

**UNIVERSIDAD DE ALMERIA**

**ESCUELA INTERNACIONAL DE MÁSTER**



**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y  
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.**

**Curso académico: 2017/2018**

**Propuesta didáctica sobre la “Resistencia  
a los antibióticos” mediante la enseñanza  
basada en la indagación**

**Didactic proposal on the "antibiotic  
resistance" through inquiry-based  
teaching**

Director:  
Gabriel Aguilera Manrique

Codirectora:  
Lorena Gutiérrez Puertas

Biología y Geología  
Fuensanta Álvarez Quílez

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Análisis del currículo del grado formativo .....	3
<b>3. CONCEPTOS PREVIOS .....</b>	<b>4</b>
3.1. Concepto de antibiótico y quimioterápico.....	5
3.2. Valoración de los antimicrobianos. Antibiograma .....	5
3.3. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida .....	6
3.4. Concepciones alternativas .....	7
<b>4. ENFOQUE DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN LA INDAGACIÓN (IBSE).....</b>	<b>10</b>
<b>5. OBJETIVO DEL TRABAJO FIN DE MASTER .....</b>	<b>12</b>
<b>6. METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
<b>7. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>13</b>
7.1. Objetivos generales.....	13
7.2. Secuencia de actividades .....	14
7.3. Evaluación de la secuencia.....	23
<b>8. REFLEXIÓN PROPIA COMO DOCENTE EN PRÁCTICAS .....</b>	<b>24</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>30</b>
Anexo 1: CUESTIONARIO REALIZADO POR ALUMNOS DE PRIMER CURSO DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE LA RAMA SANITARIA: .....	30
Anexo 2: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE REFLEXIÓN Y AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE:.....	31
Anexo 2: CUESTIONARIO DE AUTORREGULACIÓN DE EMOCIONES. KPSI: .....	32

## RESUMEN

Es un hecho que uno de los problemas de la sociedad de hoy en día es la resistencia de las bacterias frente a los antibióticos debido al uso indiscriminado de los mismos. Con esta propuesta de enseñanza, basada en el método de indagación, se intenta cumplir con la estrategia de formación del Plan Nacional de Resistencia Antibióticos para futuros profesionales del sector sanitario, como son los alumnos de Formación Profesional de Laboratorio Clínico y Biomédico, así como proporcionar una metodología didáctica que acerque a los estudiantes al conocimiento científico del problema de la resistencia frente a los antibióticos, mediante la experimentación, aprendiendo de una manera innovadora conceptos que son difícilmente comprensibles a través de la enseñanza tradicional.

Esta metodología innovadora es la Enseñanza de Ciencias Basada en la Indagación (IBSE), a través de la cual el alumno es capaz comprender fenómenos cotidianos, consiguiendo un aprendizaje duradero y significativo.

## ABSTRACT

It is a fact that one of the problems of today's society is the resistance of bacteria to antibiotics due to the indiscriminate use of such. This proposal of the method of teaching inquiry-based , tries to comply with the strategy of training of the National Plan of Antibiotic Resistance for future healthcare professionals, such as students of vocational training of Laboratory Clinical and Biomedical, as well as providing a teaching methodology which brings to students to the scientific knowledge of the problem of resistance to antibiotics, through experimentation and learning an innovative way of concepts that are difficult to be comprehensible through traditional teaching.

This innovative methodology is the teaching of Sciences based on the inquiry (IBSE), through which the student is able to understand everyday phenomena, achieving a meaningful and lasting learning.

## 1. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se enfrenta a un problema que compromete la eficacia de los tratamientos frente a infecciones en la salud pública y que incluso afecta a la sanidad animal, y que sería la aparición y diseminación de bacterias multirresistentes frente a los antimicrobianos existentes actualmente.

La problemática de la resistencia a los antibióticos es un tema que se aborda a nivel internacional mediante creación, por parte de los países, de paquetes de medidas para luchar contra dicha resistencia.

La Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, ha desarrollado un Plan Nacional de Resistencia a los Antibióticos cuyo objetivo es implementar una serie de estrategias en torno a 6 áreas prioritarias, que serían la comunicación, vigilancia, control, prevención, investigación y formación (PNRA, 2015).

A nivel autonómico, la Consejería de Salud y Bienestar Social y el SAS, a través de la Secretaría General de Salud Pública, Inclusión Social y Calidad de Vida, la Dirección General de Asistencia Sanitaria y Resultados en Salud y la Dirección General de Calidad, Investigación, Desarrollo e Innovación, aprobó en 2013 el programa PIRASOA (Programa integral de prevención, control de las infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria, y uso apropiado de los antimicrobianos).

Uno de los objetivos y estrategias en ambos planes es la formación e información a los profesionales sanitarios.

Dentro de este último punto se encuentra el alumnado de Formación Profesional de la rama sanitaria, y su formación constituye un elemento básico para que se conviertan en profesionales del sector con un conocimiento amplio sobre las técnicas y procedimientos más innovadores.

En este sentido, la educación “tradicional” se ha visto modificada de manera puntual, dotando la formación cada vez más de metodologías basadas en la experimentación.

En el presente documento se presenta una propuesta de enseñanza basada en la indagación sobre la resistencia bacteriana, enmarcada en el módulo profesional de microbiología clínica del Ciclo Formativo Específico de grado superior de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico.

La identificación y utilización de antibióticos adecuados según el tipo de microorganismos sienta las bases de una sociedad responsable en materia de prevención, ya que el problema sanitario que se plantea actualmente es la capacidad de resistencia de las bacterias frente a los fármacos.

Para el logro de dicho objetivo se explica a través de este proyecto, tanto la metodología como el diseño experimental propuesto para un aprendizaje significativo por parte de los alumnos, de lo que es la resistencia a los antibióticos y el papel de estos últimos, promoviendo en los alumnos la capacidad de reflexión sobre la problemática actual y sus consecuencias.

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Análisis del currículo del grado formativo**

Para poder desarrollar la propuesta didáctica de la resistencia bacteriana, dentro del ciclo formativo de grado superior de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico, es necesario hacer una revisión sobre el currículo del citado título.

Según la Orden EDC/1541/2015 de 21 de julio, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico, y en la Introducción de la misma, se deben desarrollar planes de formación, investigación e innovación en el ámbito docente.

En el Anexo I, punto 7 de la citada Orden se establecen los contenidos del módulo profesional de Microbiología Clínica, y en concreto en el apartado e), se fijan las enseñanzas de “Pruebas de sensibilidad antimicrobiana. Antibióticos. Tipos de antibiograma. Resistencia antimicrobiana”

Esto quiere decir que para superar el módulo profesional de Microbiología Clínica, los alumnos tendrán que tener tanto resultados de aprendizaje como evaluación positiva de los temas especificados en el mismo.

En el mismo sentido, la Orden de 28 de octubre de 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico en la comunidad Autónoma de Andalucía, recoge en Anexo I, dentro de los resultados de aprendizaje y criterios de evaluación del Módulo Profesional de Microbiología Clínica, en el punto 5, apartado i), “Se han realizado los estudios de sensibilidad solicitados, en función del tipo de bacteria aislada”.

