo, identificando y aprovechando todas las áreas de mejora posibles para los estudiantes.

A continuación se presentan algunas sugerencias sobre las áreas que pueden ser evaluadas, en el alumno, por el tutor y los integrantes del grupo, que fueron tomadas de: (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2016).

- ***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.
- ***Participación y contribuciones al trabajo del grupo:*** Participa de manera constructiva y apoya al proceso del grupo. Tiene además la capacidad de dar y aceptar retroalimentación constructiva y contribuye a estimular el trabajo colaborativo.
- ***Habilidades interpersonales y comportamiento profesional:*** Muestra habilidad para comunicarse con los compañeros, escucha y atiende las diferentes aportaciones, es respetuoso y ordenado en su participación, es colaborativo y responsable.
- ***Contribuciones al proceso de grupo:*** Apoya el trabajo del grupo colaborando con sus compañeros y aportando ideas e información recabada por él mismo. Estimula la participación de los compañeros y reconoce sus aportaciones.
- ***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.
- ***Evaluación crítica:*** Clarifica, define y analiza el problema, es capaz de generar y probar una hipótesis, identifica los objetivos de aprendizaje.

Teniendo en cuenta las sugerencias anteriores, para facilitar el proceso evaluativo y dar las recomendaciones de mejora al grupo de estudiantes se recomienda la utilización de rúbricas de evaluación en donde se mencionen cada uno de los criterios a evaluar y los niveles en los

cuales el estudiante puede cumplir los aspectos definidos por el tutor o por los integrantes del grupo. (Ver anexo 3 y 4).

**Modelos de evaluación en el ABP.**

Si bien es cierto, la evaluación en el método convencional se ve ligada a una prueba escrita en donde el estudiante responde de acuerdo a los contenidos que memorizó durante el periodo de los cursos y como se ha visto el proceso de enseñanza-aprendizaje es diferente en el ABP, por ende, la evaluación del estudiante en el ABP se convierte en un dilema para el profesor. Puesto que en el ABP se fomenta un aprendizaje activo y un auto aprendizaje, más que centrarse sobre hechos, por lo que los estudiantes definen sus propias tareas de aprendizaje. Por lo anterior, es importante tener una variedad de técnicas de evaluación, debido a los múltiples propósitos del ABP, por esta razón se elabora la siguiente tabla con algunos de las técnicas evaluativas con su respectiva descripción.

Tabla 4. Diferentes técnicas de evaluación en el ABP. Adaptada por Alarcón, D. (2019).

<b>TÉCNICA EVALUATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Examen escrito</b>	Pueden ser aplicados a libro cerrado o libro abierto. Las preguntas deben ser diseñadas para garantizar la transferencia de habilidades a problemas o temas similares.
<b>Examen práctico</b>	Son utilizados para garantizar que los alumnos son capaces de aplicar habilidades aprendidas durante el curso.
<b>Mapas conceptuales</b>	Los alumnos representan su conocimiento y crecimiento cognitivo a través de la creación de relaciones lógicas entre los conceptos y su representación gráfica.
<b>Co-evaluación</b>	Se le proporciona al alumno una guía de categorías de evaluación que le ayuda al proceso de evaluación del compañero. Este proceso, también, enfatiza, el ambiente cooperativo del ABP.
<b>Autoevaluación</b>	Permite al alumno pensar cuidadosamente acerca de lo que sabe, de lo que no sabe y de lo que necesita saber para cumplir determinadas tareas.
<b>Evaluación al tutor</b>	Consiste en retroalimentar al tutor acerca de la manera en que participó con el grupo. Puede ser dada por el grupo o por un observador externo.
<b>Presentación oral</b>	El ABP proporciona a los alumnos una oportunidad para practicar sus habilidades de comunicación. Las presentaciones orales son el medio por el cual se pueden observar estas habilidades.
<b>Reporte escrito</b>	Permiten a los alumnos practicar la comunicación por escrito.

#### **4.1.2. Estado del arte**

La búsqueda de artículos se realizó desde las bases de datos de Science.gov, Scielo, Redylac, Dialnet, entre otras, con lo cual se fundamenta el uso de la estrategia pedagógica de Aprendizaje Basado en Problemas y la Resistencia Bacteriana para el presente estudio, teniendo en cuenta las diferentes experiencias de la aplicación a nivel nacional e internacional, especificándose a su vez cada una de las investigaciones revisadas en los anexos del presente documento. (Ver anexos 1 y 2).

#### **4.2.MARCO REFERENCIAL DISCIPLINAR**

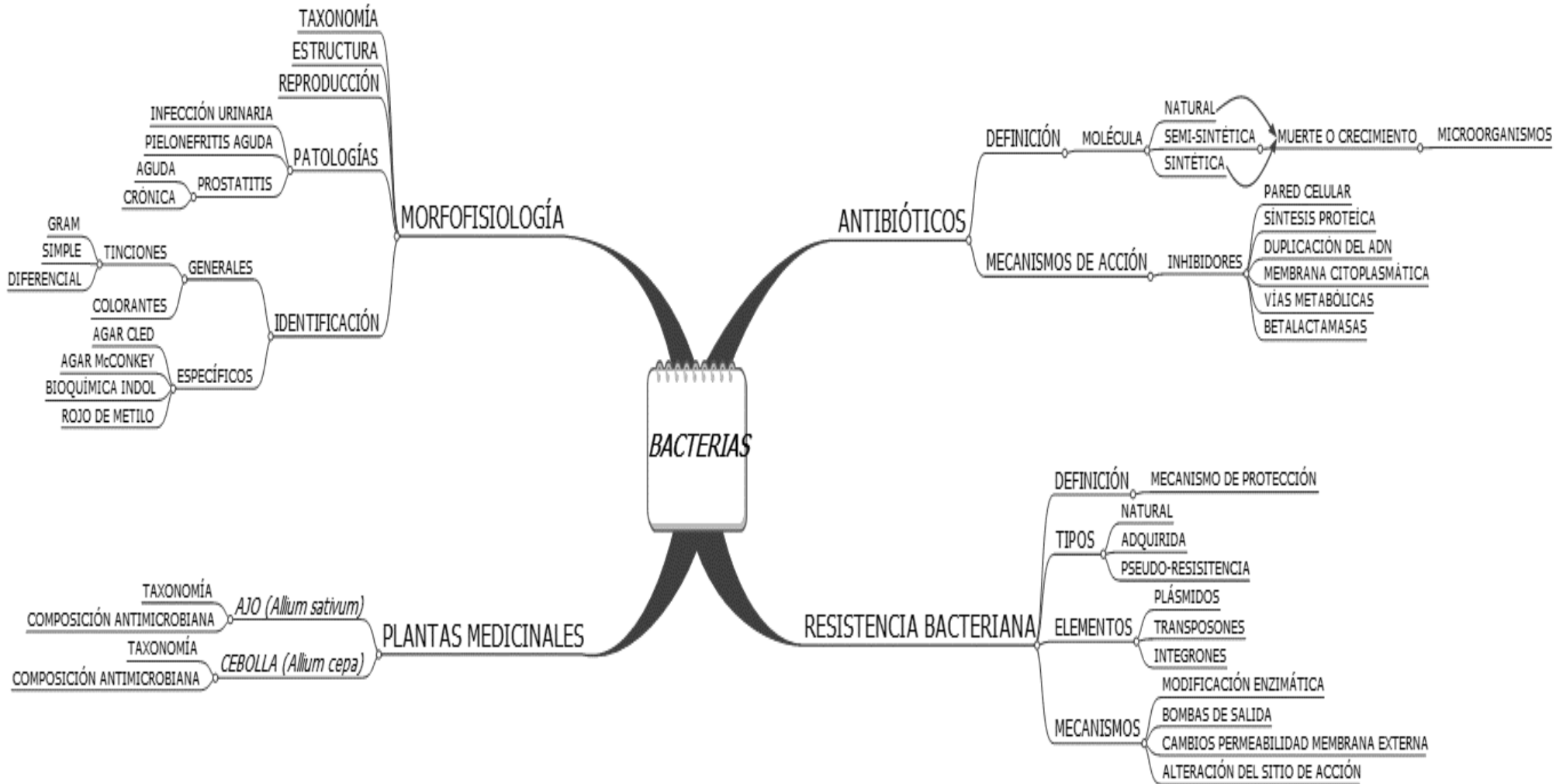


Ilustración 7. Aspectos Disciplinarios Alarcón, D. (2019).

#### 4.2.1. Morfología y fisiología

La *E. coli* es una procariota, por lo cual es morfológicamente más sencilla que los organismos superiores. En su exterior posee una pared celular rígida que rodea la membrana citoplasmática y cuya función es proteger la bacteria de daño mecánico, e internamente se encuentran el citoplasma y la región nuclear (García, 1995).

La *E. coli*, existe como célula independiente o, en algunos casos, formando agrupaciones o colonias, no son todas equivalentes y no presentan ninguna especialización funcional. Cada una es capaz de llevar a cabo todos los procesos vitales, como el crecimiento, la respiración y la reproducción, así como de responder a los estímulos del ambiente y de modificarlo. Los microorganismos tienen una extensa distribución taxonómica, incluyen a hongos y bacterias, que son los más reconocidos (García, 1995).

Las bacterias presentan tres tipos morfológicos típicos: las formas esféricas, conocidas como cocos; las cilíndricas o bastoncitos, denominadas bacilos, y las que presentan forma de espiral o resorte, llamados espirilos (ver Ilustración 7).

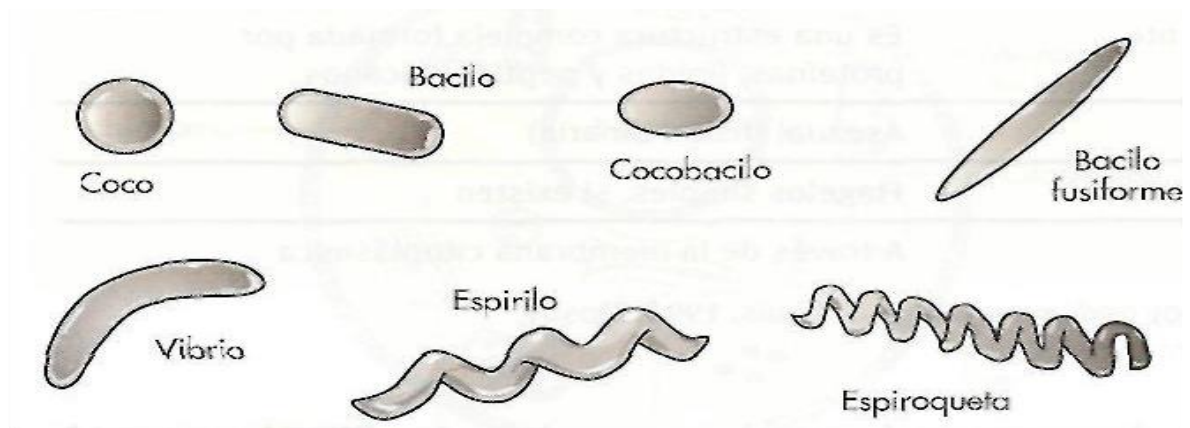


Ilustración 8. Morfología de los tipos de bacterias (Álvarez, 2011).

#### Taxonomía y clasificación de la *E. coli*

La *E. coli* hace parte de la familia Enterobacteriaceae y género *Escherichia*, que incluye 7 especies (*E. adecarboxylata*, *E. Alberti*, *E. blattae*, *E. coli*, *E. fergusonii*, *E. hermannii* y *E. vulneris*), de las cuales la *E. coli* es la mejor conocida. Es un microorganismo anaerobio facultativo que se mueve por acción de flagelos y cilios que se distribuyen en todo el cuerpo de la bacteria (Campos & Navarro, 2004).

Tabla 5. Descripción taxonómica para la especie *Escherichia coli* según (Pírez & Mota, 2008).

<b>Reino</b>	<b>Bacteria.</b>
<b>Phylum</b>	Proteobacteria
<b>Clase</b>	Gammaproteobacteria
<b>Orden</b>	Enterobacteriales
<b>Familia</b>	Enterobacteriaceae
<b>Género</b>	<i>Escherichia</i>
<b>Especie</b>	<i>Escherichia coli</i>

**Estructura bacteriana** Las diferentes estructuras bacterianas (ver Ilustración 8) se dividen, según sean constantes en las células o no, en estructuras permanentes o variables. Dentro de las primeras se destaca: la pared celular, la membrana celular, los ribosomas y el material genético.

Las estructuras variables son: flagelos, fimbrias o pilis, cápsula y esporos.

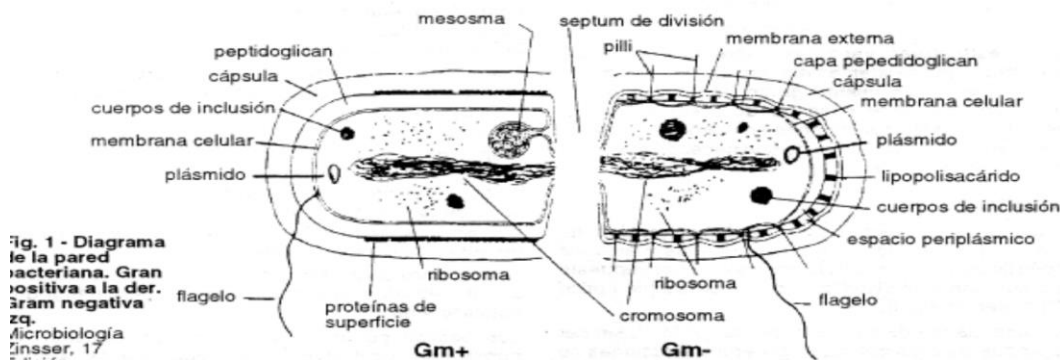


Ilustración 9. Diagrama de la pared bacteriana. Gram-positiva a la derecha y Gram-negativa a la izquierda (Pírez & Mota, 2008).

Según (Pírez & Mota, 2008) las bacterias no poseen membrana nuclear, nucléolo ni aparato mitótico y nunca configuran una masa cromosómica definida. Esto las diferencia de las células eucariotas. Aunque no existe un núcleo delimitado, hay una zona nuclear en donde se encuentra el material genético que está constituido por una molécula de ADN circular enrollado sobre sí mismo, asociado a proteínas básicas que no constituyen verdaderas histonas, por otro lado, los cromosomas compuestos por ADN están enrollados y puede haber más de uno por célula.

Para (Peña & Paez, 2008) las bacterias pueden tener plásmidos (entidades genómicas extra-cromosómicas) que pueden codificar para factores de virulencia esenciales o, por el contrario, factores de control biológico, con productos químicos efectivos contra bacterias deletéreas u hongos.

**Reproducción** Las bacterias patógenas, de manera general y al igual que muchos microorganismos, se reproducen mediante el proceso asexual conocido como "fisión binaria" o "fisión", en donde una célula madre se divide en dos células hijas que contienen el material genético en proporciones iguales. (Pírez & Mota, 2008).

#### 4.2.2. Patología

En el caso de la *E. coli* eventos de mutación de su genoma y la transferencia de genes, ha dado lugar a la enorme divergencia de la bacteria y es así que existen variedades que habitan de manera natural en el intestino y variedades relacionadas con infecciones intestinales y extraintestinales como son las infecciones del tracto urinario, meningitis, peritonitis, mastitis, septicemia y neumonías. La diversidad en las propiedades patógenas que ha desarrollado la bacteria, ha dado lugar a una clasificación de *E. coli* en los grupos enteropatógena (EPEC), enterotoxigénica (ETEC), enterohemorrágica (EHEC), entero-invasiva (EIEC), enteroagregativa (EAEC) y *E. coli* con adherencia difusa (DAEC) que integran las cepas relacionadas con la etiología de la diarrea. La clasificación incluye además las variedades conocidas como uropatógena (UPEC) responsable de infecciones de vías urinarias, extraintestinales (ExEC) relacionadas con septicemias e infecciones del sistema nervioso central. (García, 1995)

**Enfermedades causadas por *E. coli*** Las enfermedades infecciosas en el tracto digestivo específicamente en el intestino, causadas por la presencia de la *Escherichia* son muchas, cabe destacar la *E. coli* enterotoxígeno que afecta principalmente a niños menores de dos años o a adultos entre 32-35 años de edad, consiste en una diarrea crónica con cuadros de diarrea acuosa abundante, deshidratación, e insuficiencia circulatoria como lo menciona (López & Alvarez, 2009).

