



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



Elaboración y evaluación de la efectividad del *Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico* como apoyo en el aprendizaje en Microbiología médica en los alumnos de QFB de la FES Zaragoza

Tesis para obtener el título de
Química Farmacéutico Biológica

Presenta:

Andrea Soto Domínguez

Director de Tesis

Q.F.B Manuel Orduña Sánchez

Asesores de Tesis

Q.F.B Alicia Cabrera Aguilar

Q.F.B José Óscar González Moreno

Ciudad de México, 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Q.B.P Domingo Sánchez Francia, Q.F.B Raúl Estévez Pérez y al Q.F.B Carlos Alberto González Ramírez por su valiosa colaboración al haber proporcionado la materia prima (18 especies bacterianas) para este trabajo.

Dedicatoria

Con cada paso que doy y veo a mi alrededor me doy cuenta que cada vez somos más, gracias a la guía, apoyo y estímulo inagotable de mis amados padres, al cariño de mi hermano menor, la alegría de mis estimados amigos, los buenos deseos y consejos de mis familiares, la sabiduría y compromiso de mis distinguidos profesores así como el compromiso de los alumnos que participaron en mi proyecto, gracias a todos ustedes he llegado a este momento que hace algunos ayer parecía tan distante y por ello les dedico esta tesis.

Contenido

Introducción	1
Marco teórico	2
1. Microbiología médica	2
1.1 Definición de Microbiología	2
1.2 Origen de la Microbiología médica.....	2
1.3 Impacto social de la Microbiología médica	3
1.4 Diagnóstico.....	3
1.5 Importancia del material didáctico en Microbiología médica.....	4
2. Material didáctico.....	5
2.1 Definición	5
2.2 Funciones	5
2.3 Componentes estructurales	6
2.4 Clasificación	7
2.5 Evaluación	8
2.6 Relevancia del material didáctico	12
3. Material a evaluar: manual	12
3.1 Definición	12
3.2 Características	12
Planteamiento del problema	14
Hipótesis	15
Objetivos	16
General.....	16
Particulares.....	16
Metodología	17
Tipo de estudio	17
Participantes	17
Criterio de inclusión, exclusión y eliminación	17
Variables	18
Prueba estadística	18

Recursos.....	18
Método	25
Resultados	26
a) Elaboración del Manual.....	26
b) Evaluación del material didáctico	28
Paso 1. Comprobación de normalidad para t de Student muestras relacionadas	28
Paso 2. Aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas.....	29
Paso 3. Aplicación de la prueba Wilcoxon.	31
Paso 4. Comprobación de supuestos para ANOVA: normalidad y homocedasticidad.....	32
Paso 5. Aplicación de ANOVA de un factor.	33
Paso 6. Aplicación de la prueba Kruskal-Wallis	34
Paso 7. Interpretación de gráficos	36
Paso 8. Determinación de la mejoría de los grupos.....	38
Discusión	39
1. Características del material didáctico	39
2. Influencia del material didáctico sobre el aprendizaje en Microbiología médica.	40
3. Análisis comparativo del rendimiento académico del alumnado por grupos	41
Conclusiones	44
Referencias	45

Introducción

El alumno de noveno semestre del área terminal Bioquímica Clínica de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza no solo se enfrenta a un nuevo semestre sino también al último para su formación profesional en la licenciatura. Uno de los módulos impartidos es el de Microbiología médica, un módulo teórico-práctico que complementa e integra conocimientos y habilidades para que el alumno sea capaz de resolver problemas de salud.

Debido a que el contenido del módulo es bastante amplio y la duración del semestre corta, los alumnos deben investigar varios temas a la vez tanto para esclarecer dudas del tema visto como para revisar puntos clave del siguiente tema de clase y de esa manera comprender lo que los profesores pretenden enseñar. Sin embargo, no todas las fuentes de consulta (libros, revistas, internet, etc.) proporcionan información específica, entendible, completa, etc., por lo que frecuentemente el alumno invierte más horas en la búsqueda que en comprender el tema, lo que provoca inconscientemente que los estudiantes se bloqueen en la adquisición del conocimiento por la gran cantidad de información, pues resulta difícil en su momento digerirla totalmente; desencadenando problemas en el aprendizaje reflejado en su rendimiento académico. Por lo tanto, una estrategia a esta problemática es la utilización de material didáctico, que son recursos elaborados a partir de las necesidades de un grupo específico permitiendo facilitar el aprendizaje de algún tema, asignatura, módulo, etc.