Dentro del mismo Anexo se desarrollan los contenidos básicos del Módulo Profesional, se concretan como tales “Antibióticos. Resistencia y sensibilidad. Antibiogramas y tipos”.

La asignatura de Microbiología Clínica es el contexto en el que se enmarca la iniciativa objeto de este proyecto. Esta propuesta engloba las enseñanzas establecidas en la legislación a la vez que se manifiesta como una metodología innovadora y con la que se pretende enseñar al alumno mediante el método de indagación, qué es la Resistencia antimicrobiana y cuál es el papel de los antibióticos en dicho proceso.

### 3. CONCEPTOS PREVIOS

Para comprender los conceptos de adecuación de los antibióticos el alumno debe experimentar el hecho de la resistencia a los antibióticos empezando por el entorno más inmediato a él.

El aprendizaje de ciencias basado en la indagación, permite no sólo realizar experimentos en el laboratorio para explicar conceptos, sino que da la posibilidad de exponer el problema y contextualizarlo en la vida diaria, dotando al propio alumno de una visión integral de la problemática actual.

Analizando el aprendizaje que se pretende conseguir con la propuesta objeto de este estudio, es necesario aclarar algunos conceptos que a continuación se definen.

### 3.1. Concepto de antibiótico y quimioterápico

Entendemos por antibiótico aquellas “Sustancia química producida por un microorganismo, que desarrolla una actividad antimicrobiana” (Paredes y Roca, 2004, p.116); por su parte, los quimioterápicos son aquellos “Compuesto obtenido totalmente por síntesis química y que desarrolla actividad antimicrobiana” (Paredes y Roca, 2004, p.116).

Una característica que deben cumplir tanto unos como otros, es la de presentar una toxicidad lo más selectiva posible sobre los microorganismos, afectando poco o nada a las células del huésped.

La “Era de los antibióticos” se considerada iniciada en 1929, cuando Fleming observó en una placa sembrada con *S. aureus* el desarrollo de un hongo contaminante ( *Penicilium notatum* ) que provocaba una inhibición del crecimiento del estafilococo; este hecho permitió la síntesis de la penicilina y, a partir de este descubrimiento, los antimicrobianos han experimentado un desarrollo espectacular. Actualmente, mediante la modificación en la estructura química de estas sustancias, se han conseguido nuevos antibióticos y quimioterápicos más efectivos, con mayor estabilidad, espectro más amplio, más fáciles de absorber a nivel intestinal y con excreción más lenta (Torrades, 2001)

### 3.2. Valoración de los antimicrobianos. Antibiograma

No todos los microorganismos son sensibles a todos los antimicrobianos, además muchos de ellos pueden adquirir diversos tipos de resistencias, con lo que los antimicrobianos se vuelven ineficaces. Por eso, es necesario saber en cada caso cual es el antibiótico de elección y a que dosis debe utilizarse. Para ello se han desarrollado las pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos o antibiogramas.

Estos se realizan para determinar la sensibilidad de los gérmenes a los distintos antibióticos.

### 3.3. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida

Se entiende como Concentración Mínima Inhibitoria (C.M.I.) como “la menor concentración de antibiótico capaz de inhibir el crecimiento de  $10^5$  bacterias en 1 ml de medio de cultivo, tras 18-24 horas de incubación” (Paredes y Roca, 2004, p.117).

Es decir, la C.M.I. sería la concentración mínima del antibiótico capaz de inhibir el crecimiento de una cepa bacteriana dada. Es una unidad cuantitativa y se expresa en  $\mu\text{g/ml}$ .

Para determinar la C.M.I. suele utilizarse un método de dilución en caldo que consiste en preparar una serie de tubos con un caldo de Mueller Hinton (Mueller y Hinton, 1941) que contiene concentraciones progresivas del antibiótico (suelen ser diluciones dobles seriadas). En cada tubo se siembra un mismo volumen de un inóculo estandarizado de bacteria. Se incuban en una estufa y se determina el primer tubo de la serie en que no se observa proliferación bacteriana (no se apreciará turbidez a simple vista). La cantidad de antibiótico en  $\mu\text{g/ml}$  de medio, que contiene dicho tubo, corresponde a la C.M.I. No es una técnica de rutina en la práctica clínica, pero sí de mucho interés en el estudio de la evolución de las resistencias a largo tiempo o en la comprobación de las actividades bactericidas de nuevas sustancias antibióticas.

Junto con la C.M.I. también se puede calcular el efecto bactericida de un antibiótico sobre una bacteria (CMB), que sería “la menor concentración capaz de destruir o matar  $10^5$  bacterias en 1 ml de medio de cultivo, tras 18-24 horas de incubación.” (Paredes y Roca, 2004, p.117).

De igual manera que antes, podemos entender la C.M.B. entonces como la menor concentración de un antibiótico (expresada  $\mu\text{g/ml}$  de medio) que produce la muerte del 99,9% de las bacterias del inóculo original.

Se puede calcular partiendo del mismo método de dilución en caldo, y determinando la proporción de bacterias viables después de 24 horas de contacto con el antibiótico.



### 3.4. Concepciones alternativas

Es un hecho que las experiencias vividas nos dan una serie de conocimientos que en muchas ocasiones configuran nuestra manera de entender e interactuar con nuestro entorno. La aceptación por costumbre de ideas preconcebidas ayuda a explicar fenómenos cotidianos sin pararse a pensar cómo se han adquirido esos conocimientos y la veracidad de los mismos.

Esto es especialmente habitual en el campo de las ciencias, ya que la educación se basa en muchos casos en la “transmisión” de conocimientos y el aprendizaje se produce mediante “un acto de fe”.

Los estudiantes por tanto tienen explicaciones que realmente no coinciden exactamente con los conocimientos científicos y en muchos casos ni siquiera se acercan.

Estos puntos de vista, se denominan concepciones alternativas, preconcepciones o representaciones sociales, “que en su conjunto tienen una función orientadora de la conducta de las personas en su vida cotidiana, y de las formas de organización y comunicación que se dinamizan en las relaciones interpersonales y entre los grupos sociales” (Pulido de Castellanos, 2006, p. 77).

Para averiguar cuáles son estas concepciones alternativas sobre los temas que se derivan de la presente propuesta, se ha desarrollado un cuestionario, que han resuelto 40 alumnos de primer curso de Formación Profesional de la rama sanitaria de los ciclos de Dietética, Laboratorio Clínico y Biomédico y Farmacia y Parafarmacia (Ver Anexo 1)..

El cuestionario consta de dos partes. En primer lugar se plantean 4 preguntas:

- ¿Qué es el Plan Nacional Resistencia Antibióticos?
- ¿Qué es el PIRASOA?
- ¿Qué es un antibiótico?
- ¿Qué es la Concentración Mínima Inhibitoria?

En el caso de la primera pregunta sólo se han obtenido 19 repuestas, que en su mayoría coinciden en que el Plan sirve para concienciar a la población del abuso de los medicamentos, y aunque en algún caso se hace referencia a la resistencia, sólo 4 respuestas hablan de resistencia bacteriana.