Por otro lado, se encuentra la enteropatógena que consiste en una diarrea abundante que afecta a neonatos principalmente en países subdesarrollados y con condiciones muy deplorables de higiene, en donde daña la mucosa intestinal y se presenta pérdida de microvellosidades del intestino, la enterohemorrágica y entre otras cepas productoras de toxina Shiga, también denominadas verotoxinas, que consisten en citotoxinas que inducen la muerte de la célula huésped. Las cepas que producen toxinas Shiga pueden causar enfermedad de grado variable como diarrea acuosa, diarrea sanguinolenta, colitis hemorrágica, síndrome hemolítico urémico (SHU) y muerte. (Puerta-García & Mateos-Rodríguez, 2010)

Los estudios han relacionado las cepas enteroagregativa (ECEA) con diarrea aguda y crónica en los países en vías de desarrollo y diarrea aguda en países desarrollados. Se ha descrito de forma excepcional como causa de diarrea del viajero y, con mayor frecuencia, de diarrea persistente en sujetos infectados por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).

Finalmente cabe destacar que también hay enfermedades de tipo infeccioso extraintestinales como por ejemplo la uropatógena, que, si bien el sitio más importante de colonización normal de las enterobacterias es el tracto gastrointestinal, el sitio más común de infección es el tracto urinario. La *E. coli* es la causa más frecuente de infección urinaria, en mujeres debido a la corta longitud que presenta la uretra. Las infecciones del tracto respiratorio suelen ser oportunistas, en los pacientes con enfermedades graves, la alteración de la fisiología permite la colonización de la vía respiratoria y gástrica. El cuadro clínico suele ser el de una bronconeumonía que compromete más a los lóbulos inferiores. Los neonatos, durante su primer mes de vida están particularmente predispuestos a la meningitis bacteriana, en donde la *E. coli* y los estreptococos del grupo B son responsables de la mayoría de los casos. (Puerta-García & Mateos-Rodríguez, 2010).

**Infección urinaria** Las cepas uropatógenas (ECUP) tienen más probabilidades que las cepas fecales de generar fimbrias P que se unen a los receptores de glucolípidos en la superficie de las células huésped, de encapsularse, de producir la toxina citolítica hemolisina y de tener múltiples sistemas de adquisición de hierro. Sin embargo, cada vez se admite más que la distinción entre ECUP y otras cepas que provocan otras infecciones extraintestinales es artificial, y que estas cepas deberían englobarse dentro de un patotipo único denominado *E. coli* patogénica extraintestinal (ECPEX). Esta observación es válida tanto para las cepas que causan infección del tracto urinario (ITU) en pacientes con tractos urinarios patológicos (litiasis, anomalías anatómicas, etc.) como para las infecciones de otras localizaciones (por ejemplo, colangitis en pacientes con obstrucción de las vías biliares. El factor más importante del huésped involucrado en la infección urinaria complicada, sea causada por *E. coli* o por cualquier otra bacteria, es la obstrucción del flujo urinario normal (hipertrofia prostática, anomalías congénitas, etc.) o la presencia de un cuerpo extraño (sondaje vesical). Dada su alta incidencia y el empleo de antibióticos que suponen, las ITU por *E. coli* tienen gran relevancia socioeconómica y sobre la generación de resistencias a los antibióticos. (Puerta-García & Mateos-Rodríguez, 2010).

**Síntomas de la infección urinaria** La infección urinaria (IU) se presenta en el ámbito cotidiano y en los hospitales como lo menciona (Castelo, Bou, & Llinares, 2013) presentando una serie de cuadros clínicos diferentes según sea la gravedad de la infección.

**Cistitis:** síndrome miccional (disuria, polaquiuria, micción urgente), dolor suprapúbico y orina maloliente, y en ocasiones hematuria. En la mujer y anciano es relativamente frecuente la incontinencia urinaria, en la mujer con síndrome miccional se plantea el diagnóstico diferencial con la uretritis y la vaginitis.

**Pielonefritis aguda (PNA):** además del síndrome cístico, se producen manifestaciones locales, como el dolor lumbar, y sistémicas, como fiebre y escalofríos, que son las que la

diferencian de la cistitis. En ancianos los síntomas suelen ser sutiles o atípicos y puede cursar con caídas al suelo, confusión, postración y dolor abdominal con escasa fiebre o sin ella.

**Prostatitis aguda:** presenta un cuadro febril agudo, de inicio brusco, caracterizado por dolor lumbar bajo, dolor perineal, síndrome cístico y afectación del estado general. Puede causar retención aguda de orina. El tacto rectal revela una próstata aumentada de tamaño, inflamada y muy dolorosa.

**Prostatitis crónica:** Entre los episodios de infección sintomática, el paciente puede presentar síntomas locales inespecíficos de afectación de órgano pelviano (dolor referido al periné, testículos, punta del pene, parte baja de la espalda...) o un grado variable de síntomas irritativos locales.

#### 4.2.3. Identificación de la bacteria *E. coli*

En bacteriología existen métodos generales (Tinciones) o específicos (pruebas bioquímicas) que permiten la identificación de las cepas bacterianas para hacer un análisis de posibles enfermedades y así poder dar un diagnóstico acertado para combatir el crecimiento de la misma. A continuación se mencionan los métodos de identificación para la cepa bacteriana *E. coli* según (Santambrosio, Ortega, & Garivaldi, 2009.)

#### Métodos generales por tinción

**a. Tinción de Gram** Este método permite dividir en dos grupos las bacterias, Gram-positivas y Gram-negativas, cabe aclarar que los términos positivo y negativo no tienen nada que ver con cargas eléctricas, sino simplemente designan dos grupos morfológicos distintos de bacterias. Las bacterias Gram-positivas y Gram-negativas tiñen de forma distinta debido a las diferencias constitutivas en la estructura de sus paredes celulares. La pared de la célula Gram-positiva es gruesa y consiste en varias capas interconectadas de peptidoglicano, así como algo de ácido teicoico. La pared de la célula Gram-negativa, por otro lado, contiene una capa mucho más delgada, únicamente de peptidoglicano y está rodeada por una membrana exterior compuesta de fosfolípidos, lipopolisacáridos, y lipoproteínas. (Esaú, López-Jácome, & Cols., 2014)

**b. Tinción simple** El colorante utilizado para este método solo permite denotar la forma que posee la bacteria en estudio, es decir: cocos, bacilos, espirilos o vrones.

**c. Tinción diferencial** El colorante utilizado pone de manifiesto diferencias entre células bacterianas o entre partes de una misma célula. Estas técnicas utilizan más de un colorante o bien ciertos reactivos complementarios para la tinción.

**Colorantes** Los colorantes más utilizados son el azul de metileno, cristal violeta, safranina, que presentan un carácter catiónico, permitiendo generar combinaciones fuertemente con componentes celulares cargados negativamente, como los ácidos nucleicos y los polisacáridos ácidos, puesto que las membranas celulares de los microorganismos están por lo general cargadas negativamente.

### **Métodos específicos por pruebas bioquímicas**

**a. Agar C. L. E. D.** El medio C.L.E.D. (Cistina Lactosa Electrolito Deficiente) está recomendado para el recuento e identificación presuntiva de los microorganismos de las vías urinarias. Su bajo contenido en electrolitos evita la invasión de los cultivos por *Proteus*. La presencia de lactosa en su composición le confiere el carácter de medio diferencial, aunque la interpretación sea diferente al anterior medio por la incorporación de otro indicador: el azul de bromotimol. Las colonias lactosa positivas aparecerán de color amarillo y las lactosas negativas lo harán con un color verdoso, blanco o azulado. (Casado, 2012).

**b. Agar McConkey** El agar MacConkey es sólo ligeramente selectivo, dado que la concentración de sales biliares, que inhiben los microorganismos Gram-positivos, es baja en comparación con otros medios en placa entéricos. Se recomienda el uso de este medio en muestras clínicas con posible flora microbiana mixta, tal como procedentes de la orina, del sistema respiratorio, de heridas y otras, porque permite la agrupación preliminar de bacterias entéricas y otras bacterias Gram-negativas en organismos fermentadores y no fermentadores de lactosa. El agar MacConkey también se utiliza en el examen microbiológico de alimentos. La fórmula del agar MacConkey II se diseñó para, mejorar la inhibición del agrupamiento dinámico de la especie *Proteus*, lograr una diferenciación más definitiva de los organismos fermentadores y no fermentadores de lactosa y alcanzar un crecimiento superior de las bacterias entéricas. (Becton Dickinson GmbH, 2014).

**c. Prueba bioquímica Indol** La prueba de Indol es un ensayo cualitativo utilizado para diferenciar microorganismos con base a la capacidad para separar Indol a partir de L-triptófano. Es necesario el crecimiento previo del microorganismo en estudio en medios de cultivo con alto contenido de L-triptófano, como son los medios semisólidos SIM Medio y MIO Medio o el medio líquido Agua Triptona. Al agregar el reactivo de Ehrlich al medio de cultivo, el Indol generado se combina con el grupo aldehído del p-dimetilamino benzaldehído del reactivo incorporado y se forma un complejo de color rojo. (Laboratorios britania S.A, 2011).

**d. Prueba bioquímica rojo de metilo** En el medio de cultivo, la pluripeptona aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano y la glucosa es el hidrato de carbono fermentable. La glucosa puede ser metabolizada por los microorganismos, a través de distintas vías metabólicas. Según la vía utilizada, se originarán productos finales ácidos

(ácido láctico, ácido acético, ácido fórmico), o productos finales neutros (acetilmetil carbinol). Esta diferencia en el metabolismo bacteriano, podría ser reconocida por la adición de un indicador como rojo de metilo, para revelar la presencia de productos ácidos, y por la adición de alfa naftol e hidróxido de potasio para evidenciar la presencia de productos finales neutros. Voges y Proskauer, describieron una coloración rojiza que aparecía después de adicionar hidróxido de potasio a los cultivos de ciertos microorganismos en medio con glucosa. Esta coloración se debe a la oxidación del acetilmetil carbinol a diacetilo el cual reacciona con la peptona del medio para dar un color rojo. (Laboratorios britania S.A., 2010)

#### 4.2.4. Antibióticos

En medicina se refiere al término de antibiótico, como una molécula natural que puede ser producida por un organismo vivo (bacterias, hongos o plantas), semi-sintética o sintética que puede inducir a la muerte o inhibir el crecimiento de una cepa bacteriana, virus u hongos, es decir, al subconjunto de sustancias que posee una actividad antimicrobiana, con diferente comportamiento farmacocinético y farmacodinámico, que controla y disminuye las concentraciones de estos agentes ayudando al sistema inmunológico a eliminarlos completamente; así los fármacos pueden clasificarse en *a) bactericidas o b) bacteriostáticos*, siendo los primeros letales, causando la lisis bacteriana y los segundos, inhiben el crecimiento y multiplicación de los mismos pero sin llegar a destruirlos, los cuales pueden activarse cuando el tratamiento es retirado (Seija & Vignoli, 2008).

De acuerdo con lo anterior, otra forma de clasificar a los antibióticos, es según es el espectro de acción, en donde los fármacos que atacan microorganismos de diferentes especies y géneros son llamados de amplio espectro, caso contrario, aquellos que actúan frente a un número reducido de especies se conocen como de espectro reducido.

Además de las clasificaciones anteriores, existe la clasificación teniendo en cuenta el mecanismo de acción frente a los microorganismos según Seija & Vignoli (2008):

***Inhibidores de la pared celular.*** Actúan inhibiendo la última etapa de la síntesis del peptidoglicano, que se encuentra formado por ácido N-Acilmurámico y N-Acetilglucosamina, en donde el ácido murámico se une para fijar cadenas de tetrapéptidos en los microorganismos Gram-negativos, o pentapéptidos en los Gram-positivos, algunos ejemplos de estos son los betalactámicos (penicilinas, cefalosporinas, etc.) y los glicopéptidos (Vancomicina), entre otros.

***Inhibidores de la síntesis proteica.*** Actúan sobre las cepas bacterianas en crecimiento, es decir se unen a la unidad ribosómica 30S o 50S de manera irreversible provocando alteraciones en las uniones peptídicas, es decir, bloqueando el ciclo ribosomal en una etapa temprana, además, de producir alteraciones en el ARNm generando una lectura diferente a

la que se debería formar, algunos ejemplos de este tipo de antimicrobianos son los Aminoglucósidos (estreptomicina, gentamicina, etc.), los macrólidos (eritromicina, azitromicina, etc.) entre otros.

***Inhibidores de la duplicación del ADN.*** Actúan inhibiendo la DNA girasa, que se encarga de llevar a cabo el proceso de envolvimiento del DNA cromosómico, y finalizando con éxito la división celular de la bacteria, a este tipo de antimicrobianos se le conoce como quinolonas (cinoxacina, levofloxacina, temafloxacina, gemifloxacina, etc.).

***Inhibidores de la membrana citoplasmática.*** Actúan en bacterias Gram-negativas que poseen lípidos de carga negativa en la superficie, consiste en desorganizar la permeabilidad de la membrana, de manera que salgan los cationes de la célula a través de la membrana celular, entre algunos de los grupos principales de este tipo de antibióticos se encuentran las Polimixinas (polimixina B y colestina), Lipopéptidos (daptomicina), formadores de poros (gramicidinas), entre otros.

***Inhibidores de las vías metabólicas.*** Actúan de manera competitiva por la enzima dihidropteroatosintetasa o dihidrofolatoreductasa en donde se impide la formación del ácido dihidropteroico, quien es pieza fundamental en la síntesis del ácido fólico o en la catálisis de formación del ácido tetrahidrofólico, a partir del ácido dihidrofólico, algunos ejemplos son las sulfonamidas (trimetroprima) y las diaminopirimidinas (sulfametoxazol).

***Inhibidores de Betalactamasas.*** Son aquellos que actúan sobre las enzimas (betalactamasas) que producen algunas bacterias con el objetivo de contrarrestar la función de los antimicrobianos, a este tipo se le conoce como inhibidores suicidas ya que una vez se unen a la enzima para destruirla también son destruidos por esta, además cuando se encuentran unidos a penicilinas o cefalosporinas pueden recuperar la actividad, los ejemplos más claros son el ácido clavulánico, el sulbactam y el tazobactam.

#### **4.2.5. Resistencia bacteriana**

La proporción de aislados resistentes a múltiples antimicrobianos, incluidos aquellos que producen betalactamasas de espectro extendido, ha aumentado de forma ininterrumpida, de modo que casi todos los aislados nosocomiales, y muchos de los aislados adquiridos en la comunidad, son ahora resistentes a varias clases de antimicrobianos, principalmente a los derivados de la penicilina. (Puerta-García & Mateos-Rodríguez, 2010).

**Tipos de resistencia** Según Sussmann, Mattos, & Restrepo (2006), los microorganismos bacterianos pueden presentar diferentes tipos de resistencia como lo son: natural, adquirida y la pseudo-resistencia que se explicaran a continuación.

**a. Natural** Son mecanismos permanentes determinados genéticamente, no correlacionables con el incremento de dosis del antibiótico. Un ejemplo de esto es la resistencia de la *Pseudomona aeruginosa* a las bencilpenicilinas y al trimetoprim sulfametoxazol; bacilos Gram-negativos aerobios a clindamicina.

**b. Adquirida** Este tipo de resistencia aparece por cambios puntuales en el DNA (mutación) o por la adquisición de éste (plásmidos, Transposones, Integrones), La conjugación bacteriana es el proceso de transferencia horizontal de información genética desde una célula donadora a otra receptora. Está promovido por un tipo de plásmidos, que portan un conjunto de genes, cuyos productos participan en el proceso. Requiere de contactos directos para la intervención de estructuras superficiales especializadas y de funciones específicas. (Padilla, 2011).

**c. Pseudo-resistencia** En este caso se produce una resistencia *in vitro*, pero tiene una alta efectividad *in vivo*, es decir que al suministrar al paciente una dosis de antibióticos, estos empiezan a inhibir el crecimiento de la bacteria implicada en infección (Sussmann, Mattos, & Restrepo, 2006)

**4.2.5.1. Elementos móviles de resistencia** Los elementos móviles de resistencia, son aquellos en donde surgen o se transmiten secciones de DNA modificado, para que la bacteria se haga resistente a cierto tipo de antibiótico utilizado en el tratamiento de una enfermedad infecciosa, como, por ejemplo: el Plásmido, los Transposones y los Integrones, que son los principales elementos que se especificarán a continuación.

**a. Plásmidos** Son fragmentos de DNA bacteriano con longitud variable, algunos con capacidad para replicarse independiente de la maquinaria genética que dispone la célula, lo que les da el apelativo de conjugativos y no conjugativos según esta capacidad.