Un buen material didáctico no es aquel que tiene un diseño bonito sino aquel que logra cumplir con los objetivos para lo que fue hecho. Por esta razón, es necesario determinar la efectividad del manual elaborado como material didáctico de apoyo en el aprendizaje en Microbiología médica, específicamente, respecto a la identificación fenotípica de algunas bacterias de importancia clínica. Cabe mencionar, este material no pretende sustituir al profesor, sino apoyar al alumno con los temas que en este material se abordan, generando un mejor aprendizaje en el módulo.

Marco teórico

1. Microbiología médica

1.1 Definición de Microbiología

La Microbiología es el estudio de microorganismos, aquellos que son unicelulares (células individuales), multicelulares (colonias celulares) o acelulares. La microbiología abarca numerosas subdisciplinas que incluyen virología, parasitología, micología y bacteriología. En términos simples, es la ciencia que estudia seres vivos muy pequeños, cuyo tamaño se encuentra por debajo del poder resolutivo del ojo humano (1).

1.2 Origen de la Microbiología médica

Los inicios de la Microbiología se remontan desde las épocas de Babilonia y el antiguo Egipto, sin embargo, dado que antiguamente los seres humanos no sabían que existían organismos microscópicos, se considera que la Microbiología comenzó sólo un par de siglos atrás de nuestra época, con la invención del microscopio por Leeuwenhoek (1632-1723). En particular, la aparición de la Microbiología médica como ciencia especializada fue a finales del siglo XIX. Si bien, muchos personajes antes e incluso simultáneamente al tiempo del científico alemán Robert Koch (1843-1910) hicieron contribuciones extraordinarias a la Microbiología, en definitiva, los trabajos de Koch permitieron establecer a la microbiología médica sobre firmes bases científicas. Específicamente, Koch logró el aislamiento de varias bacterias patógenas incluida la de la tuberculosis, también fue capaz de demostrar el principio de especificidad del agente infeccioso expresando que cada enfermedad infecciosa está causada por un tipo de bacteria diferente. Como resultado, se convirtió en el iniciador de la bacteriología médica moderna y fue galardonado con el premio Nobel. Por supuesto que, después de Koch hasta nuestros días siguen surgiendo investigadores interesados en estudiar a estos microorganismos (bacterias, hongos, parásitos, virus) y su relación con enfermedades infecciosas que hoy día siguen causando la muerte (1).

1.3 Impacto social de la Microbiología médica

La población siempre se ha encontrado en constante peligro, no obstante, actualmente han aumentado la existencia de factores de riesgo de gran importancia para enfermedades infecciosas emergentes como son: inmigración, alimentación en masa, xenotrasplantes, resistencia a antimicrobianos, zoonosis, turismo, ideologías en contra de la vacunación, etc. Así, por ejemplo, una infección que antes era aparentemente menor después pudiera convertirse en letal como consecuencia ante la carencia de fármacos eficaces para combatirla. Carencia debida a que la industria farmacéutica tiene que desarrollar nuevos medicamentos con suficiente rapidez para sustituir a los que han dejado de ser eficaces por la resistencia a antimicrobianos. De modo que, es necesario y urgente implementar medidas para erradicar o controlar determinadas enfermedades transmisibles. Gracias al enorme progreso de la Microbiología ahora posee un papel valioso en el control de la enfermedad, para ser más específicos, con un diagnóstico rápido y sensible, nuevos antimicrobianos y nuevas vacunas (1).

1.4 Diagnóstico

Un elemento fundamental en el diagnóstico es la identificación de los agentes infecciosos en el laboratorio ya sea clínico, microbiológico, u otro. Esta identificación surge de la información científica relacionado con las características metabólicas, fisiológicas y genéticas de los microorganismos obtenida a través de una secuencia de diversos sucesos (2).

- I. Fase pre-analítica
 - Selección de muestra adecuada
 - Toma de muestra adecuada
 - Transporte y conservación
 - Identificación adecuada
- II. Fase analítica
 - Exámenes directos: puede implementarse o no montajes para microscopía, frotis, tinciones.
 - Cultivos: selección de medios, inoculación e incubación.
 - Sistemas de identificación definitiva: pruebas bioquímicas, serológicas, genéticas, etc.