Cuando se pregunta “¿Qué es el PIRASOA?” sólo 5 alumnos responden. Dos de ellos indican que se trata de un antibiótico mientras que otros 2 lo asocian a un programa de prevención y control de infecciones. Sólo un alumno lo define exactamente como Programa integral de prevención, control de las infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria, y uso apropiado de los antimicrobianos. Esta última respuesta sería la contestación exacta y sería quizá el cuestionario modelo de alguien, cuya concepción alternativa coincide con la real, si no fuera porque el resto del cuestionario vuelve a las preconcepciones generales, con lo que se puede suponer que la respuesta ha sido “buscada” de antemano.

La pregunta al respecto de los antibióticos ha sido ampliamente contestada pudiendo agrupar las 35 respuestas obtenidas de la siguiente manera:

- 19 repuestas: Es un medicamento que sirve para combatir las infecciones del organismo (en muchos casos “curar las patologías”)
- 16 respuestas: Es un medicamento que mata o elimina bacterias

Por tanto el conocimiento acerca de los antibióticos si se acerca bastante a la realidad, sabiendo que conlleva asociado poder antimicrobiano, aunque incluso para esa concepción se incluye en la respuesta a los virus.

El concepto de Concentración Mínima Inhibitoria, había sido explicado previamente en los ciclos de Laboratorio Clínico y Biomédico y Farmacia y Parafarmacia.

Sin embargo, a pesar de esto sólo contestaron 18 alumnos de los tres ciclos consultados, resultando sólo 9 respuestas correctas.

La concepción alternativa del resto de alumnos que contestaron indica que es la cantidad que el cuerpo necesita para que un antibiótico haga efecto, o que es la cantidad mínima de compuesto que lleva un antibiótico y que inhibe a los virus.

La segunda parte del cuestionario tenía 5 afirmaciones que se debían identificar como verdaderas o falsas, y que están relacionadas con las concepciones previas que tiene la mayor parte de la población según la OMS:

- El antibiótico que elimina más bacterias no es el mejor (VERDADERO)

La mayoría de los alumnos encuestados (24 de ellos), creen que el antibiótico que elimina más bacterias no es el mejor, con lo que se puede deducir que el conocimiento, aunque es básico sobre la acción de los antibióticos, se acerca considerablemente al conocimiento científico. Pero aun así sigue existiendo un alto porcentaje que tiene la creencia de que cuanto más potente es el fármaco y elimina más bacterias mejor es.

Realmente esta afirmación cumplía con dos objetivos.

En primer lugar se intentaba valorar el conocimiento de los alumnos acerca de la acción de un antibiótico frente a las bacterias, pero no es coincidencia la elección de palabras, ya que al no saber cómo definir correctamente “¿Qué es un antibiótico?” de la primera parte del cuestionario, los alumnos se decantaron por responder tal y como se cita en esta afirmación: “elimina bacterias”.

- Las personas que abusan de los antibióticos se vuelven resistentes (FALSO)

Esta es la pregunta más importante del cuestionario ya que coincide con la que se va a proponer en el desarrollo de la propuesta objeto de este documento.

La gran mayoría de los alumnos considera que el abuso de los medicamentos favorece que los individuos se vuelvan resistentes a los mismos.

Aquí aparece el concepto de resistencia, entendido de forma que los individuos no pueden curarse porque la resistencia la desarrollan las personas.

Existe una minoría que también ha contestado que la afirmación es falsa, pero aun así se confirma que el conocimiento del tema es coincidente en alumnos de la rama sanitaria, como el que tiene la mayoría de la gente.

- Siempre que tenemos fiebre hay una infección (FALSO)
- El antibiótico inyectado no es el más eficaz (VERDADERO)

Con estas dos afirmaciones se pretende testar si los alumnos conocen la respuesta del cuerpo frente a problemas diferentes del de una infección como por ejemplo la deshidratación, que

también produce fiebre, o en el caso de que realmente exista una infección como puede tratarse (por ejemplo una infección cutánea).

- La resistencia a los antibióticos no es sólo un problema para las personas que toman antibióticos.

La argumentación de esta pregunta es de suma importancia, ya que en ella se va a apoyar una de las conclusiones de la propuesta didáctica. Se pretende conocer el grado de conocimiento que tienen los alumnos acerca del problema de la resistencia a los antibióticos.

La gran mayoría de alumnos piensan que el “problema de la resistencia a los antibióticos” tiene un gran impacto en la sociedad y no se restringe a las personas que toman medicamentos, aun cuando no son conscientes de los sectores que puede abarcar.

Por tanto son conocedores de que existe un conflicto sin ser conocedores de por qué se da el mismo.

#### **4. ENFOQUE DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN LA INDAGACIÓN (IBSE)**

En los últimos años la investigación de la didáctica ha experimentado un gran desarrollo y se han estudiado nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo la problemática que genera el desinterés de los alumnos frente a las asignaturas de ciencias da lugar a buscar nuevas estrategias de enseñanza de las ciencias.

Por otra parte, tal y como apuntan Pérez Escobar, Martínez Delgado y Hoyos González (2014), los docentes de manera generalizada están dotados de escasa formación pedagógica, de manera que la exposición de los temarios se realiza más de forma intuitiva que investigando la forma de impartirlos.

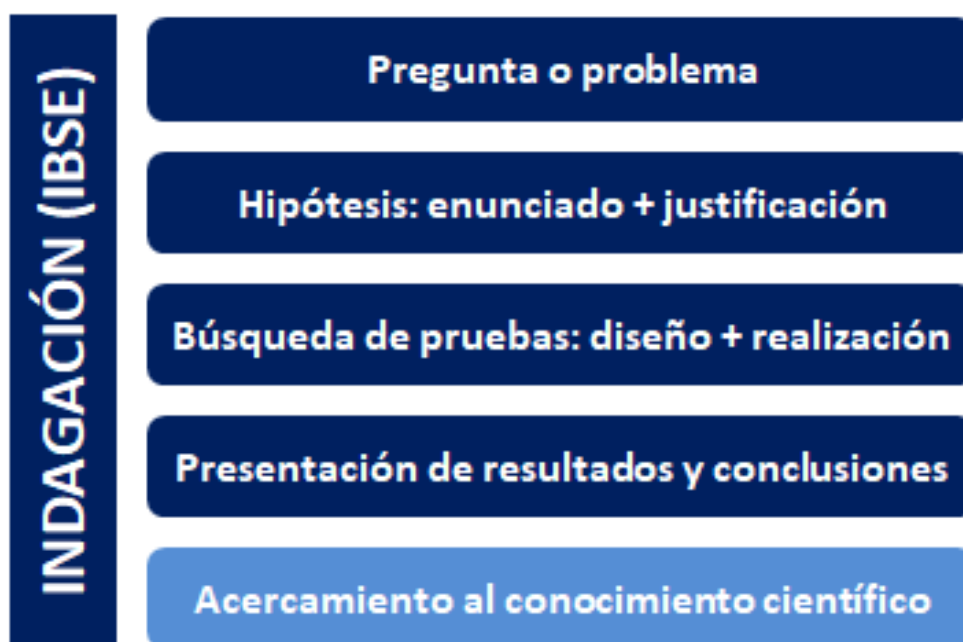
Esto deriva en una enseñanza en la que se realiza un simple traspaso de conocimiento por parte de los profesores y un pobre aprendizaje de los alumnos.