**b. Transposones** Son secuencias de DNA (doble cadena) que pueden ser traslocados entre cromosomas o de un cromosoma a un plásmido o entre plásmidos, gracias a un sistema de recombinación propio; esto sumado a la capacidad de los plásmidos de trasladarse de una célula a otra, durante la conjugación, permite la adquisición de genes de resistencia entre bacterias de la misma especie o especies distintas lo que facilita la expansión epidémica de la resistencia. (Sussmann, Mattos, & Restrepo, 2006)

**c. Integrones** Se pueden definir como un elemento genético dinámico, en el que por un mecanismo de recombinación sitio específica se acumula una combinación de genes estructurales organizados como un operón. Los genes estructurales presentes en los Integrones conocidos son mayoritariamente, pero no exclusivamente, genes de resistencia a antibióticos. El dinamismo de los Integrones se refiere a la capacidad de los genes estructurales presentes en el integrón para escindirse en forma de círculos autónomos (no

replicativos) y a la capacidad de estos círculos autónomos para integrarse en un integrón diferente. (Lobo, 2006)

**4.2.5.2 Mecanismos de resistencia** La resistencia bacteriana continúa en aumento y representa serios retos para el tratamiento de infecciones tanto adquiridas en la comunidad como en los hospitales. Teniendo en cuenta que las bacterias Gram negativas tienen un arsenal de mecanismos de resistencia a su disposición y que la selección de estos mecanismos puede llevar a falla terapéutica, es importante conocer los mecanismos de resistencia más prevalentes en las bacterias Gram negativas. Estos mecanismos de resistencia podrían resumirse en cuatro categorías (Ver Ilustración 9).

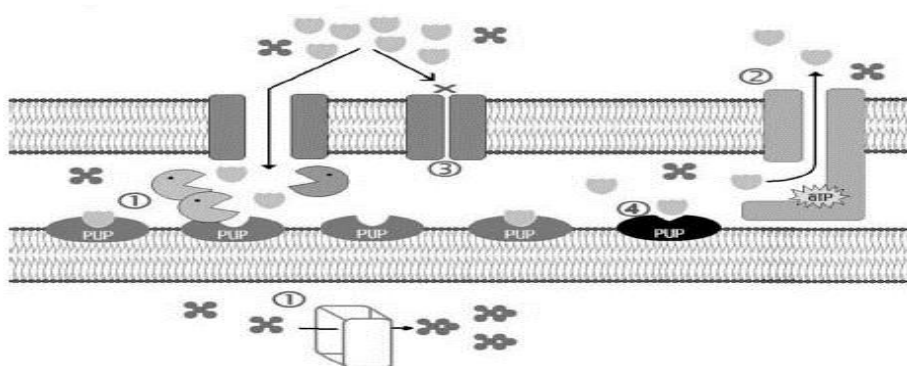


Ilustración 10. Principales mecanismos de resistencia a los antibióticos. 1. Enzimas modificadoras. 2. Bombas de salida. 3. Cierre de porinas. 4. Proteínas unidoras de penicilinas. (Tafur, 2008).

**a. Modificación enzimática del antibiótico** Las bacterias expresan enzimas capaces de crear cambios en la estructura del antibiótico haciendo que éste pierda su funcionalidad. Las  $\beta$ -lactamasas son las más prevalentes. Son proteínas capaces de hidrolizar el anillo  $\beta$ -lactámico que poseen los antibióticos de esta familia. De igual forma, las enzimas modificadoras del amino-glucósido son capaces de modificar estos antibióticos mediante reacciones de acetilación, adenilación y fosforilación.

**b. Bombas de salida** Operan tomando el antibiótico del espacio periplásmico y expulsándolo, con lo cual evitan que llegue a su sitio de acción. Este mecanismo es frecuentemente utilizado por las bacterias Gram negativas.

**c. Cambios en la permeabilidad de la membrana externa** Las bacterias pueden generar cambios de la bicapa lipídica, aunque la permeabilidad de la membrana se ve alterada, principalmente, por cambios en las porinas. Las porinas son proteínas que forman canales llenos de agua embebidos en la membrana externa que regulan la entrada de algunos elementos, entre ellos, los antibióticos. Los cambios en su conformación pueden llevar a que la membrana externa no permita el paso de estos agentes al espacio periplásmico.

**d. Alteración del sitio de acción** Las bacterias pueden alterar el sitio donde el antibiótico se une a la bacteria para interrumpir una función vital de ésta. Este mecanismo es, principalmente, utilizado por las bacterias Gram positivas, las cuales generan cambios

estructurales en los sitios de acción de los antibióticos  $\beta$ -lactámicos a nivel de las proteínas unidoras de penicilinas. (Tafur, 2008) (Ver Ilustración 10).

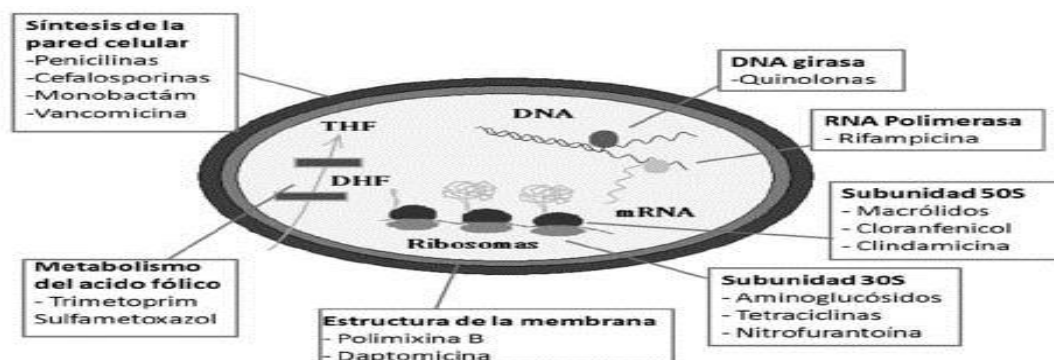


Ilustración 11. Sitios de acción de los Antibióticos. (Tafur, 2008).

#### 4.2.6. Ajo (*Allium sativum*)

El *Allium sativum L.* es una de las plantas más extendidas en el mundo por sus usos culinarios y por sus cualidades benéficas para la salud humana, por lo que ha sido muy estudiada para probar sus propiedades aplicadas ampliamente en la medicina tradicional mundial. Es una planta herbácea originaria de Asia central, cultivada actualmente en muchas regiones del mundo. Su uso tanto en medicina tradicional (antiséptico, hipotensor, diurético, anticancerígeno, entre otros) como en el arte culinario (condimento), data del año 1500 a. C en Egipto.

Esta planta no crece más de 50 cm, sus tallos terminan en una umbela de flores blancas o rojizas, tiene bulbos formados por unos diez o doce bulbillos (conocidos como dientes) de forma ovoide y un poco arqueada. El olor tan característico del ajo se debe a una reacción enzimática que se lleva a cabo cuando los bulbillos son cortados, macerados o triturados. (Mendiola, 2009).

##### a. Clasificación taxonómica del ajo

Tabla 6. Descripción taxonómica para la especie *Allium sativum* según (Morales-L., 2005).

Reino	Plantae
División	Angiosperms
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Asparagales</i>
Familia	<i>Amaryllidaceae</i>
Genero	<i>Allium</i>
Especie	<i>Allium sativum</i>

**b. Composición antimicrobiana** El ajo fresco posee distintos componentes, entre los que destacan el agua y los carbohidratos tales como la fructosa, compuestos azufrados entre ellos la alicina, fibra y aminoácidos libres, por otro lado, posee niveles altos de vitaminas A y C, bajos niveles del complejo B. Así mismo tiene un alto contenido en fenoles, polifenoles, y fitosteroles. El bulbo contiene un aminoácido incoloro e inodoro llamado aliina (S-alil-L-cisteína sulfoxido), que en estado natural no presenta ningún tipo de actividad farmacológica, sin embargo al ser triturado o fermentado, libera una enzima llamada aliinasa, convirtiendo la aliina en ácido 2-propensulfónico que se dimeriza posteriormente a la forma de alicina (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>OS<sub>2</sub>) llamado también di-propenyl tiosulfonato (Hall Ramirez, Rocha Palma, & Rodríguez Vega, 2002). La alicina es el principal componente activo en el ajo, pero es un compuesto altamente volátil e inestable, que se descompone muy rápido en otros componentes azufrados con la misma actividad antimicrobiana. (Bender Bojalil & Bárcenas Pozos, 2013).

#### 4.2.7. Cebolla (*Allium cepa*)

La cebolla, *Allium cepa* L., es una planta antigua que se originó en las regiones montañosas de Asia Central. Fue "domesticada" hace tiempo, y tal como el maíz han perdurado gracias al trabajo de los agricultores durante muchas generaciones, es muy valorada por el uso en gastronomía como condimento y por las propiedades medicinales, debido al gran contenido de flavonoides que permiten proteger contra las cataratas, enfermedades cardiovasculares, y el cáncer; por otro lado la cebolla contiene una variedad de productos químicos de origen natural conocidos como órgano-sulfurados, los cuales han sido vinculados a la reducción de los niveles de presión arterial y colesterol. (Sampath, Bhowmik, & et-al., 2010 (2)).

##### a. Clasificación taxonómica de la cebolla

Tabla 7. Descripción taxonómica para la especie *Allium cepa* según (Medina Peña, 2008).

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>División</b>	Angiosperms
<b>Clase</b>	<i>Monocotiledónea</i>
<b>Orden</b>	<i>Liliales</i>
<b>Familia</b>	<i>Alliaceae</i>
<b>Genero</b>	<i>Allium</i>
<b>Especie</b>	<i>Allium cepa</i> L.

**b. Composición antimicrobiana** Se ha demostrado en un estudio realizado por expertos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), la capacidad biológica de la cebolla como los polifenoles y oligosacáridos, los cuales cuentan con propiedades antimicrobianas contra *Staphylococcus aureus* y *E. coli*. (Chavarrías, 2009).

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realiza desde el enfoque de “investigación cualitativa”, de tipo exploratorio. Allí, se pretende describir y analizar los conceptos, interpretación, la habilidad argumentativa y propositiva de tipo científico que construyen los estudiantes respecto al estudio de la resistencia bacteriana específicamente de la *Escherichia coli* (*E. coli*) frente a los componentes antimicrobianos de algunas plantas medicinales, empleando un análisis bibliográfico sobre los componentes antimicrobianos presentes en el ajo y la cebolla, a través de la implementación del aprendizaje basado en problemas. En relación con la investigación cualitativa, se pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después, para refinarlas y responderlas.

### 5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

El estudio corresponde a una investigación de tipo cualitativo bajo un diseño investigación acción-participación (IAP) de orden empírico cuya intención es indagar por los niveles de comprensión frente algunos rasgos/categorías que pueden ser tenidas en cuenta para la planeación del curso a través del diseño de una estrategia didáctica fundamentada en el ABP. No se trata de generalizar, sino de identificar patrones de afectación en el proceso, por tal motivo se intenta explorar, describir y comprender lo que los individuos, en este caso en particular docentes en formación inicial que cursan octavo semestre de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, los cuales se encuentran distribuidos en trece (13) mujeres y siete (7) hombres, conocen acerca de términos y aplicaciones de la biología y la química en la vida cotidiana (Sampieri, 2014, pág. Cap.13). La idea central es tener acceso a formulaciones de tipo comprensivo y si es posible explicativo en relación con la resistencia de la bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*) frente a los antibióticos naturales presentes en el ajo (*Allium sativum*) y la cebolla (*Allium cepa*).

### 5.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para el desarrollo del proyecto de investigación se realizaron actividades con el fin de fortalecer los conceptos de biología y química, mejorar la interpretación de la información, promover y favorecer la construcción de argumentación y proposición de nivel científico en los estudiantes, mediante la implementación de casos clínicos, cada actividad fue pensada y diseñada desde el modelo de aprendizaje basado en problemas, promoviendo así, la construcción de explicaciones científicas de carácter argumentativo y propositivo.

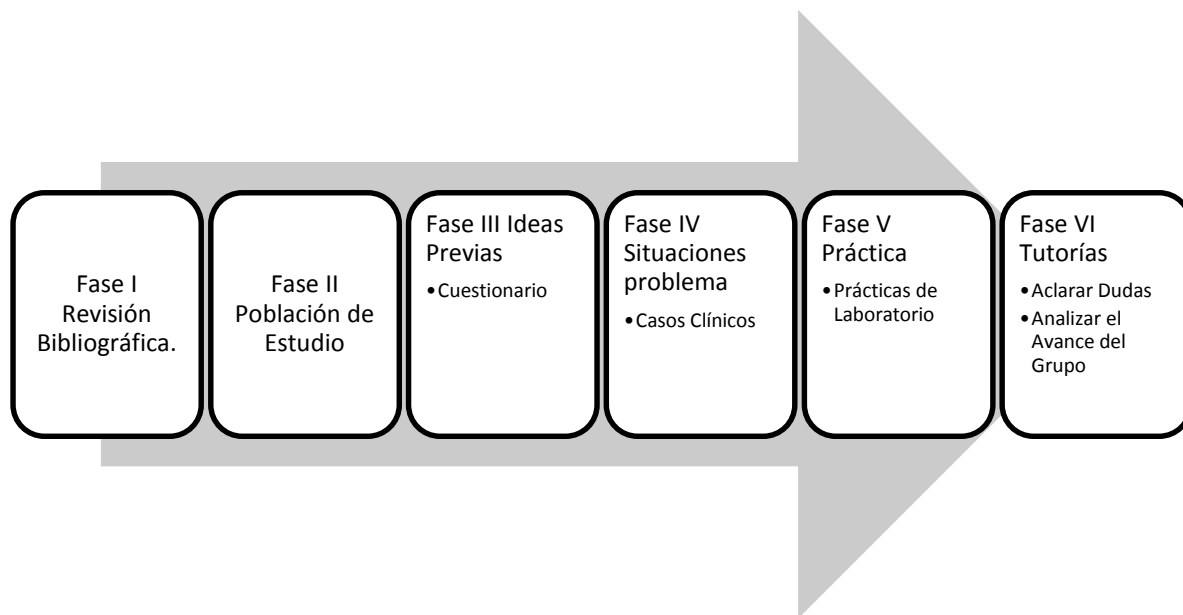


Ilustración 12. Fases para el desarrollo metodológico del trabajo investigativo. Alarcón, D. (2019).

### 5.3.1. FASE I Revisión Bibliográfica

En esta primera fase del desarrollo del trabajo investigativo, se hizo la revisión general sobre los temas a tratar a nivel pedagógico y disciplinar, a saber, sobre el ABP, la resistencia bacteriana, los componentes del ajo y la cebolla, finalmente de esta revisión bibliográfica se elaboró el cuadro del estado del arte con artículos nacionales e internacionales.

### 5.3.2. FASE II Población de Estudio

Para desarrollar el Trabajo de Grado se seleccionó a los estudiantes de Octavo semestre, siete hombres y trece mujeres de diferentes edades, adscritos al Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, los cuales cursaban la asignatura de Sistemas Biológicos II.

### 5.3.3. FASE III Formulario Ideas Previas

Esta fase se realizó con el fin de saber los conocimientos previos que los estudiantes poseen frente a las temáticas básicas de biología, como, por ejemplo: la célula, los organelos celulares y la función que cumplen dentro de la misma; por otro lado, esto permitió conocer si es necesario aclarar las dudas sobre lo anteriormente descrito desde las actividades planeadas para el desarrollo del trabajo, ya que se centra en los factores que generan la resistencia en una célula procariota y los mecanismos de acción de los antibióticos, al finalizar el cuestionario se presenta a los estudiantes un pequeño caso clínico para mirar como

lo abordan y generar una aproximación a las actividades del trabajo, para esta fase se hace uso de los recursos tecnológicos como lo es Google Forms.

#### **5.3.4. FASE IV Diseño de una Secuencia Didáctica basada en el ABP**

Para el diseño de la Secuencia Didáctica, se tuvo en cuenta que el desarrollo punto más importante en el ABP es que los estudiantes son gerentes de su propio aprendizaje, por eso para esta fase se realizó una prueba diagnóstica sobre conocimientos de la morfo-fisiología asociada a la resistencia de las bacterias, luego, se formaron cinco grupos para trabajar en los casos clínicos planteados, seguidamente se proponen las prácticas de laboratorio para el conocimiento de los riesgos que se presentan en un laboratorio de bacteriología, la elaboración de medios de cultivo y siembra de la cepa bacteriana, la extracción de la mezcla de agentes antimicrobianos presentes en el ajo y la cebolla y finalmente la determinación de la resistencia bacteriana.