- Interpretación de los resultados de los sistemas de identificación
- III. Fase post-analítica
- Preparar informe final y enviar al consultorio médico, clínica u hospital.

Específicamente, la identificación de las especies bacterianas dentro de las ciencias básicas aplicadas a las ciencias de la salud, se realiza convencionalmente a través tinciones, de cultivos y pruebas bioquímicas (3).

El principal reto del diagnóstico microbiológico en el futuro continuará siendo la identificación rápida y eficaz porque de ello depende la prescripción de un tratamiento específico que permitirá un uso racional de los antimicrobianos y limitará el desarrollo de resistencias, así mismo, los enfermos dejarán de ser una amenaza de contagio para el resto impidiendo la aparición y difusión de brotes y epidemias (1).

1.5 Importancia del material didáctico en Microbiología médica

En todo proceso de enseñanza-aprendizaje las estrategias que se utilizan tienen un papel importante en la obtención de los objetivos. Un tipo de estrategia es la implementación de material didáctico, como instrumento que ayudará a promover el aprendizaje (4,5).

Por lo tanto, la impartición de los materiales didácticos en Microbiología médica beneficiará a los alumnos, puesto que son los medios y recursos que auxilian al simplificar la comprensión de los contenidos, ya que explican e ilustran el tema, propiciando la atención y facilitando la comunicación e interacción entre el profesor y el alumno, dando valor agregado al aprendizaje (6).

La necesidad del conocimiento y profundización de Microbiología médica en la educación superior constituye un factor clave para la puesta en marcha de procesos necesarios en el enfrentamiento a los desafíos del mundo existente (6).

2. Material didáctico

2.1 Definición

Debido a la controversia generada por los autores, no existe un término unívoco acerca de lo que es material didáctico, debido a la utilización de términos como: material, apoyo, recurso, medio, auxiliar didáctico etc., como sinónimos y otros señalan diferencias entre los términos, así que, conviene establecer un lenguaje común, por lo tanto en este escrito, se entenderá por material didáctico al instrumento, físico como virtual, elaborado especialmente para facilitar la enseñanza-aprendizaje, el cual se caracteriza por despertar el interés del estudiante adaptándose a sus características, por facilitar la labor docente y, por sencillo, consistente y adecuado a los contenidos (7).

2.2 Funciones

Independientemente del material didáctico que se utilice, éste siempre va a apoyar el contenido de alguna asignatura o temática. Pueden tener diversas funciones; entre ellas se destacan como más habituales las siguientes (7, 8, 9):

- Proporcionar información: ofrecer información relevante para que el receptor pueda comprenderla con mayor facilidad, prácticamente todos los medios didácticos proporcionan explícitamente información por ejemplo: libros, videos, programas informáticos, etc.
- Guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje: el contenido que presenta debe estar sincronizado con los temas de la asignatura permitiendo distinguir puntos específicos y su continuidad, promueven la anticipación y la relación por semejanza, como lo hace una antología o un libro de texto por ejemplo.
- Contextualizar: al incluir imágenes u objetos favorecen al estudiante a relacionar lo que se le está explicando, se aproxime a la realidad, por ejemplo imágenes de lugares en donde no ha estado.
- Acercar las ideas a los sentidos: debido a la diversidad de los materiales didácticos éstos pueden ser percibidos por los distintos sentidos (tacto, olfato, gusto, vista), lo cual es un gran apoyo para que los estudiantes puedan vincular la información

de una manera más personal, y en algunos casos llegar a relacionar con experiencias, y así lograr que los aprendizajes sean significativos.

- Motivar a los estudiantes: despertar la curiosidad, creatividad, entre otras habilidades, que le permite a los alumnos prestar mayor atención en los contenidos que se abordan.
- Evaluar: determinar los conocimientos y las habilidades que se tienen. La corrección de los errores de los estudiantes, a veces se realiza de manera explícita (como en el caso de los materiales multimedia que tutorizan las actuaciones de los usuarios) y en los otros casos resulta implícita ya que es el propio estudiante quien se da cuenta de sus errores (como pasa por ejemplo cuando interactúa con una simulación).
- Proporcionar un entorno para la expresión y creación: permitir la comunicación entre el docente y los estudiantes mediante la creación de un ambiente educativo agradable y libre de tensiones para que el alumno tenga un mejor desenvolvimiento en el proceso formativo, por ejemplo los procesadores de textos o los editores gráficos informáticos, que permiten la realización de resúmenes, reseñas, ensayos, etc.