Lederman, Lederman y Antik (2103), afirman que “el conocimiento actual sugiere que la mejor forma de aprender ciencias es a través de la indagación” (p. 142-143) (citado en Romero Ariza, 2017, p.289)

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación permite entender y explica fenómenos cotidianos, acercando el conocimiento a ese entorno cercano de manera que la experimentación le permita aprender y modificar las concepciones alternativas que tenga al respecto de cada concepto explicado, consiguiendo un aprendizaje real y duradero, no basado en la memorización de los conocimientos.

Tanto la discusión de ideas como el trabajo experimental de las secuencias IBSE (del inglés Enseñanza de Ciencias Basada en la Indagación) son actividades fundamentales para la comprensión de los conceptos que se quieren enseñar.

El esquema general de una secuencia de indagación sería (ver esquema 1):



**Esquema 1:** Características secuencia IBSE

Según Martínez-Chico, Jiménez Liso y López-Gay Lucio-Villegas (2014), el enfoque de Enseñanza Basada en Modelos, “pretende promover que los estudiantes se cuestionen sus concepciones sobre los fenómenos en estudio, que diseñen experiencias para la búsqueda de

pruebas con las que contrastarlas y cuestionarlas, y el uso de modelos científicos. De manera que integramos el aprendizaje de contenido científico y epistemológico” (p.150)

Estas premisas son esenciales ya que permiten alcanzar el objetivo que se pretende, que es que los alumnos aprendan determinados conceptos y tenga sentido científico demostrable, de manera que no sea una mera transmisión de conocimientos en sentido “profesor-alumno”, sino un aprendizaje significativo y duradero.

## 5. OBJETIVO DEL TRABAJO FIN DE MASTER

El objetivo del presente Trabajo de Fin de Master es diseñar una propuesta de enseñanza mediante el método de indagación, sobre los antibióticos y la resistencia bacteriana a los mismos, para alumnos de segundo curso de Formación Profesional Específica de Grado Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico, de acuerdo al currículo de dicho Ciclo y teniendo en consideración la estrategia de formación para profesionales de la rama sanitaria, del Plan Nacional de Resistencia a los Antibióticos.

## 6. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el objetivo mencionado anteriormente, los pasos seguidos han sido:

- Revisión bibliográfica relacionada con la enseñanza de ciencias basada en la indagación, las concepciones alternativas respecto de los antibióticos y resistencia bacteriana, la formación sanitaria mediante este tipo de enseñanza y la legislación vigente en materia de educación en la Formación Profesional de la rama sanitaria.
- Estudio de las características de un modelo de indagación desde la aclaración de conceptos hasta el diseño de una secuencia.
- El análisis de la bibliografía se ha realizado a través de las bases de datos DIALNET, SCOPUS, WEB OF SCIENCE y cómo buscador genérico GOOGLE SCHOLAR. Los descriptores para la búsqueda fueron: Enseñanza de ciencias basada en la indagación (Inquiry Based Science

Education), aprendizaje por indagación en microbiología (IBSE Microbiology), enseñanza por indagación y antibióticos (antibiotic inquiry education), concepciones alternativas de antibiótico (alternative concepción of antibiotic), desarrollo currículo laboratorio clínico y biomédico, A. Flemming, Cilinical microbiology, Muller Hinton y antibiograma.

- Criterios de inclusión: artículos de revistas científicas con texto completo de publicación entre los años 2000 y 2018, y aplicando como filtro la restricción del idioma al inglés y español.

- Criterios de exclusión: Artículos que no versaban sobre el tema de análisis

- Se ha realizado un análisis integral del diseño de la presente propuesta mediante un elemento evaluativo de propia construcción a través de un cuestionario realizado por los alumnos de primer curso de tres Ciclos formativos de grado superior de Formación Profesional de la rama sanitaria: Dietética, Laboratorio Clínico y Biomédico y Farmacia y Parafarmacia impartidos en el Instituto de Educación Secundaria Albaida en el mes de mayo de 2018. (ver Anexo 1). También se ha utilizado como recurso evaluativo 2 cuestionarios similares al aportado en una asignatura del Módulo Específico del Máster que cierra este Trabajo, y que constituyen una actividad de reflexión y autorregulación del aprendizaje y emociones (ver Anexos 2 y 3)

## 7. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 7.1. Objetivos generales

A través de una educación basada en el método de indagación, se pretende proporcionar al alumno una formación didáctica que le permita entender de una forma clara y precisa los conceptos de resistencia de las bacterias frente a los antibióticos para educar en la adecuada utilización de los mismos.

La secuencia propuesta trabajará sobre los siguientes aspectos:

- Qué es un antibiótico
- Qué es la resistencia bacteriana
- Qué es la Cantidad Mínima Inhibitoria

- Qué es el Plan Nacional de Resistencia a los Antibióticos
- Qué es el PIRASOA

Estos serían los conocimientos científicos clave que se espera que aprendan los alumnos, además de los cuales se pretende con el método de indagación:

- Motivar al alumno de modo que se mantenga el interés durante el desarrollo de la secuencia
- Inducir la participación de los alumnos a través del debate para que se sientan implicados en el proceso de enseñanza, a la vez que se promueve el trabajo en grupo
- Aprender a argumentar respuestas y justificar sus opiniones
- Acercamiento al conocimiento científico a partir de explicaciones simples y veraces sobre las preguntas planteadas, modificando las preconcepciones erróneas que puedan tener.
- Conseguir un aprendizaje significativo y duradero

## 7.2. Secuencia de actividades

La propuesta didáctica que se presenta, se desarrolla mediante una serie de actividades que conllevan el aprendizaje de los contenidos mencionados y especificados en el currículo del ciclo de Formación Profesional Específica de Grado Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico para alumnos de primer curso, en la asignatura de Microbiología Clínica.

Siguiendo los 5 apartados mostrados en el Esquema 1, que debe tener una secuencia en el método de indagación, podemos agrupar las actividades a realizar de la siguiente manera (ver esquema 2):



ACTIVIDAD	BLOQUE
<b>Actividad A1:</b> ¿Las personas que abusan de los antibióticos se vuelven resistentes a los mismos?	Planteamiento de la pregunta o problema:
<b>Actividad 2:</b> Antibióticos	
<b>Actividad A2.1:</b> ¿ Qué es un antibiótico?	
<b>Actividad A2.2:</b> ¿Para qué sirve?	
<b>Actividad A2.3:</b> ¿Cómo actúa?	Hipótesis: enunciado + justificación
<b>Actividad A2.4:</b> Definición de antibiótico y quimioterápico	
<b>Actividad 3:</b> Formulación de la hipótesis: «Las bacterias se vuelven resistentes cuando se abusa de los medicamentos»	Búsqueda de pruebas: diseño + realización
<b>Actividad 4:</b> Diseño búsqueda de pruebas.	
<b>Actividad 4.1 :</b> Propuestas de experimentos de los alumnos	
<b>Actividad 4.2 :</b> Explicación de un antibiograma	
<b>Actividad 4.3 :</b> Realización de un antibiograma	
<b>Actividad 4.4 :</b> Realización de un antibiograma con bacterias expuestas	
<b>Actividad 4.5:</b> Predicciones de resultados	Presentación de resultados y conclusiones
<b>Actividad 5:</b> Lectura de los antibiogramas y conclusiones	
<b>Actividad 6:</b> Explicación de concepto CMI, PNRA y PIRASOA	Acercamiento al conocimiento científico

**Esquema 2:** Esquema general de actividades

1- Planteamiento de la pregunta o problema:

Se plantea como pregunta fundamental de la actividad formativa “¿Las personas que abusan de los antibióticos se vuelven resistentes a los mismos?”.