Por otro lado, el profesor debe estar en la disposición de orientar las dudas que presenten los estudiantes a lo largo del desarrollo del trabajo, cabe resaltar que las tutorías no solo se dan dentro del aula de clase sino cuando el (los) estudiante (s) lo requiera (n), por lo tanto, se implementa el uso de recursos tecnológicos como por ejemplo Documentos de Google Drive.

#### **5.3.5. FASE V Análisis de resultados**

Inicialmente se conforman pequeños grupos de investigación, cada grupo tiene a cargo un caso clínico con la descripción de un paciente diferente, pero con una enfermedad en común, el cual es asignado por el docente de manera aleatoria. En un segundo momento se instauró junto con los estudiantes las prácticas de laboratorio, allí se llevó a cabo el proceso de esterilización de material, adecuación de medios de cultivo, siembra de las cepas bacterianas y observación de la acción de los componentes antimicrobianos de las plantas en las bacterias. Los casos clínicos se plantean como un recurso educativo, los cuales, permitirán abordar una serie de contenidos encaminados a fomentar un aprendizaje por investigación-acción, mediante el análisis de la parte estructural y funcional de las bacterias y la forma como actúan frente a los antibióticos. Es importante mencionar que la parte conceptual y teórica se apoya en su mayoría del trabajo práctico de laboratorio, a partir de la reflexión constante ya que se considera que la experimentación favorece una enseñanza de carácter activo y participativo, que impulsa la toma de decisiones de manera crítica de los estudiantes, de igual manera, permite que aprenden contenidos de índole científica, con lo cual se favorece la construcción de la habilidad argumentativa y propositiva, y la familiarización con el manejo de instrumentos y/o equipos de un laboratorio biológico, ampliando así, el campo de acción de los docentes en formación.

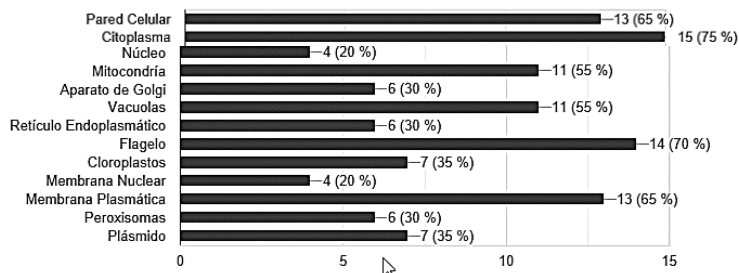
## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta propuesta se dividen en cuatro partes, inicialmente se analizará el formulario de conocimientos previos realizado a través de Google Forms, en el cual hay cuatro preguntas de selección y cuatro abiertas, posteriormente se analizan los casos clínicos asignados por el tutor, consecutivamente, se procede a analizar los laboratorios y finalmente se analiza el formulario de conocimientos finales realizado a través de Google Forms. Cabe mencionar que los casos clínicos y los informes de laboratorio fueron analizados por grupos de trabajo, mientras que los formularios (inicial y final) se evaluaron de forma individual, con el fin de obtener información sobre la manera en que los estudiantes construyen explicaciones de forma grupal e individual.

### 6.1. Formulario de Conocimientos Previos

Con este formulario se da respuesta al primer objetivo, que busca conocer las ideas previas de los estudiantes, por tanto, las cuestiones 1 a la 4 se analizarán de manera grupal, ya que se trata de interrogantes de selección múltiple; por otro lado, las preguntas 5 a la 8, tendrán un análisis individual, ya que se tratan de respuestas abiertas.

La pregunta 1, se planteó para conocer la cantidad de estudiantes que diferencian una célula Procariota de una Eucariota, además permitió saber si el estudiante requiere de aclaraciones sobre la célula y los organelos que la componen, en la Gráfica 1. se evidencia por ejemplo, que cuatro (4) de los estudiantes aún consideran que una célula procariota puede presentar núcleo y membrana nuclear, algo similar acontece con otros seis (6), los cuales afirmaron que este tipo de células presentan retículo endoplasmático,

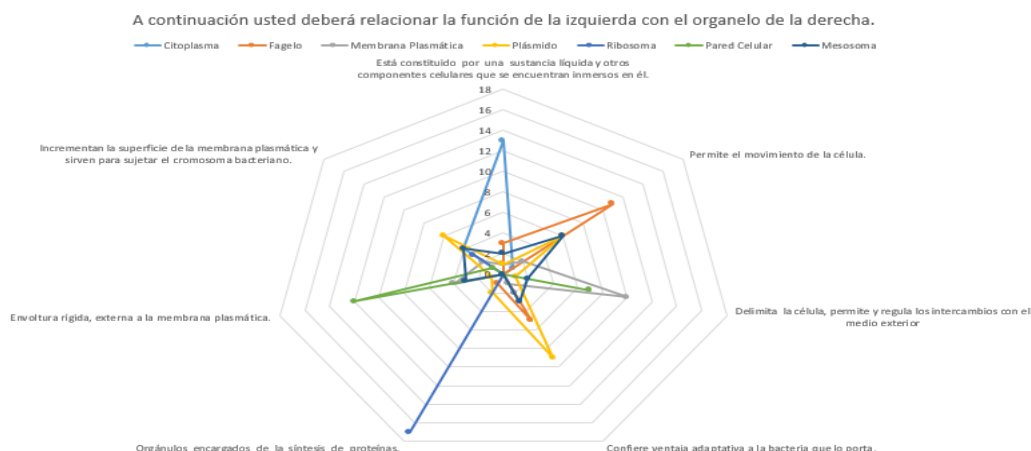


Gráfica 1. Organelos presentes en una Célula Procariota. (García, 1995).

aparato de Golgi y peroxisomas, los cuales son propios de células eucariotas, esto nos permitió generar un acercamiento sobre la necesidad de plantear una contextualización a manera de tutoría antes de realizar la entrega de los casos clínicos para aclarar las dudas con respecto a las partes y funciones que presentan tanto los organismos eucariotas como procariotas, y afianzar los conocimientos básicos sobre la temática.

La pregunta 2, fue analizada por medio de un gráfico radial, que es una forma de analizar múltiples variables cuantitativas, en este caso serán las funciones y los organelos celulares junto con la cantidad de estudiantes. Esto permitirá verificar la relación o similitud entre las variables o simplemente si se presentan valores atípicos entre cada variable. Este tipo de

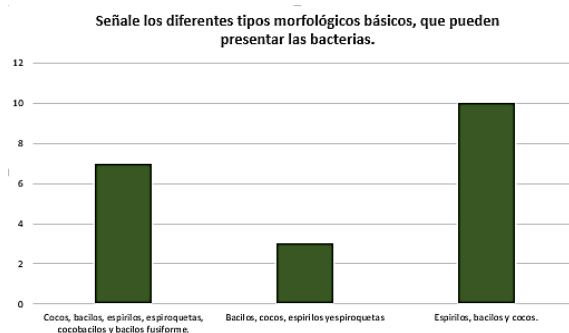
gráficos, también permite ver cuáles de las variables son altas o bajas en un conjunto de datos, haciéndolos idóneos para presentar el rendimiento de las mismas.



Gráfica 2. Relación entre la función y el organelo celular. (García, 1995)

Ahora bien, a partir de la pregunta 2 y la información anterior, se pretendió conocer la claridad que poseen los estudiantes frente a las funciones que realizan los organelos presentes en las células procariotas, pues de esto depende la facilidad para entender el mecanismo de acción de los antibióticos sobre los organelos celulares. Teniendo en cuenta la Gráfica 2 y la tendencia hacia el centro de los puntos, los estudiantes tienen dificultad para asignar la función de algunos organelos, entre los cuales se encuentran el mesosoma (polígono azul), el plásmido (polígono naranja claro) y el flagelo (naranja oscuro), esto se debe principalmente a los vacíos conceptuales que tienen los estudiantes con respecto al tipo de célula que se les presenta, tal y como se evidenció en la Gráfica 1. Por otro lado, organelos como los ribosomas, el citoplasma, la membrana plasmática y la pared celular, son conceptos que la mayoría de los estudiantes tienen claros, ya que son términos con los que se encuentran más familiarizados, puesto que son organelos que están presentes en organismos eucariotas como las plantas y los animales.

Asimismo, la pregunta 3 se realizó con el objetivo de conocer la claridad conceptual que poseen los estudiantes frente a los diferentes tipos morfológicos básicos que se pueden encontrar en el reino monera, como lo menciona Álvarez (2011) las bacterias pueden presentar tres tipos principales, a saber, cocos, bacilos y espirilos. Como se observa en la Gráfica 3, diez (10) de



Gráfica 3. Tipos morfológicos que presentan las bacterias.

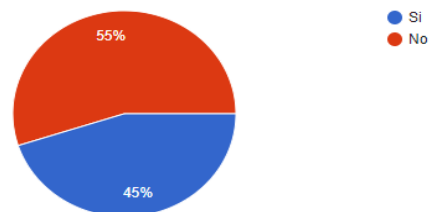
los estudiantes consideran a las espiroquetas, los cocobacilos y los bacilos fusiformes como formas principales, sin embargo, estas no son más que una variación de las mismas. Por otro

lado, en los estudiantes restantes se evidencia que tienen un manejo adecuado del concepto e interpretan de manera correcta la pregunta realizada, como consecuencia, el manejar estos términos les facilita la identificación de las bacterias a través de un microscopio, puesto que en la mayoría de los casos estas se encuentran formando colonias bacterianas como lo menciona García, (1995).

El objetivo principal de la pregunta 4 es conocer si el estudiante ha tenido algún acercamiento a la temática sobre la resistencia bacteriana y los tipos, entre otros aspectos y con esto se observa las habilidades argumentativas que los estudiantes presentan y la terminología utilizada por los mismos para expresar las ideas, de tal forma, que permita analizar las

¿Conoce, o ha leído sobre la Resistencia Bacteriana?

20 respuestas



Gráfica 4. Conocimiento sobre Resistencia Bacteriana.

habilidades comunicativas como se menciona en la Tabla 2 sobre las ventajas de utilizar el ABP, por consiguiente, en los resultados obtenidos se observa que la mayoría de los estudiantes aún no conocen o han leído alguna vez sobre la resistencia bacteriana, por lo tanto, este trabajo no solo se centra en demostrar si la bacteria *E. coli* es resistente o no a los antibióticos naturales sino en la conceptualización, concientización y responsabilidad que conlleva estarse auto-medicando sin visitar a un médico.

Como se mencionó al inicio de este apartado, las preguntas 5 a la 8 son analizadas de forma individual puesto que son cuestiones de carácter abierto, para lo cual se hace una categorización de las mismas por niveles de argumentación como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8. Niveles de Argumentación. Adaptada Alarcón, D. (2019).

ALTO	MEDIO	BÁSICO
------	-------	--------

A continuación, se hace la descripción de cada uno de los niveles para la clasificación de los argumentos. En primer lugar, se encuentra el nivel ALTO, donde los estudiantes expresan conceptos científicos claros sobre la temática, además articulan las ideas de manera ordenada y jerárquica, manifestando una comprensión de la situación planteada. En segundo lugar, se aprecia el nivel MEDIO, para esta categoría se tiene en cuenta las manifestaciones de algunos términos científicos del tema, el estudiante expresa las ideas teniendo en cuenta la jerarquía, pero medianamente ordenadas, manifestando una comprensión parcial de la pregunta propuesta. Finalmente, en el nivel BÁSICO se encuentran aquellos estudiantes que expresan

ideas de manera superficial sobre la temática, sin un hilo conductor que manifieste la comprensión de la situación y presentan confusión entre algunos términos.

De acuerdo con lo anterior, la pregunta 5 consiste en profundizar en qué se entiende por resistencia bacteriana, de manera que nueve (9) estudiantes afirmaron conocer o haber leído sobre esta temática teniendo en cuenta lo manifestado en la pregunta 4, por lo tanto, se evidenció que cuatro (4) de ellos se encuentran en un nivel de argumentación alto, como se muestra en la respuesta textual:

*“Resistencia bacteriana es la adaptación que pueden tener ciertas bacterias ante medicamentos, que al no ser efectivos para su eliminación generan cierto tipo de resistencia (inmunología) cuando nuevamente se vuelva a poner en contacto la bacteria con el mismo medicamento.”* Estudiante N° 7.

Por otro lado, cuatro (4) estudiantes que aun manejando términos científicos y relacionando las funciones de los organelos celulares de las preguntas 1 y 2 se les dificultó en cierta medida explicarlos para poder obtener una mejor redacción de la idea, en este caso se les ubicó dentro del nivel medio de argumentación, como en el siguiente ejemplo:

*“Es la habilidad que tiene una bacteria a resistir los ataques de ciertos compuestos químicos para su muerte, es debido por su doble protección externa y su vez a su mecanismo de evolución.”* Estudiante N° 13.

En comparación con el ejemplo anterior, en el nivel básico se ubicó un estudiante, el cual dio una idea suelta sobre lo que se entendía por resistencia bacteriana, no jerarquizó la información que quería expresar y por consiguiente faltó claridad y coherencia en la idea.

*“La resistencia bacteriana es la adaptación de una bacteria a su entorno limitando que otro microorganismo la desplace.”* Estudiante N° 6.

En este orden de ideas, en la pregunta 6 se solicita explicar sobre el mecanismo de acción de un antibiótico, en donde cuatro (4) de los veinte (20) estudiantes consultados se encuentran en un nivel alto.

*“El antibiótico identifica el agente patógeno y procede a atacarlo químicamente a través de la destrucción de su pared celular y luego su material genético para evitar su replicación.”* Estudiante N° 8.

En el nivel medio se encuentran cinco (5) estudiantes, los cuales manifestaron cierto grado de dificultad para expresar las ideas o para profundizar sobre la pregunta formulada, cabe resaltar que nuevamente hacen uso de términos técnicos sobre la función de los organelos celulares trabajados en las preguntas 1 y 2.

*“Entra el antibiótico a la membrana, para ir eliminando poco a poco la bacteria.”*

Estudiante N° 9.

A diferencia del ejemplo anterior, la mayoría de los estudiantes no diferencian entre un virus y una bacteria, como consecuencia, estos errores conceptuales hacen que los argumentos presentados no sean válidos, además en algunos casos no hay coherencia en la formulación del argumento y pierde el sentido mismo de lo que se pretende expresar.

*“En el proceso un antibiótico indebido al virus o patógeno que está presente, este antibiótico viaja por varias partes del cuerpo hasta encontrar alguna semejanza con él, es decir que un antibiótico este hecho basado en las características del mismo virus.”*

Estudiante N° 15.

Del mismo modo, en la pregunta 7 se requiere que los estudiantes expongan sobre las causas por las cuales una bacteria puede presentar resistencia a un antibiótico, a lo que tres (3) de ellos explicaron de manera clara y concisa que se debe a una mutación en el microorganismo lo que le permitiría tener esa inmunidad al fármaco, tal y como se cita en el siguiente ejemplo de nivel alto de argumentación:

*“Considero que puede ser por que la bacteria desarrolla algún tipo de mutación, las cuales, al ser tratadas con antibiótico de las muchas pueden sobrevivir alguna la cual comenzará a tener el gen de soportar el antibiótico determinado y las nuevas generaciones serán inmunes.”* Estudiante N° 14.

Mientras que en el ejemplo anterior, los estudiantes manifestaron claridad para expresar la idea sobre porqué las bacterias pueden presentar resistencia, trece (13) consideran entre otras, que esta adaptabilidad se debe al mal uso de los antibióticos, a la presencia de pared celular o al tipo de bacteria de la cual se está hablando, sin embargo, la falta de claridad de estos términos o implicaciones no les permitió profundizar en la respuesta, como se observa a continuación en el ejemplo para el nivel de argumentación medio:

*“Porque no todas las bacterias van a ser susceptibles a los antibióticos debido a que presentan diferente estructura y no todos los antibióticos van a tener los suficientes componentes químicos para atacar a una bacteria que presente una gran resistencia.”*

Estudiante N° 16

Por otra parte, algunos estudiantes manifestaron tener falta de conocimiento sobre el mecanismo de acción de los antibióticos; otros dieron ideas inconclusas acerca de la composición de los medicamentos y finalmente en otros casos el argumento dado es confuso como se puede observar en la respuesta del estudiante N° 9, por lo tanto, estos estudiantes se ubicaron en el nivel básico.

*“Porque se alimenta o sobrevive de las células del cuerpo en específico de donde se encuentre.”* Estudiante N° 9.