2.3 Componentes estructurales

Se pueden identificar los siguientes elementos (10):

- Sistema de símbolos: son los distintos medios textuales, icónicos (imágenes, dibujos) (11), sonoros (música, voces) que permiten la expresión de emociones, información, etc.
- Contenido: relacionado con la información y el estilo en que se presenta, por ejemplo como organizadores previos al introducir temas (analogías), preguntas y ejercicios para relacionar los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos, simulaciones para la experimentación, resúmenes y los organizadores gráficos (esquemas, cuadros sinópticos, diagramas de flujo, etc.).
- Plataforma tecnológica: que sirve de soporte y actúa como instrumento de mediación para acceder al material.

- Entorno de comunicación: está integrado por dos sistemas, los cuales se distinguen por la dirección en que se facilita la transmisión de información, es decir, de programa-usuario o usuario-programa (videoconferencia, ponencias, etc.).

2.4 Clasificación

Los materiales didácticos se pueden clasificar en relación con el grupo al que se refiere, con respecto a la edad y las características del estudiante, los conocimientos previos del estudiante, las destrezas a adquirir por éste, al tipo de material, al nivel de dificultad, tipo de contenido y los objetivos perseguidos por el programa de estudio (7).

Algunos criterios utilizados en la clasificación de tipos de material son los siguientes: el usuario (profesor-alumno, ambos); por durabilidad (permanente, desechable); por el uso o utilización (individual, general, común); por la propiedad (del estudiante, del maestro, de la escuela); por la coherencia con la asignatura (matemáticas, biológicas, sociales, socioeconómicas); por la adecuación a la metodología (ampliación, recuperación, de reposo); por el origen (tradicional, audiovisual, tecnológico), etc. (7), siendo más frecuente encontrar de éste último criterio propuestas de clasificación como a continuación se presenta.

Cuadro 1. Clasificación del material didáctico según Moreno.

TIPOS	EJEMPLOS
Soporte impreso	Libros de divulgación, de consulta, de información y de actividades, de actividades diversas; cuadernos de ejercicios, autocorrectivos; diccionarios, enciclopedias; carpetas de trabajo, folletos, guías, catálogos, etc.
Técnicas blandas	Pizarras, rotafolio, paneles, carteles, franelogramas, dioramas, etc.
Audiovisuales y medios de comunicación	-Sistema de audio: reproducción, grabación, radio, televisión, vídeo. -Imagen: fotografía, diapositivas, retroproyección, vídeo, televisión, cine. -Sistemas mixtos: prensa escrita, fotonovelas, fotorrelatos, tebeos, carteles, diaporamas.
Sistemas informáticos	Paquetes integrados (procesadores de texto, bases de datos, hojas de cálculo, presentaciones, etc.), programas de diseño y fotografía, hipertextos e hipermedia, sistemas multimedia, sistemas telemáticos, redes, internet, correo electrónico, chat, videoconferencia, etc.

Fuente: Moreno I. La utilización de medios y recursos didácticos en el aula, 2004. Disponible en: <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1K2WRYPDP-8HX9V-13SZ/LA%20UTILIZACION%20DE%20MEDIOS%20Y%20RECURSOS%20DIDACTICOS%20EN%20EL%20AULA.pdf>

Cuadro 2. Clasificación del material didáctico según López.

TIPOS	EJEMPLOS
Impresos	Libros de texto, cuadernos de ejercicios, manuales
Equipos	Grabadora, televisión, radio
Material manipulable	Globos terráqueos, microscopios, instrumentos de medición, maquetas y modelos físicos.
Audiovisuales e informáticos	Software educativo, animaciones, simuladores, calculadoras, presentaciones, enciclopedias digitales.

Fuente: López O. Medios y materiales educativos, Facultad de ciencias Histórico Sociales y Educación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 1981. Disponible en: <http://writer.zoho.com/public/adrysilvav/los-medios-y-materiales-educativos-2/noband>.

Cuadro 3. Clasificación de materiales didáctico de acuerdo a Marqués.