La pregunta es planteada a los alumnos al comienzo de la secuencia, de modo que puedan debatirla por grupos.

Este tipo de actuación permite a los alumnos dar su propia opinión respecto de la pregunta formulada, promoviendo la participación y el interés de los alumnos.

Se debe intentar que las respuestas sean justificadas, para fomentar la argumentación científica de las ideas.

Tal y cómo se ha comprobado a través de la encuesta realizada a alumnos de primer curso de varios ciclos de Formación Profesional, la concepción alternativa al respecto, es que las personas que abusan de los antibióticos sí se vuelven resistentes a los mismos.

De esta afirmación que se recogerá entre las diversas respuestas de los alumnos, se formulan nuevas preguntas para observar cuáles son sus ideas previas.

Para dirigir el debate hacia el tema que se quiere explicar en cuestión las preguntas a formular son “¿Qué es un antibiótico?” , “Para qué sirve?” y “¿Cómo actúa?”

Una vez consensuadas las diferentes respuestas en los grupos de trabajo se deben poner en común con el resto de la clase las diferentes respuestas.

El análisis del cuestionario también pone de manifiesto las diferentes opiniones que existen sobre lo que es un antibiótico y cómo actúa.

Es por eso que en este paso aparecen las bacterias, ya que una de las percepciones que se tienen de los antibióticos es que mata o elimina bacterias.

Las respuestas que dan los alumnos deben ser recogidas por el profesor en la pizarra para que todos los alumnos sean conocedores de las demás opiniones además de las propias.

Una vez dadas todas las repuestas se describe lo que es un antibiótico y para qué sirve. Esto sería tal y como se cita en el punto 3.1 del presente documento:

“Sustancia química producida por un microorganismo, que desarrolla una actividad antimicrobiana” (Paredes y Roca, 2004, p.116);

También se describe lo que es un quimioterápico, para poder diferenciar los fármacos “comerciales” de las sustancias antibióticas naturales.

Los quimioterápicos son aquellos “Compuesto obtenido totalmente por síntesis química y que desarrolla actividad antimicrobiana” (Paredes y Roca, 2004, p.116).

Una característica que deben cumplir tanto unos como otros, es la de presentar una toxicidad lo más selectiva posible sobre los microorganismos, afectando poco o nada a las células del huésped.

## 2- Hipótesis: enunciado + justificación

A partir de todas las repuestas recogidas sobre la pregunta “¿Cómo actúan los antibióticos?” y tras la definición real de qué es un antibiótico es decir, como desarrollan la actividad antimicrobiana se deben formular una o varias hipótesis.

En este caso la pregunta inicial iba encaminada a la resistencia bacteriana por parte de los individuos que abusan de los antibióticos, por lo que se debe conectar esa “resistencia de los individuos” con la resistencia bacteriana.

Los alumnos ya saben por la definición de antibiótico, que éste “afecta poco o nada a las células del huésped”. Por lo que un de las hipótesis a contrastar sería, que sí afecta a las bacterias y son estas las que se vuelven resistentes al estar expuestas a los antibióticos.

También se pueden considerar otras hipótesis que los alumnos presenten y justifiquen, ya que el posterior diseño experimental servirá no sólo para verificar la hipótesis real, sino para descartar hipótesis erróneas.

Pero como la finalidad de la secuencia es demostrar el desarrollo de la resistencia bacteriana, esta hipótesis debe estar recogida como una de las que se formulen.

Por lo tanto la hipótesis que se formula podría ser:

LAS BACTERIAS SE VUELVEN RESISTENTES CUANDO SE ABUSA DE LOS MEDICAMENTOS

### 3- Búsqueda de pruebas: diseño + realización:

En esta actividad los alumnos deberán diseñar algún método que les permita probar su hipótesis. Para ello y también por grupos se trabajará en las diferentes alternativas que cada uno presente.

Estos diseños deben nuevamente ser puestos en común para poder debatir cuál sería el mejor método para descartar o aceptar la hipótesis.

Llegados a este punto de la secuencia, se debe explicar lo que es un antibiograma y para qué sirve.

Esta explicación la realiza el profesor de manera que los alumnos comprendan cuál es el procedimiento de realización con el fin de llevarla a cabo como diseño experimental, para ver realmente cómo funcionan los antibióticos.

Al tratarse de alumnos de segundo curso de Laboratorio Clínico y Biomédico, y siendo las sesiones de la asignatura de Microbiología clínica, estos son capaces de entender las condiciones en las que debe realizarse un cultivo bacteriano.

Como diseño experimental finalmente se propone realizar un antibiograma, que tal y como se cita en el punto 3.2 de este documento es una prueba de sensibilidad antimicrobiana.

Para la presente propuesta la cepa bacteriana elegida es *Klebsiella* inocua, utilizando como antibiótico la amoxicilina con ácido clavulánico.

La elección del antibiótico se realiza en base a que es un antibiótico común, el cual ha podido ser utilizado por los alumnos en alguna ocasión y por tanto es un elemento conocido que permite acercar al alumno a su entorno como es el objetivo del método de indagación.

Tal y como Boronat Gil y López Pérez (2011) describen “el microorganismo deberá inocularse en la superficie de una placa de agar, sobre la cual se colocarán discos impregnados con una concentración conocida de antibiótico. Las placas se incubarán durante 15 horas a 35 °C.

Durante la incubación, el antibiótico difundirá radialmente desde el disco a través del agar de cultivo, por lo que su concentración irá disminuyendo a medida que se aleja del disco.” (p.354)

En su texto, Boronat Gil y López Pérez (2011), explican que debe aislarse y cultivarse previamente el microorganismo, en este caso *Klebsiella*, preparando un inóculo con 2 o 3 colonias del mismo en solución salina estéril.