Finalmente, la pregunta 8 consistía en la descripción de un pequeño caso clínico, en donde se le solicitó al estudiante realizar un acercamiento a un posible diagnóstico de la paciente, formular un nuevo tratamiento y que tipo de tratamiento. Cabe resaltar que en la respuesta a esta situación hubo cinco (5) estudiantes que se encuentran en un nivel alto de argumentación, pues describieron un proceso para ayudar a la paciente, tener un diagnóstico y así poder proponer un medicamento, tal y como se muestra en la siguiente respuesta:

*“Primero haría un cultivo de las bacterias que están presentes en su organismo y que son las causantes de la infección, posteriormente vería como éstas bacterias reaccionan a diferentes antibióticos en el laboratorio para poder establecer cuál sería el más efectivo para el tratamiento.”* Estudiante N°8.

No obstante, hubo estudiantes que manejaban términos claves, sin embargo, presentaron dificultad para conectar las ideas, y expresar con claridad el procedimiento para el desarrollo de la situación, recomendando solamente cambiar el medicamento, pero sin realizar ningún tipo de análisis en el laboratorio con el cual identificar el mejor fármaco que la paciente podría ingerir, por lo tanto, hacen parte del nivel medio de argumentación. A continuación, una respuesta textual de uno de los estudiantes:

*“Considero que la paciente al ya haberse auto medicado y tomar este medicamento esporádicamente, ya no es eficiente contra la bacteria dado que ésta desarrolló algún tipo de mutación que le permitió ser inmune, por lo cual debe tomar otro antibiótico para la infección urinaria el cual sea tomado por un periodo de dos semanas de forma consecutiva cada 12 horas sin que se suspenda por ninguno motivo el tratamiento y no tomar otros medicamentos durante este tratamiento.”* Estudiante N°14

Por último, se encuentran aquellos estudiantes que en la respuesta manifiestan no tener conocimiento sobre el procedimiento, otros presentan ideas sueltas sin un hilo conductor e inclusive falta coherencia, además les falta profundizar en algunos aspectos conceptuales pues en el argumento se evidencia solo expresiones coloquiales, como se muestra en el siguiente ejemplo:

*“Primero tendría que saber sobre un antibiótico más fuerte contra esa bacteria que la paciente aún no haya consumido, también recomendaría que el antibiótico sea administrado vía intravenosa, es decir, directo a la sangre y por un periodo que se pueda cumplir si son cada 6horas son cada seis horas. Y por otro lado otro tipo de analgésicos que mitiguen los dolores que pueden ser vía oral, pero cumpliendo estrictamente el periodo de consumo.”* Estudiante N°18.

Teniendo en cuenta los resultados arrojados por el formulario y para dar respuesta al tercer objetivo específico, se elabora una secuencia didáctica basada en el ABP (Ver Anexo 3), haciendo uso de los casos clínicos, para manifestar las categorías que fundamentan el ABP (Ver Anexo 4).

## 7. CONCLUSIONES

Gracias al trabajo desarrollado con los estudiantes de Sistemas Biológicos II se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La utilización de los casos clínicos como herramienta para el desarrollo del ABP pueden ser de gran utilidad en la enseñanza-aprendizaje de temas relacionados con la biología, aun cuando se realiza el proceso aplicativo de cada paso, puesto que los estudiantes en la primera etapa pueden presentar un nivel bajo de aceptación por el método.
- El ABP, puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje al ser presentado como una opción alterna a los procesos memorísticos de la academia universitaria en la formación de docentes, puesto que facilita el desarrollo y mejoramiento de habilidades comunicativas e interpersonales entre compañeros, las cuales generan una mayor concertación de las diferentes ideas para solucionar una situación problema en común.
- El desarrollo de la estrategia de ABP, puede hacer que los estudiantes participen de manera activa en el proceso de construcción del aprendizaje autónomo, significativo y crítico sobre la temática abordada. Además, permite pensar al docente como un guía en el proceso de enseñanza y no como transmisor de conocimiento.

## 8. RECOMENDACIONES

Una vez concluido el trabajo de grado, se realizan las siguientes recomendaciones:

- El desarrollo de los casos clínicos puede adaptarse a cualquier nivel educativo, ya que permite abordar y relacionar de forma interdisciplinar un problema de la vida cotidiana.
- Realizar trabajos de laboratorios para la obtención de los agentes antimicrobianos que se encuentran en el ajo (*Allium sativum*) y la cebolla (*Allium cepa*) para observar el mecanismo de acción de los mismos en bacterias Gram-Positivas o Gram-negativas.
- Es importante motivar al estudiante al mundo de la investigación, por lo tanto, se recomienda realizar prácticas de laboratorio y salidas de campo, en donde se involucre al estudiante como investigador para efectuar la resolución de problemas que se identifiquen en lugares específicos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, Y. (18 de 03 de 2011). Morfología Bacteriana, Formas.
- Baena Extremera, A., & Granero Gallegos, A. (2012). Los mapas conceptuales y el aprendizaje basado en problemas en el aprendizaje de contenidos anatómicos-fisiológicos en opositores al cuerpo de profesores de educación secundaria. *International Journal of Morphology*, 230-237.
- Becton Dickinson GmbH . (Julio. de 2014). Instrucciones De Uso- Medios De Uso En Placa Listos Para Usar: Bd Macconkey Ii Agar . Heidelberg., Alemania.
- Bender Bojalil, D., & Bárcenas Pozos, M. (2013). El ajo y sus aplicaciones en la conservación de los alimentos. Puebla., México.
- Betancor, L., Gadea, M., & Flores, K. (2008). Genética bacteriana. Uruguay.
- Brosina de Leon, L., & De Quadros Onófrío, F. (2015). Aprendizagem baseada em problemas na graduação medica- Uma revisão da literatura atual. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 614-619.
- Bueno Millan, L. P., Semer, B., Da Silva Rodriguez, J. M., & Gianini, R. J. (2012). Método tradicional e aprendizado baseado em problemas: autopercepção do preparo para o internato. *Revista da Associação Médica Brasileira*.
- Cabrera, C. E., Gómez, R. F., & Zúñiga, A. E. (2007). La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. *Colombia Médica*, 149-158.
- Campos, C. A., & Navarro, A. e. (2004). Escherichia coli microorganismo divergente con actitud dual en su relación de convivencia con sus hospederos. Mexico D.F, Mexico.
- Casado, M. T. (2012). Medios De Cultivo En Un Laboratorio De Microbiología.
- Castelo, L., Bou, G., & Llinares, P. (2013). Recomendaciones prácticas para el diagnóstico y tratamiento de la infección urinaria en el adulto I. Galicia, España.
- Chalar Vargas, L. R., Moya Mamani, J. C., Vargas Alvarez, E., Sejas Rebollo, M., & Romero , B. (2014). Función Antimicrobiana de la Alicina de Ajo en cultivos de Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa y Escherichia coli. *Revista Científica de Ciencias Médicas*, 26-28.

- Chavarrías, M. (23 de Septiembre de 2009). Barreras naturales contra patógenos. Argentina.
- Embid, A. (2002). Resistencia de las bacterias a los antibióticos. *Revista de Medicinas Complementarias. Medicina Holística.*, 45-59.
- Esauí, L., López-Jácome, & Cols. (2014). Tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. *Investigación en discapacidad.*, 10-18.
- Fernández Riverón, F., López Hernández, J., Ponce Martínez, L. M., & Machado Betarte, C. (2003). Resistencia Bacteriana. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 44-48.
- Galindo Cárdenas, L. A., Arango Rave, M. H., Villegas Múnera, D. P., Aguirre Muñoz, C. E., Kambourva, M., & Jaramillo Marín, P. A. (2011). ¿Cómo el aprendizaje basado en problemas (ABP) transforma los sentidos educativos del programa de medicina de la Universidad de Antioquia? *Iatreia*, 325-334.
- Garcez Sardo, P. M., & Marcon Dal Sasso, T. (2008). Aprendizagem baseada em problemas em ressuscitação cardiopulmonar: suporte basico de vida. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 784-792.
- García Rico, R. O., & Herrera Arias, F. C. (2007). Evaluación de la inhibición del crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum* y *Allium cepa*: estudio preliminar in vitro. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 68-79.
- García, V. (1995). *Introducción a la microbiología*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Garzón Díaz, F. A., & Zárate, B. (2015). El aprendizaje de la Bioética basado en problemas (ABBP): un nuevo enfoque pedagógico. *Acta Bioethica*, 19-28.
- González Olaya, H. L., & Galindo Cárdenas, L. A. (2011). Aplicación de la experiencia de aprendizaje mediado a la estrategia de aprendizaje basado en problemas, en estudiantes del tercer semestre de medicina , Universidad Autonoma de Bucaramanga, Colombia. *Iatreia*, 422-431.
- Gutiérrez, L. A., & Agudelo, D. A. (2009). Control del crecimiento In Vitro sobre cepas Gram positivas y Gram negativas productoras de mastitis. *Luz Adriana Gutiérrez\*\**, *Divier Antonio Agudelo*, 67-74.
- Hall Ramirez, V., Rocha Palma, M., & Rodríguez Vega, E. (Mayo de 2002). plantas medicinales. *centro nacional de información de medicamentos*.

- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (30 de julio de 2016). *El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*. Obtenido de <http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf>
- Laboratorios britania S.A. (2011). Indol Reactivo. Caba, Argentina.
- Laboratorios britania S.A. (2010). MR-VP Medio. Caba, Argentina.
- Labra, P., Kokaly, M. E., Iturra, C., Concha, A., Sasso, P., & Vergara, M. I. (2011). El enfoque ABP en la formación inicial docente de la Universidad de Atacama: el impacto en el quehacer docente. *Estudios Pedagógicos*, 167-185.
- Lobo, J. M. (2006). Estructura, funcionamiento y significado de los integrones bacterianos. Cantabria, España.
- López Pérez, J. P. (2011). Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.*, 491-494.
- López, M., & Alvarez, M. (2009). ESCHERICHIA COLI: MECANISMOS DE PATOGENICIDAD. México.
- López, N. (1998). Investigación y currículo en la educación superior. *Cooperativa Editorial del Magisterio*, 4.
- Lopez, N., & Saiz, M. (11 de Enero de 2010). Obtención y aplicación de extractos naturales. Navarra., España.
- Medina Peña, J. A. (2008). Cebolla: guía técnica. *Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)*., 64. Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de *Mentha spicata L.*: <http://colecciones.jbb.gov.co/herbario/especimen/2445>
- Mendiola, L. (2009). El ajo (*Allium sativum L.*) y el ajo de oso (*Allium ursinum*). Mexico D.F, Mexico.
- Mendoza Espinosa, H., Méndez López, J. F., & Turrucó García, U. (2012). Aprendizaje basado en problemas (ABP) en educación médica: sugerencias para ser un tutor efectivo. *Investigación en educación médica*, 235-237.
- Miyahira Arakaki, J. M. (Julio de 2009). La investigación formativa y la formación para la investigación en el pregrado. Lima, Perú.
- Morales Araya, M. D. (1985). Antimicrobianos: Una revisión sobre mecanismos de acción y desarrollo de resistencia. *Acta Médica Costarricense*, 79-83.

- Morales-L., G. (2005). *Herbario JBB en línea - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis*. Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de *Allium sativum* L.: <http://coleccion.jbb.gov.co/herbario/especimen/2912>
- Padilla, D. (Febrero de 2011). Estudio de protocolos de comunicación bacterianos: conjugación y quorum sensing. Madrid, España.
- Pantoja Castro, J. C., & Covarrubias Papahiu, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 93-109.
- Peña, R., & Paez, J. (2008). Bacterias Fitopatógenas. Tunja, Boyacá.
- Pérez Cano, H. J., & Robles Contreras, A. (2013). Aspectos básicos de los mecanismos de resistencia bacteriana. *Revista Médica.*, 186-191.
- Pírez, M., & Mota, M. (2008). Morfología y Estructura Bacteriana. Montevideo, Uruguay.
- Puerta-García, A., & Mateos-Rodríguez, F. (2010). Enterobacterias. Albacete., España.
- Rodríguez Borrero, M. A., Gonçalves Nitschke, R., Gue Martini, J., Guerra Martín, M. D., & González Galán, C. (2014). Theoretical assumptions of Maffesoli's sensitivity and problem-based learning in nursing education. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 504-510.
- Rojas Campos, N. (1995). El lipopolisacárido bacteriano: una potente endotoxina con múltiples actividades biológicas. Resientes avances en estructura, genética y bioquímica. *Revista costarricense de ciencias médicas*, 71-84.
- Romero A, J. P., & Ibargüen Mondragón, E. (2014). Sobre la resistencia bacteriana hacia antibióticos de acción bactericida y bacteriostática. *Revista Integración*, 101–116.
- Sampath, K. P., Bhowmik, D., & et-al. (2010 (2)). *Allium cepa*: A traditional medicinal herb and its health benefits. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 283-291.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación. Sexta edición*. México: Mc Graw Hill.
- Santambrosio, E., Ortega, M., & Garivaldi, P. (2009.). Tinción y observación de microorganismos. Argentina.
- Saz, P. (04 de 04 de 2018). *Fitoterapia y medicina naturista*. Obtenido de [http://www.unizar.es/med\\_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf](http://www.unizar.es/med_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf)

- Seija, V., & Vignoli, R. (2008). Principales Grupos antimicrobianos. *Temas de microbiología y virología médica*, 631-647.
- Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. (2008). *Aprendizaje basado en problemas. Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Obtenido de [http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas.pdf](http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf)
- Siqueira-Batista, R., & Siqueira-Batista, R. (2009). Os anéis da serpente: a aprendizagem baseada em problemas e as sociedades de control. *Ciência & Saúde Coletiva*, 1183-1192.
- Sussmann, O. A., Mattos, L., & Restrepo, A. (2006). RESISTENCIA BACTERIANA. *Revista de medicina Pontificia Universidad Javeriana*.
- Tafur, T. &. (Septiembre de 2008). Mecanismos de Resistencia a los Antibióticos en Bacterias Gram-Negativas. *Asociación Colombiana de Infectología.*, 12(03).
- Tarazona, J. L. (2005). Reflexiones acerca del aprendizaje basado en problemas (ABP). Una alternativa en la educación médica. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 147-154.
- Torres Manrique, C. (2012). *La resistencia bacteriana a los antibióticos, siete décadas después de Flemming / discurso leído en el acto de su recepción académica el día 31 de octubre de 2012 por Carmen Torres Manrique ; discurso de contestación Manuel José López Pérez*. Zaragoza: Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza.
- Vanegas López, M. C. (2015). *Guías para el Laboratorio de Bacteriología*. Bogotá D.C: Ediciones Uniandes.
- Vignoli, R., & Seija, V. (2008). Principales mecanismos de resistencia antibiótica. *Temas De Bacteriología Y Virología Médica*, 649-662.
- Villalobos Perozo, R. (2006). Mejoría del rendimiento estudiantil en medicina tropical con el método de aprendizaje basado en problemas, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Zulia. *Kasmera*, 123-126.
- Villegas Munera, E. M., Aguirre Muñoz, C. A., Díaz Hernandez, D. P., Galindo Cárdenas, L. A., Arango Rave, M. H., Kambourova, M., & Jaramillo Marín, P. A. (2012). La función del en la estrategia de aprendizaje basado en problemas en la formación médica en la facultad de medicina de la Universidad de Antioquia. *Iatreia*, 261-271.

## 10. ANEXOS

Anexo 1. Revisión bibliográfica sobre Aprendizaje basado en problemas. Alarcón, D. (2019).