TIPOS	EJEMPLOS
Materiales convencionales	-Impresos (textos): libros, fotocopias, periódicos, documentos... -Tableros didácticos: pizarra, franelograma... -Materiales manipulables: recortables, cartulinas
Materiales audiovisuales	-Imágenes fijas proyectables (fotos): diapositivas, fotografías... -Materiales sonoros (audio): casetes, discos, programas de radio... -Materiales audiovisuales (video): películas
Nuevas tecnologías	-Programas informáticos (CD u on-line) educativos: presentaciones multimedia, simulaciones interactivas... -Servicios telemáticos: páginas web, weblogs, correo electrónico, foros, etc.

Fuente: Marqués P. Los medios didácticos, 2000. Disponible en: <http://peremarques.pangea.org/medios.htm>

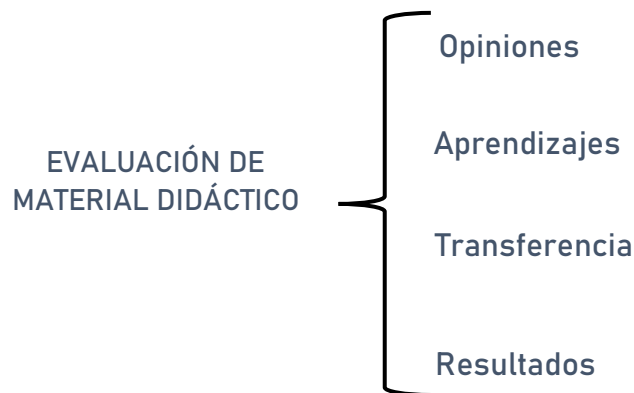
2.5 Evaluación

Evaluar significa estimar en qué medida el elemento evaluado tiene características que se consideran deseables y que han sido especificadas a partir de la consideración de unos criterios (12).

La evaluación de materiales didácticos se puede hacer por diversas razones, por ejemplo, las instituciones educativas evalúan los materiales con la finalidad de obtener materiales adecuados a las necesidades específicas de su plan de estudios, modelo educativo o enfoque teórico-metodológico. Como resultado se genera una amplia variedad de indicadores que permiten evaluar la calidad de estos recursos, entre ellos están los psicológicos, pedagógicos, técnicos, etc. (10,13).

La evaluación puede realizarse por distintos profesionales de acuerdo a su rol frente a los recursos educativos. Los evaluadores pueden ser especialistas informáticos, especialistas disciplinares, especialistas pedagogos, docentes, alumnos, entre otros. Esta diversidad se debe a que cada uno de ellos tiene puntos de interés a evaluar. Adicionalmente, la evaluación requiere recursos económicos, personal y tiempo para recabar información, procesarla y analizarla (12).

Para Ogalde (12) después de implementar el material, debe hacerse una evaluación para determinar su efectividad como solución al problema o necesidad inicial. Su propuesta consiste en considerar cuatro aspectos o niveles relacionados con el producto: la opinión de los usuarios sobre el material, el aprendizaje logrado a través del material, la transferencia del aprendizaje ligado a través del material y, finalmente, los resultados generados por el material con respecto al problema que dio origen a su elaboración (12,14):



Una vez realizada la evaluación sumativa, se aplican medidas estadísticas apropiadas con el propósito de analizar los resultados y tomar decisiones consecuentes como corregir o diseñar y crear mejores materiales.

2.5.1 Aspectos a evaluar

Se puede trabajar con un solo aspecto pero entre más se incluyan es mejor para que la evaluación cubra más características. No es necesario seguir el mismo orden presentado en el siguiente cuadro (12).

Cuadro 4. Aspectos a evaluar en un material didáctico.