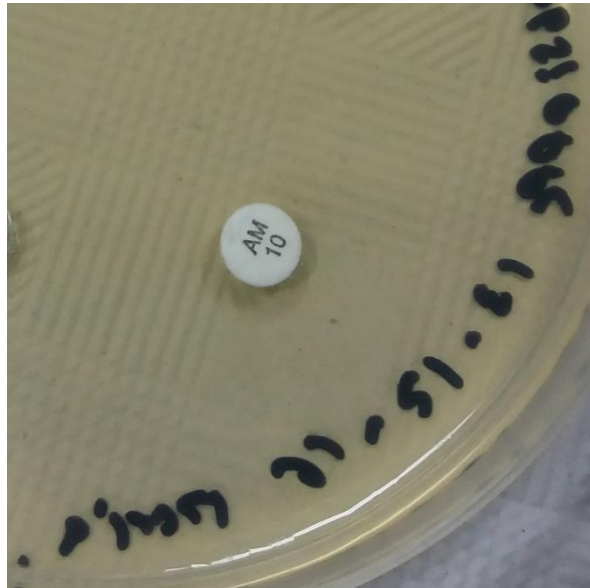
Después se inocula la superficie de una placa de agar Mueller-Hinton (Mueller y Hinton, 1941) con el hisopo pasándolo uniformemente por toda la superficie en tres direcciones. Dejar secar 5 minutos (ver figura 1).



**Figura 1:** Preparación del inóculo y extensión sobre placa de agar Mueller Hinton

Colocar los discos de antibióticos sobre la superficie del agar utilizando unas pinzas estériles y apretándolos suavemente sobre la superficie del agar, o con un dispensador de discos. Los discos no deben estar a menos de 15 mm de los bordes de la placa y lo bastante separados entre ellos para que no se superpongan las zonas de inhibición.

Los alumnos deben colocar dos discos en cada placa de agar Mueller-Hinton (ver figura 2). Uno en blanco y otro con antibiótico.



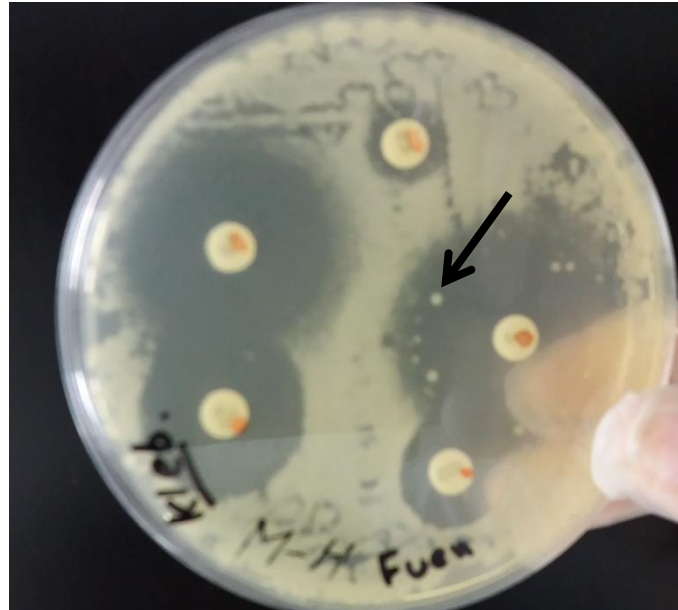
**Figura 2:** Disco de Amoxicilina sobre placa de agar

Después de incubación a 37°C durante 24 horas se observan los resultados.

Los alumnos deben hacer sus propias predicciones sobre los resultados que pueden obtener.

Para poder hacerlas se les debe introducir el concepto de sensibilidad y resistencia de manera que puedan entender los resultados que van a obtener.

Si aparece un halo de inhibición alrededor del disco, esto indica que la bacteria es sensible al antibiótico, es decir el antibiótico hace efecto. Pero también puede ocurrir que aparezcan colonias aisladas dentro del halo, que indicaría que existe alguna colonia resistente (ver figura 3).



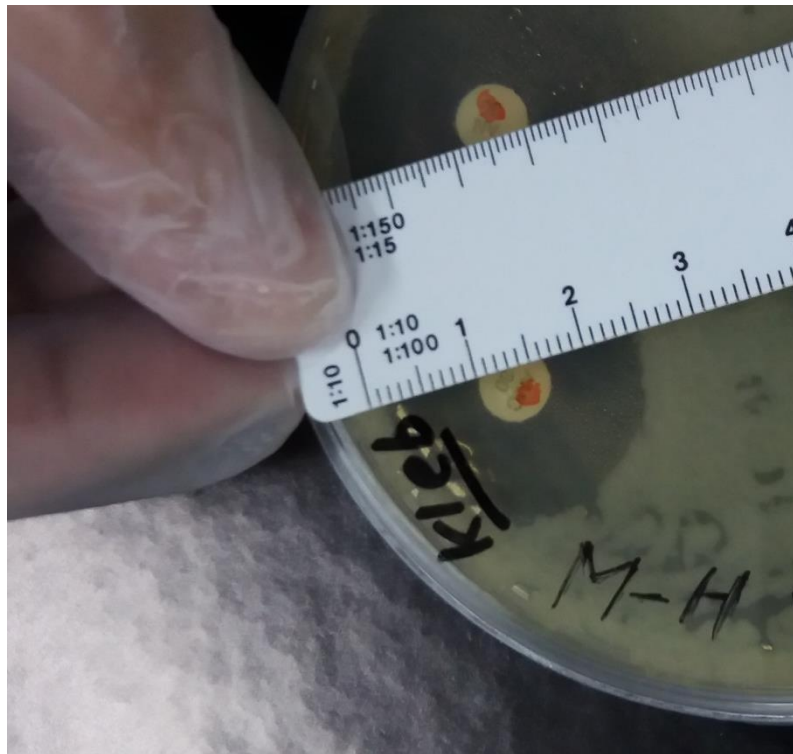
**Figura 3:** Resultados de antibiograma de varios antibióticos en *Klebsiella* y colonias resistentes en un halo. (flecha)

El siguiente paso sería la repetición del proceso, es decir, la nueva inoculación en una nueva placa de agar Mueller-Hinton, y también con los dos discos de antibióticos, pero en este caso las bacterias que se van a sembrar son las que están dentro de los halos de inhibición (resistentes) o en el borde del halo.

Las primeras placas deben guardarse en un frigorífico para evitar la proliferación de las bacterias y las segundas, con las que estamos repitiendo el proceso deben ser incubadas también durante 24 horas a 37°C.

#### 4- Presentación de resultados y conclusiones:

Para analizar los resultados, habría que medir el diámetro de los halos de inhibición de las placas que incubamos por primera vez, y las placas con las que se repitió el proceso (ver figura 4).



**Figura 4** :Medición del halo de inhibición de Klebsiella frente a amoxicilina-clavulánico en un antibiograma

En el segundo caso, las bacterias que son inoculadas ya han estado expuestas a los antibióticos, por lo que el halo de inhibición será menor

Esto indicaría que LA BACTERIA EXPUESTA AL ANTIBIÓTICO HA ADQUIRIDO RESISTENCIA, con lo que quedaría demostrada la hipótesis de que LAS BACTERIAS ADQUIEREN RESISTENCIA AL EXPONERSE A LOS ANTIBIÓTICOS.

##### 5- Acercamiento al conocimiento científico

Antes de terminar la secuencia se debe realiza una reflexión sobre los datos obtenidos y como se ha ido desarrollando todo el proceso.

Esto es importante puesto que los conocimientos adquiridos deben acercar al alumno a una apreciación más amplia sobre los antibióticos y su uso, por lo que en este último bloque de la secuencia se explica al alumno el concepto de Concentración Mínima Inhibitoria.