AUTOR	TITULO	ANTECEDENTES
Laís Pereira Bueno MillanI; Beatriz Semer; José Mauro da Silva Rodrigues; Reinaldo José Gianini	Método tradicional e aprendizaje baseado em problemas: autopercepção do preparo para o internato  Traditional learning and problem-based learning: self-perception of preparedness for internship	En este artículo se evalúa la percepción de estudiantes de medicina de la Pontificia Universidad Católica de São Paulo (PUC-SP) de su preparación para participar en el curso de prácticas mediante la comparación entre el método de aprendizaje tradicional y el nuevo método basado en problemas (ABP) de aprendizaje, a través de la elaboración de un cuestionario, y se observó una diferencia estadística significativa en 16 preguntas en donde los estudiantes del método de aprendizaje tradicional informaron puntuaciones promedio más altas, otra diferencia importante apareció en las dimensiones "aspectos sociales de la salud", "habilidades médicas" y "conceptos éticos"; en donde los estudiantes del método tradicional de aprendizaje otra vez manifestaron un alto puntaje, también se presentaron puntuaciones más altas cuando se calculó el promedio de las respuestas al cuestionario entero. (Bueno Millan, Semer, Da Silva Rodriguez, & Gianini, 2012).
Antonio Baena-Extremera & Antonio Granero-Gallegos.	Los Mapas Conceptuales y el Aprendizaje Basado en Problemas en el Aprendizaje de Contenidos Anatómico-fisiológicos en Opositores al Cuerpo de Profesores de Educación Secundaria.  Concept Mapping and Problem-Based Learning Content in Anatomical and Physiological in Students for a Public Competition To Be Teachers in Secondary Education	El objetivo de este trabajo fue comparar el rendimiento en el aprendizaje de alumnos que se prepararon para el acceso al cuerpo de profesorado de secundaria en la especialidad de Educación Física, a través de diferentes métodos en enseñanza-aprendizaje: mapas conceptuales (CMaps), aprendizaje basado en problemas (ABP) y combinando ambos métodos, utilizando un diseño cuasi-experimental, descriptivo y seccional, en donde 180 estudiantes divididos en 3 grupos recibieron formación a través de CMaps, ABP, y combinando ambos métodos, empleando un cuestionario de evaluación tipo test para cada bloque de contenidos. El ABP resultó más efectivo que el CMaps, pero las mejoras más altas respecto al pretest corresponden al grupo que ha estudiado combinando CMaps+ABP. Finalmente los resultados fueron discutidos con otros autores, coincidiendo en la necesidad de plantearse una mayor utilización del ABP como método de enseñanza-aprendizaje y que mediante un enfoque metodológico mixto el alumnado adquiere mayores habilidades y competencias. (Baena Extremera & Granero Gallegos, 2012).
Elsa María Villegas Múnera; Carlos Arturo Aguirre Muñoz; Diana Patricia Díaz Hernández; Leonor Angélica Galindo Cárdenas; María Elena Arango Rave; Miglena Kambourova; Paula Andrea Jaramillo Marín.	La función del tutor en la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas en la formación médica en la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.  The role of the tutor in the strategy Problem-Based Learning in medical education.	Este artículo analiza la función de los tutores, la formación docente y la percepción de los estudiantes y los profesores sobre el desempeño de los tutores en el ABP. Se basa en un estudio cualitativo más amplio, tendiente a la evaluación del impacto de esa didáctica en el currículo de Medicina de la Universidad de Antioquia se aplicó la estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para la renovación curricular. Se hizo una triangulación de fuentes con datos suministrados por actores participantes en el ABP (estudiantes, tutores y coordinadores), se encontró que esa didáctica ha estimulado la adopción de nuevos roles entre los docentes y hay satisfacción entre los estudiantes (Vignoli & Seija, 2008) con esta manera de aprender y de relacionarse con los profesores. Además se hallaron debilidades en la formación de ABP entre los docentes, lo cual genera inconsistencias en el desarrollo de la estrategia. Finalmente se recomienda ampliar y profundizar la capacitación para fortalecer la función del tutor, así como establecer espacios comunes para compartir prácticas y discursos (Villegas Munera, y otros, 2012)
Hilda Leonor González Olaya; Leonor Angélica Galindo Cárdenas.	Aplicación de la experiencia de aprendizaje mediado a la estrategia de aprendizaje basado en problemas, en estudiantes del tercer semestre de medicina, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia.	Se hizo un estudio controlado y con asignación aleatoria con los estudiantes del tercer semestre de medicina de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia. El primer grupo recibió solamente la metodología ABP y el segundo, dicha metodología articulada con la EAM. Se utilizaron dos pruebas de conocimiento: selección múltiple y resolución de problemas. Se describieron cualitativamente los resultados de la observación del desempeño cognitivo y de las autoevaluaciones, co-evaluaciones y heteroevaluaciones. Finalmente Es posible que la estrategia ABP por sí misma potencie el aprendizaje significativo, pero las observaciones cualitativas demuestran que la EAM favorece la motivación y un ambiente propicio para potenciar las funciones cognitivas por lo que podría aumentar los beneficios del ABP. (González Olaya & Galindo Cárdenas, 2011)

Continuación Anexo 1. Revisión bibliográfica sobre Aprendizaje basado en problemas. Alarcón, D. (2019).		
AUTOR	TÍTULO	ANTECEDENTES
Leonor Angélica Galindo Cárdenas; María Elena Arango Rave; Diana Patricia Díaz Hernández; Elsa María Villegas Múnera; Carlos Enrique Aguirre Muñoz; Miglena Kambourova; Paula Andrea Jaramillo Marín.	¿Cómo el aprendizaje basado en problemas (ABP) transforma los sentidos educativos del programa de Medicina de la Universidad de Antioquia?	En la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia) se implementó el Aprendizaje Basado en Problemas como una de las estrategias didácticas activas para favorecer en los estudiantes el liderazgo en su proceso de aprendizaje. Para evaluar el impacto que ha tenido esta estrategia en el currículo, se hizo una investigación con enfoque explicativo y comprensivo. Se triangularon los resultados obtenidos de entrevistas a expertos, encuestas a actores de la estrategia y documentos producidos por profesores de la Facultad de Medicina. Los resultados muestran que hay satisfacción por parte de los actores con el uso de la estrategia para la formación integral del estudiante y que además se reconocen otras opciones didácticas para el desarrollo curricular (Galindo Cárdenas, y otros, 2011).
Rodrigo Siqueira-Batista; Romulo Siqueira-Batista	Os anéis da serpente: a aprendizagem baseada em problemas e as sociedades de control.  The rings of snake: problem-based learning and the societies of control.	Con el objetivo de un profesional capaz de dar respuestas a los principales problemas de salud de la población, se han abierto perspectivas para la utilización de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje, para educación médica brasilera. En este ámbito se ha venido destacando el aprendizaje basado en problemas (ABP), modalidad de estructuración que se ha sido adoptada en diferentes instituciones de enseñanza, que poseen, como principales características, la posibilidad de fomentar el aprendizaje significativo, la no separación entre la teoría y la práctica, el respeto a la autonomía del estudiante, el trabajo en pequeños grupos, la educación permanente y la dinámica formativa. A pesar de la indiscutible posición de vanguardia, el ABP puede ser comprendida como una forma para el ejercicio del poder en el contexto de un modo de organización social naciente: las sociedades de control (Siqueira-Batista & Siqueira-Batista, 2009).
Pedro Miguel Garcez Sardo; Grace Terezinha Marcon Dal Sasso	Aprendizagem baseada em problemas em ressuscitação cardiopulmonar: suporte básico de vida.  Aprendizaje basado en problemas para la resucitación cardiopulmonar: soporte básico de vida.	Estudio descriptivo y exploratorio, que objetivo realizar una práctica educativa de Aprendizaje Basado en Problemas RCP/SBV con 24 estudiantes del 3er año del Curso de Pre-grado en Enfermería de una Universidad de la Región Sur del Brasil. El estudio aprobado por el CONEP utilizó la metodología del ABP enfocando situaciones problemas de RCP. La recolección de datos realizada a través de observación participativa y cuestionarios para evaluación del aprendizaje, de la práctica educativa y de su metodología, permitieron de esta forma agrupar los resultados en: expectativas de los estudiantes, actividades de grupo, actividades individuales, actividades prácticas, evaluación de las reuniones y de su metodología. El estudio mostró que el ABP permite al educador evaluar el proceso de aprendizaje del alumno en varias dimensiones y funciona como un factor motivador tanto del educador como del educando, pues permite la integración teórico-práctica en un proceso integral de aprendizaje (Garcez Sardo & Marcon Dal Sasso, 2008).
Villalobos-Perozo, Rafael	Mejoría del rendimiento estudiantil en medicina tropical con el método de aprendizaje basado en problemas, en la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia.	El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una metodología de enseñanza aprendizaje que se basa en la andragogía y el constructivismo. Comparamos el rendimiento escolar en los cinco períodos semestrales previos al año 2000, con los cinco períodos anuales a partir del 2000. Se demostró estadísticamente una mejoría del rendimiento (Villalobos Perozo, 2006)
José Luis Tarazona	Reflexiones acerca del aprendizaje basado en problemas (ABP). Una alternativa en la educación médica	El presente artículo es un ensayo reflexivo, argumentativo, cuya tesis de discusión es que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) puede ser una mejor alternativa a las necesidades actuales de la formación médica. Para la argumentación, el autor se basó en las recomendaciones que sobre educación médica han emitido organismos tales como la AAMC (American Association of Medical College) y la Academia Nacional de Medicina de Colombia, entre otros. Se hizo una revisión de teorías de la psicología cognitiva (constructivismo y andragogía), que son el fundamento conceptual del ABP, y se revisaron artículos descriptivos, prospectivos y metanálisis sobre los resultados de las investigaciones realizadas a la fecha en escuelas de medicina de diferentes culturas, con la más larga experiencia en la aplicación de ABP. El autor concluye que vale la pena incursionar en la aplicación del ABP en las escuelas de medicina, ya que se obtiene como mínimo una mejoría significativa en la satisfacción de profesores y alumnos, así como una mejoría en el caudal de conocimiento de los estudiantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje (Tarazona, 2005).
Fabio Alberto Garzón Díaz, Betty Zárate.	El Aprendizaje de la Bioética Basado en Problemas (ABBP): un nuevo enfoque pedagógico  Learning bioethics based on problems (LBBP): a new pedagogical focus	El artículo es el resultado del proyecto de Investigación de la Línea de bioética, educación y cultura del Bioethics Group, Universidad Militar Nueva Granada, en el cual se presenta la propuesta: “Aprendizaje de la Bioética Basado en Problemas (ABBP)”. El texto se compone de siete partes: (1) una introducción que plantea la educabilidad y enseñabilidad de la bioética; (2) un desarrollo de sus características principales; (3) los fundamentos psicopedagógicos del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP); (4) sus criterios esenciales; (5) un análisis de sus fundamentos epistemológicos; (6) una propuesta sobre cómo se entendería el ABBP, y (7), a modo de propuesta, cinco aspectos que se deberían tener en cuenta a la hora de plantear un currículo de bioética basado en problemas y competencias (Garzón Díaz & Zárate, 2015)

Continuación Anexo 1. Revisión bibliográfica sobre Aprendizaje basado en problemas. Alarcón, D. (2019).		
AUTOR	TÍTULO	ANTECEDENTES
Luciana Brosina de Leon, Fernanda de Quadros Onófrío	Aprendizagem Baseada em Problemas na Graduação Médica – Uma Revisão da Literatura Atual.  Problem-Based Learning Undergraduate Courses in Medicine – A Review of the Current Literature.	El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una técnica en que la transmisión de conocimiento se da a partir de casos elaborados con base en casos reales, teniendo como principal objetivo la búsqueda del aprendizaje autónomo por parte del estudiante. Este trabajo tiene como finalidad revisar los artículos originales publicados en los últimos dos años sobre el tema, para la formación médica. La mayoría de los trabajos revisados demostró buenos resultados cuando se utilizaba el ABP como técnica, sin embargo trae los mayores beneficios en la formación médica (Brosina de Leon & De Quadros Onófrío, 2015).
Haydee Mendoza-Espinosa, Jafet Felipe Méndez-López, Uri Torruco-García	Aprendizaje basado en problemas (ABP) en educación médica: sugerencias para ser un tutor efectivo.	Este documento describe de forma breve el método de aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) de siete pasos de la Universidad de Maastricht. Al considerar el papel del tutor como una parte sustancial para la aplicación exitosa de este método, este escrito propone algunas sugerencias que permitan mejorar el desempeño del tutor (Mendoza Espinosa, Méndez López, & Turruco García, 2012).
María-Aurora Rodríguez-Borrego, Rosane Gonçalves Nitschke, Marta Lenise do Prado, Jussara Gue Martini, María-Dolores Guerra-Martín, Carmen González-Galán.	Theoretical assumptions of Maffesoli's sensitivity and Problem-Based Learning in Nursing Education.	El objetivo de este trabajo es comprender lo cotidiano y lo imaginario de los alumnos de Enfermería en su proceso socializador del conocimiento a través de la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), utilizando el método de Investigación Acción, desarrollada con 86 alumnos de 2º curso de Grado en Enfermería en España, a los cuales se les aplicó un cuestionario de Incidencias Críticas y Entrevista grupal, en donde los estudiantes señalan la necesidad de tener una visión desde dentro, reforzando la crítica al dualismo esquemático; el ABP posibilita aprender a estar con otro, con su solidaridad mecánica y orgánica; el sentir juntos, con su énfasis en aprender a trabajar en grupo. Finalmente, las grandes contradicciones que viven los estudiantes, parecen expresar que el aprendizaje grupal no sea una forma de adquirir conocimientos, al incidir en que les quita tiempo para estudiar. Lo cotidiano, el tiempo de ejecución, y lo imaginario de cómo precisa ser el aprendizaje, parecen no tener un punto de encuentro en la utilización del Aprendizaje Basado en Problemas. Reforzar la importancia de enfocar lo cotidiano y lo imaginario, cuando pensamos en la educación en enfermería (Rodríguez Borrero, Gonçalves Nitschke, Gue Martini, Guerra Martín, & González Galán, 2014)
Pamela Labra, M. Eugenia Kokaly, Carolina Iturra, Adolfo Concha, Patricia Sasso, M. Inés Vergara	El enfoque ABP en la formación inicial docente de la Universidad de Atacama: el impacto en el quehacer docente.	La presente investigación se funda en la necesidad de evaluar el impacto que tiene el enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas en la formación inicial docente de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Atacama. Para ello se han escogido las primeras dos cohortes egresadas desde la implementación del nuevo currículum con este enfoque (2000 y 2001), buscando evidencias que den cuenta de las competencias desarrolladas durante la formación y que puedan ser relacionadas con los objetivos de trabajo del ABP y que intervengan en el desempeño profesional. Los resultados de esta investigación vinculan directamente el enfoque de ABP con el desarrollo de competencias para la adecuada inserción en equipos de trabajo (Labra, y otros, 2011).
Julio César Pantoja Castro, Patricia Covarrubias Papahiu	La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP).	Con base en los fundamentos constructivistas de la educación, el aprendizaje basado en problemas (ABP) se constituye como una opción viable para contrarrestar los problemas que conlleva la enseñanza tradicional de la ciencia. En tal sentido, se presenta una investigación cimentada en el ABP que muestra la promoción de habilidades de pensamiento necesarias para el aprendizaje significativo de contenidos de la biología en el bachillerato. Se trabajó con estudiantes de sexto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades, particularmente en una situación-problema que requirió de su análisis y solución a partir de los principios de la selección natural, y del apoyo de diversas estrategias didácticas. Se utilizó un diseño cuasi-experimental, con análisis estadísticos y cualitativos de los datos obtenidos. Los resultados sugieren que el ABP es una opción pedagógica para el aprendizaje significativo de contenidos de la Biología, o bien, como estrategia didáctica complementaria que potencia estrategias de enseñanza más tradicionales (Pantoja Castro & Covarrubias Papahiu, 2013).

Anexo 2. Revisión bibliográfica sobre bacterias, resistencia bacteriana, antibióticos y plantas medicinales (Ajo y Cebolla). Alarcón, D. (2019).