Los alumnos han aprendido como la exposición de las bacterias a los antibióticos realmente desarrolla la adaptación de las mismas volviéndose resistentes. La explicación de lo que es la CMI, implica que los estudiantes comprendan mejor la necesidad de que la cantidad que debe



administrarse de antibiótico debe ser la adecuada para cada tipo de bacteria y la mínima posible para que desaparezca la patología, de manera que el uso no sea indiscriminado y se evite en la medida de lo posible la proliferación de bacterias resistentes.

Además, en el sentido de acercar al alumno al conocimiento científico se la debe hacer partícipe de lo que es el Plan Nacional de Resistencia a los Antibióticos y lo que es el PIRASOA, de manera que se sientan integrados en la estrategia de formación de ambos planes, como futuros profesionales sanitarios.

Para la implementación de la secuencia será necesaria una hora lectiva para la realización del bloque 1. Para las actividades 3, 4.1, 4.2 y 4.3 hacen falta 2 horas consecutivas, de igual manera que para las actividades 4.4 y 4.5, y 5 y 6. Pero debido al tipo de diseño experimental que hay que hacer, deben pasar al menos 24 horas entre las actividades 4.3 y 4.4, y entre las actividades 4.5 y 5.

### 7.3. Evaluación de la secuencia

La evaluación de la secuencia no se va a realizar en base a una puntuación según nivel de conocimiento adquirido. En realidad se busca con la evaluación saber si se han cumplido los objetivos planteados al realizarla, tanto el aprendizaje de las ideas clave como los criterios relacionados con el método de indagación.

También se analizan las emociones sentidas durante el desarrollo de la secuencia.

Para las evaluaciones conceptuales se utiliza un cuestionario en el que el alumno puntúa del 1 al 5 sus conocimientos antes de la secuencia y después de la secuencia para cada una de las actividades (Ver Anexo 2).

Para la evaluación de las emociones, se utiliza un cuestionario denominado KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory), en el que se valoran las emociones sentidas durante cada actividad. (Ver Anexo 3).

Ambos cuestionarios son los que se han utilizado en la asignatura Enseñanza y aprendizaje de Biología y Geología, del Módulo Específico del Master, para la evaluación y análisis de las secuencias expuestas durante el periodo de Prácticas.

Con éste cuestionario se puede “medir” el interés que les puede despertar una nueva forma de enseñar cómo es la de la enseñanza de ciencias mediante indagación.

El tema de la resistencia a antibióticos se plantea hoy en día como un tema cercano y cotidiano, ya que como se ha comentado en varias ocasiones en este trabajo, es un problema presente en la sociedad.

Con esta metodología se enseña cómo realmente el uso de los antibióticos agrava el problema y demuestra que la exposición de las bacterias a los mismos provoca que se vuelvan resistentes. Es una manera de explicar cómo funciona nuestro entorno y como interaccionamos con él, que es lo que se pretende con el método de indagación.

Al evaluar las emociones durante el desarrollo de la secuencia, se comprueba la implicación de los alumnos en la explicación y la participación desde la pregunta inicial, hasta la conclusión final.

Una respuesta de emociones positivas (interés, concentración, satisfacción, confianza) hace pensar que efectivamente la manera de enseñar los conocimientos no es simplemente una transmisión de los mismos como ocurre con la enseñanza “tradicional”.

## 8. REFLEXIÓN PROPIA COMO DOCENTE EN PRÁCTICAS

Mi experiencia en el centro donde he realizado las prácticas ha sido muy buena y he podido aprender mucho más de lo que había pensado.

He podido observar como la educación tradicional, o lo que es lo mismo, la mera transmisión de conocimientos, incidía en el aburrimiento generalizado de la clase y la desgana a la hora de realizar los ejercicios propuestos.

Esta situación conlleva además la insatisfacción por parte del profesorado, ya que los resultados de las evaluaciones son bastante negativos.

Es importante transmitir las ideas claves de una manera clara y precisa y detallar lo que se le pide al alumno.

A raíz de mi intervención en el desarrollo de una secuencia de indagación (“El garbanzo ¿es un ser vivo?”) he constatado la importancia que tiene que se implique a los alumnos en el proceso y se atiendan sus opiniones y argumentaciones, ya que eso despierta el interés y les motiva para aprender sobre lo que se está tratando.

Esto me ha llevado a reflexionar sobre la metodología de enseñanza actual y cómo tiene que cambiar el punto de vista del profesorado a la hora de impartir sus clases.

Es importante no sólo dominar el tema que se trabaja en clase, sino que además hay que prepararlo bien con antelación de modo que esté justificada cada una de las explicaciones, y si también se puede utilizar un modelo basado en la indagación, los resultados del aprendizaje son mejores.

Esta experiencia me ha llevado a diseñar la propuesta del presente documento, ya que el desarrollo de una sola secuencia sirvió para que durante la intervención intensiva posterior los alumnos estuviesen pendientes esperando “una nueva manera de enseñar”, diferente a la habitual de sus profesores.

Considero importante dar explicación a los fenómenos de actualidad a la vez que se “cubre” el currículo del curso.

La asignatura pendiente de la educación creo que es por tanto un cambio en la docencia, que se debe dar a todos los niveles, quizá empezando por la formación de los docentes, como ha sucedido en mi caso con la realización del presente Máster.

Considero que esta propuesta, aunque aún no ha sido implantada, puede aportar a los alumnos un conocimiento preciso de la problemática existente sobre la resistencia a los antibióticos.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Córdoba, L. M. y Luciano, M.I. (2013). Proyecto: una mirada de la relación entre los aspectos microbiológicos [sic] y la educación para la salud orientada a profesores de ciencias biológicas. *A tu Salud*, (83-84), 16-21. Recuperado de <http://www.alezeia.org/listado-de-revistas/374-nº-83-84-año-xxii-octubre-diciembre-2013.html>
- Couso, D. (2014). *De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica*. APICE: XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Recuperado de <http://www.apice-dce.com/?q=taxonomy/term/7>
- Llamas Company, I., Martínez-Checa Barrero, F., González Domenech, C.M., Ferrer Moreno, M.R., del Moral García, A., Béjar Luque, V., y Quesada Arroquia, E. (2010). Nueva estrategia docente: la enseñanza de la microbiología a través de su historia. *Ars pharmaceutica*, 51 (Extra 1), 511-518. Recuperado de <http://0-farmacia.ugr.es.almirez.ual.es/ars/pdf/491.pdf>
- López Contreras, J.A. (2015). *En la guerra de las bacterias el antibiótico es el rey: Una propuesta de indagación para la enseñanza de la Microbiología en 2º curso de Bachillerato* (Trabajo Fin de Máster), Universidad de Granada, Granada. Recuperado de [http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/38928/1/LopezContreras\\_2015\\_TFM\\_Propuesta\\_indagacion\\_microbiologia\\_2B.pdf](http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/38928/1/LopezContreras_2015_TFM_Propuesta_indagacion_microbiologia_2B.pdf)
- 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*, 8 (Extra 4), 491-494. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2743/2391>
- López Pérez, J.P. y Boronat Gil, R. (2011). El antibiograma. Un recurso en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8 (3), 353-357. Recuperado de [http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/14399/1\\_Lopez\\_Boronat\\_2011.pdf?sequence=7](http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/14399/1_Lopez_Boronat_2011.pdf?sequence=7)