AUTOR	TITULO	ANTECEDENTES
Rojas Campos, Norman.	El lipopolisacárido bacteriano: una potente endotoxina con múltiples actividades biológicas recientes avances en estructura, genética y bioquímica	Los lipopolisacáridos (LPS) constituyen el antígeno O y la endotoxina de las bacterias Gram-negativas. Están localizados en la membrana externa de la envoltura celular bacteriana y juegan un papel muy importante en la patogénesis de las infecciones bacterianas, así como en la interacción con el hospedero y su sistema de defensa. Básicamente el LPS se compone de una porción lipídica muy conservada entre las especies, denominada lípido A, inmersa en la cara externa de la membrana externa de la bacteria, y una porción hidrofílica compuesta por azúcares que presenta una gran variabilidad estructural. (Rojas Campos, 1995).
José David Tafur, Julián Andrés Torres, María Virginia Villegas.	Mecanismos de resistencia a los antibióticos en bacterias Gram negativas	Las infecciones por bacterias Gram negativas son muy prevalentes en pacientes hospitalizados, especialmente en las unidades de cuidados intensivos. La multiresistencia representa un reto terapéutico que deja pocas posibilidades para el tratamiento de estas infecciones. Los mecanismos que utilizan las bacterias para defenderse de los antibióticos están en constante evolución. Esta revisión describe los mecanismos de resistencia más frecuentemente utilizados por estas bacterias, haciendo énfasis en los antibióticos betalactámicos (Tafur, 2008).
Carmen Torres Manrique.	La resistencia bacteriana a los antibióticos, siete décadas después de Fleming: discurso leído en el acto de su recepción académica el día 31 de octubre de 2012 por Carmen Torres Manrique; discurso de contestación Manuel José López Pérez	El alarmante incremento de la resistencia bacteriana a los antibióticos es, sin duda, uno de los mayores problemas actuales de salud pública ya que estos compuestos constituyen una de las principales herramientas para controlar y tratar las infecciones bacterianas, tanto en medicina humana como en veterinaria. En esta exposición, analizaré el problema global que supone la resistencia a los antibióticos, los factores que pueden estar involucrados en su emergencia y diseminación, y las posibles estrategias de control, aspectos que constituyen la línea de investigación del grupo de “Ecología molecular de la resistencia a los antibióticos” que coordino en La Rioja (Torres Manrique, 2012)
Pérez-Cano HJ, Robles-Contreras A.	Aspectos básicos de los mecanismos de resistencia Bacteriana.	La resistencia bacteriana en contra de los antibióticos se ha convertido en un problema de salud a nivel mundial. El desarrollo de nuevos fármacos antibacterianos además de su uso indiscriminado e irracional, ha ido incrementando esta resistencia, sin mencionar la presión evolutiva ejercida por el uso terapéutico. Tal parece que el descubrimiento de nuevos antibióticos resuelve el problema, sin embargo, aparecen nuevos mecanismos de resistencia difíciles de controlar. El presente trabajo es una revisión bibliográfica en donde se describe de forma breve los mecanismos de resistencia bacteriana que se presentan de manera natural y adquirida (Pérez Cano & Robles Contreras, 2013).
Otto Alberto Sussmann P., Lorenzo Mattos, Andrés Restrepo.	Resistencia Bacteriana	Desde el principio de la era antibiótica los fenómenos de resistencia a estas sustancias han sido descritos. Cabe destacar la importancia inicial de cepas de Staphylococcus aureus capaces de degradar la penicilina y la posterior aparición de esta misma bacteria con resistencia a la metilicina. Inicialmente el problema fue resuelto con el descubrimiento o síntesis de nuevas sustancias que eran capaces de controlar las bacterias con este fenómeno, y aparecen medicamentos como los aminoglucósidos, macrólidos, glicopéptidos, entre otros. Sin embargo, esto no es suficiente y cada vez aparecen nuevos mecanismos que son difíciles de controlar por estos medicamentos (Sussmann, Mattos, & Restrepo, 2006).
R. Vignoli, V. Seija	Principales mecanismos de resistencia antibiótica.	La resistencia bacteriana a los antibióticos es un tema amplio, que puede ser considerado desde distintos ángulos. Queremos resaltar tres perspectivas fundamentales, pues consideramos que el futuro médico debe saber en todo momento a que nos estamos refiriendo en cada uno de ellos, para darle la interpretación correcta a la información que habitualmente les llega a las manos, ya sea a través de las comunicaciones científicas, como de los informes del laboratorio. De este modo podemos referirnos a mecanismos de resistencia individuales, resistencia poblacional y resistencia poblacional en microorganismos que están produciendo una infección. (Vignoli & Seija, 2008).
Fernando Fernández Riverón, Jorge López Hernández, Laida María Ponce Martínez, & Caridad Machado Betarte	Resistencia bacteriana	Se realizó una revisión del grave problema de la resistencia bacteriana y la inquietud que por su causa se tiene en muchos países y en organizaciones internacionales de salud. Se expone el concepto, clasificación y se describen las modalidades genéticas que intervienen en su adquisición y transmisión. Se señalan los complejos mecanismos mediante los cuales las bacterias inactivan los agentes antimicrobianos y se puntualizan las medidas actuales que se consideran más efectivas para la prevención de estas (Fernández Riverón, López Hernández, Ponce Martínez, & Machado Betarte, 2003)

Continuación Anexo 2. Revisión bibliográfica sobre bacterias, resistencia bacteriana, antibióticos y plantas medicinales (Ajo y Cebolla). Alarcón, D. (2019).		
AUTOR	TÍTULO	ANTECEDENTES
García Rico, R O; Herrera Arias, F C.	Evaluación de la inhibición del crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de <i>Allium sativum</i> , <i>Allium fistulosum</i> y <i>Allium cepa</i> : estudio preliminar in vitro.	En este trabajo se evaluó el efecto inhibitorio de los extractos acuosos de <i>Allium sativum</i> , <i>Allium fistulosum</i> y <i>Allium cepa</i> , sobre cinco cepas bacterianas patógenas de relevancia en la industria alimentaria, como son: <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> y <i>Salmonella</i> spp, en donde el extracto de <i>A. cepa</i> mostró una mayor actividad antimicrobiana, en comparación con extractos similares de <i>A. sativum</i> y <i>A. fistulosum</i> . <i>A. cepa</i> demostró poseer un buen efecto antibacteriano sobre las cinco cepas ensayadas y fue el extracto con mejor poder inhibitorio sobre <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> spp., y <i>B. cereus</i> . El extracto de <i>A. fistulosum</i> mostró un bajo efecto antibacteriano, excepto cuando se enfrentó contra <i>S. aureus</i> , y <i>P. aeruginosa</i> , frente a los cuales demostró ser el extracto con mayor efecto inhibitorio. Los extractos de <i>A. cepa</i> y <i>A. fistulosum</i> mostraron un mayor poder antibacteriano que el extracto de <i>A. sativum</i> , en contra de lo que ha sido reportado para <i>A. sativum</i> hasta el momento. Se concluyó que en ninguno de los extractos acuosos ensayados se observó una tendencia de mayor susceptibilidad de las bacterias Gram positivas con respecto a las Gram negativas (García Rico & Herrera Arias, 2007).
José Pedro López Pérez	Observación de la actividad antimicrobiana del ajo ( <i>Allium sativum</i> ) en el laboratorio de Educación Secundaria.	Se llevó a cabo una observación de la actividad antimicrobiana (in vitro) del ajo ( <i>Allium sativum</i> ) en el laboratorio de Educación Secundaria con el fin de explicar y enseñar en el aula sobre la lista de bondades de determinados alimentos, además de comprobar de manera experimental, en el laboratorio, como cierto grupo de éstos llevan a cabo su acción. Por otro lado, busca dar a conocer los aspectos básicos de la microbiología y el cultivo de microorganismos sobre placas de Petri que portan medios sólidos mediante el uso de agar, la bioquímica de las reacciones que se van a presentar una vez analizada la experiencia e, indiscutiblemente, el efecto antimicrobiano de algunos componentes del ajo, por difusión en el medio de cultivo, sobre las bacterias. En este trabajo se concluyó que los compuestos azufrados, muestran actividad similar a la descrita para los antibióticos. Entre el cúmulo de material vegetal y el frente bacteriano se aprecia un halo donde no existe crecimiento microbiano. Es decir, podría calificarse al ajo como un "antibiótico vegetal" (López Pérez, 2011).
Luz Adriana Gutiérrez, Divier Antonio Agudelo	Control del crecimiento In Vitro sobre cepas Gram positivas y Gram negativas productoras de mastitis.	La mastitis es una enfermedad causante de pérdidas, a nivel mundial, especialmente en las regiones con una producción lechera intensiva. Es producida por microorganismos que generan daños en la ubre, generando con el tiempo resistencia bacteriana a la acción de los antibióticos y produciendo infecciones reemergentes. En este trabajo se pretende evaluar el efecto de diferentes concentraciones de monosacáridos y disacáridos en los microorganismos causantes de la mastitis aislando la <i>Escherichia Coli</i> y <i>Staphylococcus Aureus</i> de leches provenientes con vacas con mastitis del municipio de Santa Rosa de Osos. Finalmente se comprobó que los azúcares como sacarosa y glucosa tienen un efecto bacteriostático sobre el crecimiento In vitro de <i>Staphylococcus Aureus</i> y <i>Escherichia Coli</i> en concentraciones superiores al 30% y 35% respectivamente. (Gutiérrez & Agudelo, 2009).
Jhoana P. Romero, A, Eduardo Ibargüen Mondragón	Sobre la resistencia bacteriana hacia antibióticos de acción bactericida y bacteriostática	En este artículo se formula un modelo matemático simple que describe la interacción entre bacterias sensibles y resistentes a múltiples antibióticos de acción bactericida y bacteriostática de forma simultánea, en el supuesto de que la adquisición de resistencia bacteriana se da a través de mutaciones espontáneas y adquiridas por la exposición a diferentes antibióticos. El análisis cualitativo revela la existencia de un equilibrio libre de bacterias, un equilibrio solo con bacterias resistentes y un equilibrio endémico donde coexisten ambas poblaciones de bacterias (Romero A & Ibargüen Mondragón, 2014)
Cristina Eugenia Cabrera, Rommel Fabián Gómez, Andrés Edmundo Zúñiga.	La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación	La resistencia a múltiples sustancias es un problema de salud pública que se viene observando a nivel mundial después de la aparición de los antibióticos. El uso indiscriminado de los antibióticos y la presión selectiva ambiental realizada por antisépticos y desinfectantes ha generado una respuesta de supervivencia en los microorganismos, que los capacita para evadir con eficiencia la acción bactericida de algunos agentes. En la actualidad se intenta dilucidar si hay mecanismos compartidos entre antibióticos, antisépticos y desinfectantes que les permita a las bacterias y otros microorganismos activar genes que potencialmente expresen los cinco mecanismos propuestos hasta ahora como respuesta evolutiva a la intervención humana. La presente revisión examina el estado del arte de los mecanismos mencionados, con énfasis en los que actualmente utilizan las bacterias que causan brotes de resistencia en centros hospitalarios (Cabrera, Gómez, & Zúñiga, 2007).

Continuación Anexo 2. Revisión bibliográfica sobre bacterias, resistencia bacteriana, antibióticos y plantas medicinales (Ajo y Cebolla). Alarcón, D. (2019).		
AUTOR	TÍTULO	ANTECEDENTES
Alfredo Embid	Resistencia de las bacterias a los antibióticos.	Hace una crítica al incremento de la resistencia bacteriana que se ha ido evidenciando desde el origen de los antibióticos (la penicilina) hasta la actualidad, que no solamente se debe al mal uso de los mismos sino al incremento de la ganadería industrial y al también cultivo de las plantas transgénicas (Embid, 2002)
Juan María García Lobo.	Estructura, funcionamiento y significado de los integrones bacterianos.	A lo largo del último cuarto de siglo, la atención de los que nos hemos dedicado al estudio de las bases genéticas de la resistencia a antibióticos en bacterias ha estado fijada en una serie de elementos, que al final han encajado unos dentro de otros como un juego de muñecas rusas. En los años 70 nuestro objeto de deseo eran los plásmidos. A finales de esa década y durante toda la siguiente tuvimos un nuevo sujeto de estudio, los transposones, y en estos momentos el interés de algunos de nosotros se centra en una nueva clase de elementos genéticos, los integrones (Lobo, 2006).
Luis Rodrigo Chalar Vargas, Juan Carlos Moya Mamani, Elmer Vargas Álvarez, Magaly Sejas Rebollo, Betzabe Romero.	Función Antimicrobiana de la Alicina de Ajo en cultivos de <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Escherichia coli</i>	El ajo posee varias virtudes tanto culinarias como farmacéuticas, que despierta gran interés en la medicina natural sobre todo por su actividad antimicrobiana. Por lo que éste estudio pretende evaluar la capacidad antimicrobiana del ajo en cepas bacterianas como: <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Escherichia coli</i> . El presente estudio es de tipo experimental. Se obtuvo la alicina del ajo mediante un proceso de trituración para luego exponer a las tres cepas en tres diferentes concentraciones (0.5, 1,5 y 3 ml) y a partir de ello de determinar su capacidad antimicrobiana. Los resultados evidenciaron que: <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i> se inhibían totalmente a una concentración de 3 mililitros, mientras que <i>Escherichia coli</i> no se inhibió ante ninguna concentración. Concluimos que el campo del estudio de la función antimicrobiana del ajo es amplio y debe profundizarse más su estudio (Chalar Vargas, Moya Mamani, Vargas Alvarez, Sejas Rebollo, & Romero, 2014).
V. Seija, R. Vignoli	Principales Grupos de antibióticos.	Este capítulo se concentrará en algunas generalidades de los antibióticos y luego en las principales características de los grupos de antibióticos más utilizados en la práctica clínica. No es nuestro objetivo sustituir los textos de farmacología, complemento imprescindible para el conocimiento del tema antibióticos. (Seija & Vignoli, 2008).

Anexo 3. Secuencia Didáctica para el desarrollo de las actividades basadas en el ABP. Alarcón, D. (2019).

<b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>1. FORMULARIO VIRTUAL: IDEAS PREVIAS</b>		
<b>TIEMPO</b>	<b>MATERIALES</b>	
1 Sesión (1 Hora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador</li> <li>• Acceso a Internet (<a href="https://forms.gle/7LkWeZcUDT2YVUX49">https://forms.gle/7LkWeZcUDT2YVUX49</a>)</li> </ul>	
<b>2. CASOS CLÍNICOS</b>		
<b>TIEMPO</b>	<b>MATERIALES</b>	
5 Sesiones (1 Hora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente facilita el material de trabajo (Hojas, Esferos, Casos Clínicos). (Ver Anexo 4)</li> </ul>	
<b>3. LABORATORIO 1: INTRODUCCIÓN AL USO DE MATERIALES</b>		
<b>TIEMPO</b>	<b>MATERIALES</b>	
1 Sesión (1 Hora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de Laboratorio (Cajas de Petri, Asas de Siembra, Pipetas Pasteur, Mecheros, Ver Anexo 5).</li> </ul>	
<b>4. LABORATORIO 2: MEDIOS DE CULTIVO Y SIEMBRA CEPA BACTERIANA</b>		
<b>TIEMPO</b>	<b>MATERIALES</b>	
1 Sesión (3 Horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de Laboratorio y Cepa Bacteriana (Ver Anexo 6).</li> </ul>	
<b>5. LABORATORIO 3: EXTRACCIÓN COMPONENTES ANTIMICROBIANOS Y RESISTENCIA BACTERIANA</b>		
<b>TIEMPO</b>	<b>MATERIALES</b>	
1 Sesión (3 Horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de Laboratorio, Ajo y Cebolla (Ver Anexo 7).</li> </ul>	
<p>Las actividades propuestas en la secuencia didáctica son evaluadas mediante una rúbrica elaborada por el autor (Ver Anexo 8).</p>		

Anexo 4. Descripción de los Casos clínicos Alarcón, D. (2019).

NÚMERO DE CASO	DESCRIPCIÓN
1	<p>Paciente femenina de 27 años de edad, natural de la ciudad de Santa Marta y procedente de la ciudad de Bucaramanga en el departamento de Santander, de ocupación ingeniera civil, casada y con 17 semanas de gestación. Llega al centro hospitalario por presentar dolor vaginal moderado, orina con olor fuerte, dolor al orinar y al tener relaciones sexuales. La paciente, por otro lado, manifiesta no haber padecido ninguna enfermedad en la niñez, además menciona que no ha manifestado esos síntomas con anterioridad.</p> <p>En cuanto a la alimentación, no tiene una dieta recomendada y bebe abundantes líquidos.</p> <p>Se solicita realizar unos exámenes de laboratorio: parcial de orina y Urocultivo.</p>
2	<p>Niño de ocho años de edad que asiste a una escuela en el área rural del municipio de Tame en el departamento de Arauca que vive con sus padres, y abuelo paterno, presenta fiebre y orina con frecuencia, hace dos días. La madre del menor manifiesta que el niño nunca ha presentado síntomas similares y en la familia no hay historial de enfermedades hereditarias, además menciona que bebe abundantes líquidos. Se solicitan exámenes de laboratorio: parcial de orina y Urocultivo.</p>
3	<p>Paciente masculino de 19 años de edad, soltero, natural y procedente de la ciudad de Bogotá D.C, de ocupación arquitecto. Asiste al médico general de la EPS tras presentar un cuadro de evolución de 1 semana con dolor al orinar, color turbio de la orina y dolor abdominal fuerte. El paciente informa que no tiene antecedentes de enfermedades hereditarias, además manifiesta que es alérgico a la penicilina y que se ha auto medicado con anterioridad con Vancomicina.</p>
4	<p>Paciente femenina de 60 años, procedente de la ciudad de Medellín, soltera, de ocupación ama de casa. Llega a la sala de urgencias del servicio de medicina para mujeres (nivel II), con sonda vesical y tras presentar fiebre, dolor en la espalda y fatiga. La paciente manifiesta que es diabética y anteriormente padeció de cálculos renales.</p> <p>Se solicita realizar exámenes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imágenes diagnósticas: Tomografía computarizada de abdomen.</li> <li>• Laboratorio: parcial de orina y Urocultivo.</li> </ul>
5	<p>Paciente masculino de 25 años de edad, natural y procedente de la ciudad de Cali, soltero, de ocupación piloto. Asiste a Centro de Salud (nivel II), porque presenta un cuadro febril, dolor abdominal y al orinar. El paciente manifiesta que es homosexual, y no posee antecedentes de enfermedades hereditarias. Se solicita realizar exámenes de laboratorio: Parcial de orina, Urocultivo, estudios serológicos (VIH, Herpes 1 y 2, Sífilis).</p>

Anexo 5. Practica de Laboratorio 1: Introducción al manejo del material de Laboratorio.