- Martínez Chico, M., Jiménez Liso, M.R y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (1), 149-166. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/920/92032970006.pdf>
- Mueller, J. H. y Hinton, J. (1941). A Protein-Free Medium for Primary Isolation of the Gonococcus and Meningococcus. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 48 (1), 330-333. [doi:10.3181/00379727-48-13311](https://doi.org/10.3181/00379727-48-13311)
- Navarro Risueño, F., Miró, E. y Mirelis Otero, E. (2010) Lectura interpretada del antibiograma de enterobacterias. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 28 (9), 638-645. Recuperado de [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet? f=10&pidet\\_articulo=13184029&pidet\\_usuario=0&pcontactid=&pidet\\_revista=28&ty=100&accion=L&origen=elsevier&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=28v28n09a13184029pdf001.pdf](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet? f=10&pidet_articulo=13184029&pidet_usuario=0&pcontactid=&pidet_revista=28&ty=100&accion=L&origen=elsevier&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=28v28n09a13184029pdf001.pdf)
- Ohl, C.A. y Luther, V.P. (2014). Health Care Provider Education as a Tool to Enhance Antibiotic Stewardship Practices. *Infectious disease clinics of North America*, 8 (2), 177-193. Recuperado de [https://www.id.theclinics.com/article/S0891-5520\(14\)00014-2/fulltext](https://www.id.theclinics.com/article/S0891-5520(14)00014-2/fulltext)
- Orden ECD/1541/2015, de 21 de julio, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico, BOE núm. 180. (2015).
- Orden de 28 de octubre de 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico, BOJA núm.233. (2015).
- Paredes, F. y Roca, J.J. (2014). Acción de los antibióticos: perspectiva de la medicación antimicrobiana. *Offarm: farmacia y sociedad*, 23, (3), 116-124. Recuperado de <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-accion-los-antibioticos-perspectiva-medicacion-13059414>
- Pérez Escoba, R., Martínez Delgado, C.M. y Hoyos Gonzales, A.J. (2014). Recursos didácticos para la enseñanza de la microbiología. Una propuesta para la formación docente.

*Praxis*, 10, 78-90. Recuperado de <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/praxis/article/view/1360>

Picazo, J.J. (2000). Recomendaciones de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. En J.A. García Rodríguez, R. Cantón, J. E. García Sánchez, M. L. Gómez-Lus, L. Martínez Martínez, C. Rodríguez-Avial y J. Vila (Coords.), *Procedimientos en Microbiología Clínica* (11). Recuperado de [http://www.coesant-seimc.org/documents/MétodosBásicos\\_SensibilidadAntibióticos.pdf](http://www.coesant-seimc.org/documents/MétodosBásicos_SensibilidadAntibióticos.pdf)

Plan Nacional Resistencia Antibióticos. (21 de septiembre de 2015). En *Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios*. Recuperado el 10 de febrero de 2018 de <https://www.aemps.gob.es/publicaciones/publica/plan-estrategico-antibioticos/home.htm>

Programa integral de prevención, control de las infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria, y uso apropiado de los antimicrobianos. (14 de enero de 2014). En Servicio Andaluz de Salud. Recuperado el 10 de febrero de 2018 de [http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/contenidos/gestioncalidad/piraso/ProgPIRASOA\\_20140404.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/contenidos/gestioncalidad/piraso/ProgPIRASOA_20140404.pdf)

Pulido de Castellanos, R. (2006). Representaciones sociales acerca de los microorganismos en estudiantes de Licenciatura en Biología. *Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, (19), 77-79. doi: <http://dx.doi.org/10.17227/ted.num19-1044>

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 286–299. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3335>

Torrades, S. (2001). Uso y abuso de los antibióticos. *Offarm*, 20 (8), 82-93. Recuperado de <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-uso-abuso-los-antibioticos-13018370>

Williams, M.A., Friedrichsen, P.J., Sadler, T.D. y Brown, P.J.B. (2018). Modeling the Emergence of Antibiotic Resistance in Bacterial Populations. *The American Biology Teacher*, 80 (3), 214–220. doi: <https://doi.org/10.1525/abt.2018.80.3.214>

## 10. ANEXOS

### Anexo 1: CUESTIONARIO REALIZADO POR ALUMNOS DE PRIMER CURSO DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE LA RAMA SANITARIA:

#### CUESTIONARIO ANÓNIMO

CURSO:

¿Qué es el Plan Nacional Resistencia Antibióticos?

|

¿Qué es el PIRASOA?

¿Qué es un antibiótico?

¿Qué es la Concentración Mínima Inhibitoria?

Responde si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas (V o F):

- El antibiótico que elimina más bacterias no es el mejor
- Las personas que abusan de los antibióticos se vuelven resistentes
- Siempre que tenemos fiebre hay una infección
- El antibiótico inyectado no es el más eficaz
- La resistencia a los antibióticos no es solo un problema para las personas que toman antibióticos



**Anexo 2: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE REFLEXIÓN Y AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE:**

<b>Actividad de reflexión y autorregulación del aprendizaje</b>		
1 No sé nada    2 Sé un poco    3 Lo sé bien    4 Lo sé muy bien    5 Puedo explicárselo a un amigo/a		
<b>ANTES DEL TEMA</b> 1 2 3 4 5	<b>CONOCIMIENTO SOBRE....</b>	<b>DESPUES DEL TEMA</b> 1 2 3 4 5
	Las personas que abusan de los antibióticos se vuelven resistentes a los mismos	
	Definición y función de un antibiótico y un quimioterápico	
	Formulación de la hipótesis: «Las bacterias se vuelven resistentes cuando se abusa de los medicamentos»	
	Proponer experimentos para demostrar la hipótesis	
	Utilidad de antibiograma	
	Realización de antibiograma	
	Predicción de resultados	
	Lectura de antibiograma	
	Concepto CMI	
	Concepto PNR	
	Concepto PIRASOA	

**Anexo 2: CUESTIONARIO DE AUTORREGULACIÓN DE EMOCIONES. KPSI:**

<b>Autorregulación de emociones. KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory)</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>EMOCIONES SENTIDAS EN CADA ASPECTO</b>
Las personas que abusan de los antibióticos se vuelven resistentes a los mismos	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Definición y función de un antibiótico y un quimioterápico	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Formulación de la hipótesis: «Las bacterias se vuelven resistentes cuando se abusa de los medicamentos»	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Proponer experimentos para demostrar la hipótesis	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Utilidad de antibiograma	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Realización de antibiograma	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Predicción de resultados	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Lectura de antibiograma	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Concepto CMI	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
Concepto PNR	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...

Concepto PIRASOA	<input type="checkbox"/> Rechazo <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Satisfacción <input type="checkbox"/> Inseguridad <input type="checkbox"/> Interés <input type="checkbox"/> Confianza <input type="checkbox"/> Insatisfacción <input type="checkbox"/> Vergüenza <input type="checkbox"/> Aburrimiento Porque...
------------------	--