## **PRÁCTICA DE LABORATORIO 1: INTRODUCCIÓN AL MANEJO DEL MATERIAL DE LABORATORIO**

### **OBJETIVOS**

- Capacitar a los estudiantes sobre el uso de los diferentes materiales presentes en un laboratorio de microbiología.
- Informar a los estudiantes sobre los procedimientos que pueden generar riesgo, así como dar recomendaciones útiles para trabajar de manera adecuada, ordenada y segura en el laboratorio.

### **MARCO TEÓRICO**

La bioseguridad comprende un conjunto de medidas preventivas que tienen como principal objetivo la protección humana, animal, vegetal y ambiental; por ende, las normas de bioseguridad buscan el cuidado de la salud del personal frente al riesgo que existe al trabajar con diferentes peligros como los agentes biológicos, los microorganismos, incluidos los genéticamente modificados, además de aquellos cultivos celulares que pueden ocasionar infecciones, alergias, entre otras afecciones (Vanegas López, 2015).

Por otro lado, el personal que trabaja en un laboratorio microbiológico está expuesto a diferentes riesgos que ponen en peligro la salud, como lo menciona Vanegas López (2015), los cuales incluyen infecciones por organismos patógenos, contacto con sustancias tóxicas, quemaduras, entre otros. Por consiguiente, es importante tener especial cuidado al realizar procedimientos que desprendan gases o aerosoles que puedan ingresar al cuerpo por inhalación, como la preparación de liofilizados microbianos, abrir tubos de cultivo que tengan presión de aire diferente a la del ambiente, manipular suspensiones de células o virus, macerar tejidos infectados, sacar forzosamente el líquido de una pipeta o jeringa, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior, se deben seguir unas normas básicas de presentación personal para el laboratorio, entre las principales se encuentran el uso del tapabocas, la bata limpia y de mangas largas, no usar ningún tipo de accesorios (joyas, bufandas, etc.), usar uñas cortas, cubrir adecuadamente cualquier tipo de herida que se tenga y en caso de ser un laboratorio de docencia e investigación hacer uso de la norma ISO 17015 (Vanegas López, 2015).

### **USO DE MATERIALES**

Para realizar un uso adecuado de los materiales Vanegas López (2015) menciona aspectos importantes para lograr desarrollar una buena práctica de laboratorio y minimizar los riesgos de contagio al personal que dirige el trabajo práctico, entre los cuales se encuentran:

- Marcar debidamente los medios de cultivo y material de trabajo, principalmente aquellos que contienen organismos patógenos y reactivos tóxicos.
- No tocar y/o aspirar con la pipeta de vidrio los cultivos bacterianos.
- Al tener contacto con un cultivo ya sea por salpicadura o contacto directo, es importante tener presente si la bacteria es patógena y avisar al docente encargado. Ahora bien, si la salpicadura ha caído sobre la piel deberá lavarse con abundante agua.
- En caso de quemadura lavar con abundante agua fría o aplicar hielo en la parte afectada; si se trata de una cortada lavar con abundante agua y jabón, posteriormente aplicar antiséptico y cubrir la herida, avisar al docente encargado para continuar con el procedimiento más adecuado.
- Para desechar el material se deben tener en cuenta lo siguiente:
  - Las cajas de Petri deben estar selladas con una banda de goma con su respectiva tapa.
  - Los tubos deben estar sujetos por una banda elástica y ubicados verticalmente con el fin de evita derrames.
  - El material de desecho debe quedar siempre marcado si se trata de riesgo biológico, ordenado y en los recipientes destinados para esa finalidad.

## **RECOMENDACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

Con el objetivo de reducir las situaciones de riesgo que se está expuesto en el laboratorio seguir las recomendaciones dadas a continuación y las dadas por el docente encargado:

- Guardar libros, morrales y accesorios en los lugares destinados para tal fin (Lockers).
- Conocer los riesgos que implican el equipo y material de trabajo.
- Marcar los cultivos con la fecha, el nombre de la persona que lo trabajó, el nombre científico del organismo y el riesgo biológico que representa.
- Evitar el contacto de las asas de siembra con la mesa, además, al finalizar de utilizarla sumergirla en el desinfectante unos segundos y luego flamearla para evitar la formación de aerosoles.
- Evitar tocarse el rostro con las manos cuando se trabaje con microorganismos.
- No salir del laboratorio antes de terminar el trabajo para evitar dispersar los microorganismos, por lo tanto, no usar la bata fuera del laboratorio.
- No olfatear y/o probar sustancias desconocidas las cuales pueden estar contaminadas con organismos patógenos.
- No llevar nada a la boca (lápices, marcadores, borradores, etc.) mientras se encuentre realizando la práctica de laboratorio.
- Mantener comidas y bebidas fuera del lugar de trabajo.
- Usar pipeteadores, micropipetas. No pipetear con la boca.

## **Bibliografía**

Vanegas López, M. C. (2015). *Guías para el Laboratorio de Bacteriología*. Bogotá D.C: Ediciones Uniandes.

Anexo 6. Práctica de Laboratorio 2: Medios de Cultivos y Siembra Cepa Bacteriana.

## **PRÁCTICA DE LABORATORIO 2: MEDIOS DE CULTIVO Y SIEMBRA CEPA BACTERIANA**

### **OBJETIVOS**

- Conocer los tipos de medios de cultivos más utilizados en bacteriología.
- Aprender las técnicas de preparación de los medios de cultivo.

### **MARCO TEÓRICO**

Cuando se habla de un medio de cultivo en bacteriología, se hace referencia a un sustrato en el cual se cultivan los microorganismos, para ello, debe tener una composición determinada y los nutrientes necesarios que le permitan el crecimiento a los organismos, por ende, existen diferentes tipos de medios de cultivo (Vanegas López, 2015).

Teniendo en cuenta, los componentes necesarios que presenta un medio de cultivo para el crecimiento de una cepa bacteriana deben ser en mayor proporción Carbono (C), Hidrógeno (H<sub>2</sub>), Oxígeno (O<sub>2</sub>) y Nitrógeno (N<sub>2</sub>), en menor proporción elementos como el Azufre (S) y Fósforo (P), y otros elementos como el Hierro (Fe), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), entre otros, los cuales son importantes para el desarrollo de la cepa bacteriana (Vanegas López, 2015).

De acuerdo a lo anterior, los medios de cultivos pueden clasificarse basándose en tres parámetros, los cuales son: 1. La composición, 2. El estado físico y 3. La función, en el primer caso, debido a la naturaleza de las sustancias se puede dividir en sintéticos, que contienen unas condiciones de reactivos, pH regulado, compuestos minerales específicos como carbono y nitrógeno y finalmente factores de crecimiento como las vitaminas, por otro lado, los medios de cultivo semi-sintéticos presentan factores de crecimiento bajo la forma de extracto orgánico como el extracto de levadura enriquecido con vitaminas o el extracto de tejidos y en el caso de los medios empíricos y complejos, se utilizan tejidos vegetales o animales para cultivar cepas bacterianas patógenas para humanos, animales y/o vegetales (Vanegas López, 2015).

A continuación se describen los medios de cultivo de acuerdo con el estado físico en el que se encuentran, siendo así, en primer lugar, el Sólido que tiene como finalidad aislar en una muestra varios microorganismos; cuando se trabaja en un medio semi-sólido se hace para evaluar la motilidad de los microorganismos, mantenimiento de las cepas y propagación de anaerobios; finalmente, si se trabaja con un medio líquido se hace para pre-enriquecimientos y recuperación de microorganismos a partir de una muestra dada (Vanegas López, 2015).

Por otro lado, los medios de cultivo también se pueden clasificar de acuerdo con las funciones que presentan, como por ejemplo si el medio es enriquecido tiene la función de suministrar elementos nutritivos complementarios que permitan el cultivo y mantenimiento de los microorganismos exigentes; el segundo tipo de medio es el selectivo permite evitar el desarrollo de organismos no deseados sin inhibir las que se quieren cultivar o recuperar; y en tercer lugar los medios diferenciales, permiten determinar cambios en el crecimiento, luego de la siembra o incubación, pues se aprecian diferencias entre tipos bacterianos al incorporar al medio algunos reactivos o productos químicos.

## **MATERIALES Y REACTIVOS**

- Agar Nutritivo
- Caldo BHI
- 5 cajas de Petri estériles
- 5 tubos de ensayo
- 2 Erlenmeyer 250mL
- Tapones para los tubos
- Baja lenguas estériles
- Agua destilada estéril
- Cinta indicadora de autoclave
- Estufa o Mechero
- Trípode
- Malla de Asbesto
- Balanza
- Autoclave

## **PROCEDIMIENTO**

1. Calcular el volumen en mililitros del medio requerido.
2. Calcular el peso en gramos del medio necesario para el volumen definido.
3. Pesar la cantidad determinada del medio sólido y adicionarlo al volumen de agua calculado (rehidratar el medio).
4. Disolver calentando, es importante tener en cuenta que solo se calienta lo suficiente para permitir la disolución completa del medio deshidratado.

5. Marcar los Erlenmeyer y tubos con cinta indicadora.
6. Autoclavar de acuerdo con las condiciones especificadas en la etiqueta. El medio sólido se autoclava en Erlenmeyer o frascos especiales con tapa. Los medios en tubos se sirven inmediatamente después de preparados, se taponan y se llevan a autoclavar.
7. Verificar la validación del autoclave.
8. El medio sólido se sirve después de autoclavado en las cajas de Petri estériles, bajo condiciones de esterilidad, idealmente trabajando cerca al mechero o en la cámara de flujo laminar para asegurar la esterilidad.
9. Hacer la prueba de esterilidad a los medios, tomando una unidad de cada medio preparado, y una vez enfriada y solidificada, llevarlos a incubar a 37°C.
10. Observar a las 48 horas y registrar los resultados.

### **Bibliografía**

Vanegas López, M. C. (2015). *Guías para el Laboratorio de Bacteriología*. Bogotá D.C: Ediciones Uniandes.

Anexo 7. Práctica de Laboratorio 3: Extracción de agentes antimicrobianos.

### **PRÁCTICA DE LABORATORIO 3: EXTRACCIÓN DE UNA MEZCLA DE AGENTES ANTIMICROBIANOS Y RESISTENCIA BACTERIANA**

#### **OBJETIVOS**

- Obtención de una mezcla de compuestos químicos antimicrobianos del ajo y la cebolla por el método de maceración en alcohol.
- Evaluar la resistencia de la cepa bacteria *E. coli* frente a los antimicrobianos presentes en el ajo y la cebolla

#### **MARCO TEÓRICO**

El método de extracción por maceración en alcohol, consiste en mantener la planta sumergida en alcohol a la temperatura ambiente, la cual se deja reposar entre 12 a 24 horas según la naturaleza de cada planta. Este procedimiento se puede emplear también cuando los principios activos son alterados por el calor, como ocurre con la Aliina. Por otro lado, se pueden hacer maceraciones con otros líquidos como vino, aceite.

Como lo menciona Saz, (2018), la maceración es un método que es recomendable en casos como:

- Plantas cuyos principios activos se destruyen con el calor.
- Plantas muy ricas en taninos, cuando se toman por vía oral, un exceso de taninos comunica a la infusión un gusto amargo o áspero. Por ende, la maceración permite extraer la mayor parte de los principios activos, dejando los taninos en la planta.

#### **MATERIALES Y REACTIVOS**

- Mortero con pistilo
- Vaso de precipitado
- Pipeta aforada de 10mL
- Papel filtro
- Asas de siembra
- Pipeta Pasteur
- Cajas de Petri
- Ajo
- Cebolla
- Alcohol 5%

## **PROCEDIMIENTO**

1. Colocar las partes a usar (bulbos de ajo o capas de cebolla), con la proporción de alcohol requerido (a la temperatura ambiente), en un recipiente opaco (que no deje pasar la luz).
2. Dejar reposar en un lugar fresco, al abrigo del sol. Remover de vez en cuando.
3. Si la maceración es de partes blandas (hojas, flores, etc.) es suficiente con 12 horas. Si se trata de partes duras (raíces, cortezas, semillas, etc.) hay que esperar 24 horas. Tiempos más largos favorecen la fermentación o el enmohecimiento.
4. Filtrar con papel filtro.
5. Tomar con la pipeta Pasteur el líquido resultante del macerado y adicionar una gota al cultivo de la cepa bacteriana.
6. Esperar 12 horas, observar y registrar los resultados.

## **Bibliografía**

Saz, P. (04 de 04 de 2018). *Fitoterapia y medicina naturista*. Obtenido de [http://www.unizar.es/med\\_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf](http://www.unizar.es/med_naturista/plantas/plantas%20y%20mn.pdf)

Anexo 8. Rúbrica de Evaluación para los problemas asignados. Alarcón, D. (2019).

CRITERIOS	ESCALA DE CALIFICACIÓN				
	5 EXCELENTE	4 SATISFACTORIO	3 MODERADAMENTE SATISFACTORIO	2 SATISFACTORIO CON RECOMENDACIONES	1 NECESITA MEJORAR
TRABAJO COMPLETO Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	Hay evidencia de una comprensión total del problema. Todos los asuntos solicitados se incluyen en la actividad planteada, con una excelente clasificación de la información.	Hay evidencia de una comprensión del problema. Gran parte los asuntos solicitados se incluyen en la actividad planteada, con una buena clasificación de la información.	Hay evidencias parciales de una comprensión del problema. Algunos de los asuntos solicitados se incluyen en la actividad planteada, con una clasificación regular de la información.	Las evidencias señalan poca comprensión del problema. Gran parte de los asuntos solicitados no se incluyen en la actividad planteada y la clasificación de la información no es la adecuada.	No se comprendió el problema presentado y la clasificación de la información no es la adecuada.
EL DESARROLLO DEL PROBLEMA RESULTA CLARO	Demuestra total comprensión del problema y lo expresa claramente.	Demuestra considerable comprensión del problema y desarrolla las ideas para explicarlo.	Demuestra comprensión parcial del problema y no expresa de forma clara las ideas para explicarlo.	Demuestra poca comprensión del problema y las ideas no son claras.	No comprende el problema y no expresa ideas claras sobre el mismo.
SECUENCIA LÓGICA DE LA INFORMACIÓN	Expresa las ideas de manera jerárquica y muy ordenada.	Expresa las ideas de manera jerárquica y ordenada.	Expresa las ideas teniendo en cuenta la jerarquía y medianamente ordenada.	No expresa las ideas teniendo en cuenta la relevancia de la información y lo hace de manera poco ordenada.	No tiene en cuenta la relevancia de la información, y la presenta en forma desordenada.
REDACCIÓN Y ESTRUCTURA	Los párrafos tienen excelente coherencia y cohesión.	Los párrafos tienen buena coherencia y cohesión.	Los párrafos tienen coherencia y cohesión.	Los párrafos tienen poca coherencia y cohesión.	Los párrafos no tienen coherencia y cohesión.
CONCLUSIONES CORRECTAS A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA	Las conclusiones son muy acordes con lo encontrado en la información consultada	Las conclusiones son acordes con lo encontrado en la información consultada	Presenta dificultad al finalizar la idea principal, aun cuando la información es adecuada.	Presenta dificultad al finalizar la idea principal y la información puede ser más concisa.	No consigue finalizar la idea principal y la información no es concisa.
LA BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA FUE SUFICIENTE	La revisión bibliográfica permitió solucionar totalmente el problema.	La revisión bibliográfica permitió solucionar gran parte del problema.	La revisión bibliográfica permitió solucionar parcialmente el problema.	La revisión bibliográfica aportó muy poco a la solución del problema.	La revisión bibliográfica no aportó a la solución del problema.