Aspecto	Descripción
1.Opiniones	<p>Se refiere a lo que los usuarios opinan sobre el material, específicamente a:</p> <ul style="list-style-type: none">• Presentación• Organización• Contenido• Interactividad• Uso de medios• Retroalimentación• Logro de objetivos• Otros rubros <p>Para la recolección de opiniones se elaboran cuestionarios, los cuales son contestados por los usuarios, quienes han interactuado con el material un tiempo considerable. Sin embargo, este tipo de evaluación es incompleta porque únicamente considera el punto de vista o percepción de los usuarios acerca del material.</p>
2. Aprendizaje	<p>Se basa en el aprendizaje obtenido con y sin el material. Es decir, evaluar los conocimientos o habilidades determinados en el objetivo, mediante la aplicación de exámenes, algunos de estos dos tipos de pruebas son las siguientes:</p> <p>Pre-test/post-test: evalúa los conocimientos o habilidades antes y después del uso del material. Se calcula entonces el promedio y la desviación estándar de los datos obtenidos antes y después del uso del material. Con los resultados se hace la comparación estadística que permite evaluar el aprendizaje.</p> <p>Grupo experimental/Grupo control: esta prueba es más complicada que la anterior porque deben contarse con grupos de usuarios similares cuya única diferencia sea la exposición al material, es la mejor forma de determinar estadísticamente los beneficios del material en cuanto al aprendizaje. En este caso se toman los promedios y desviaciones estándar de cada uno de los grupos.</p>
3.Transferencia	<p>Consiste en analizar como asimila esos nuevos conocimientos el individuo, es decir facilitan o dificultan una nueva tarea o situación.</p> <p>La medición de la conducta o actitudes, por lo general, se efectúa a través de observación y/o entrevista y cada uno de ellos requiere del desarrollo de un instrumento de medición. Se recomienda realizar estas mediciones antes y después del uso del material, de manera que puedan establecerse comparaciones válidas.</p>
4.Resultados	<p>Muchas veces el objetivo de aprendizaje está estrechamente relacionado a la solución de una problemática de una organización o empresa, decir, las circunstancias que se verán modificadas por el aprendizaje. Por ejemplo, en algunas industrias la capacitación puede impedir que los trabajadores tengan lesiones graves. Entonces, puede medirse si ocurre una disminución sensible de estos eventos, posteriormente a la aplicación del material.</p>

Fuente: Ogalde I, González M. Nuevas tecnologías y educación: diseño, desarrollo, uso y evaluación de materiales didácticos; 2008. Disponible en: https://www.academia.edu/3334283/Nuevas_Tecnolog%C3%ADas_y_Educaci%C3%B3n._Dise%C3%B1o_desarrollo_uso_y_evaluaci%C3%B3n_de_materiales_did%C3%A1cticos

2.5.2 Momentos evaluativos

La finalidad (el para qué) permite la elección de los criterios, los instrumentos, los momentos evaluativos, etc. y con ello la toma de decisiones. Los momentos evaluativos o tipos de evaluación son los siguientes (15):

1.-Diagnóstica: se realiza con el fin de pronosticar; tiene como función la de conocer y valorar los conocimientos previos de los alumnos. Se aplica al inicio de un período académico (grado, curso o unidad de trabajo).

2.-Procesual o formativa: permite conocer y valorar el grado en que se van logrando los objetivos previstos y permite detectar dificultades, bloqueos, etc. y sus posibles causas con la finalidad de modificar y perfeccionar sobre la marcha todo aquello que no se ajuste al plan diseñado o se aleje de las metas previstas. Esta evaluación se realiza durante las acciones de enseñanza-aprendizaje.

3.-Término o sumativa: tiene lugar al finalizar un proceso de enseñanza-aprendizaje y su principal propósito es el de determinar el grado de dominio ejercido por el alumno en un determinado aspecto del curso.

2.5.3 Instrumentos de evaluación

Se entiende por instrumentos a las herramientas empleadas en las actividades de evaluación, son bastante diversos y su elección dependerá de diferentes hechos, como son: los objetivos que se persiguen, la experiencia del evaluador, el contexto de evaluación. Existe una amplia gama de instrumentos, los más utilizados son (16):

- Cuestionarios y escalas de opinión y valoración
- Entrevistas
- Observación
- Medidas fisiológicas
- Grupos de discusión o debate
- Diseño técnico de los programas

A menudo el instrumento preferido es la aplicación de cuestionarios a alumnos ¿quién más puede informar sobre la calidad del material didáctico y sugerir mejoras, si no es que el propio sujeto al que va dirigido?

2.6 Relevancia del material didáctico

El material didáctico relevante es un factor importante en el aprendizaje del alumno, a su vez considera tres aspectos claves de relevancia: 1) que el material trate sobre temas interesantes; 2) que trate sobre la realidad fuera del aula, y además; 3) que trate sobre algo que sea útil para el futuro (17).

3. Material a evaluar: manual

Cada tipo de material didáctico tiene características específicas como: contenido, estructura, intencionalidad, formato, y demás (18), mismas que pueden ser utilizadas para determinar su efectividad en el logro de aprendizaje. Es por ello que a continuación se exponen los principales aspectos correspondientes a un manual.

3.1 Definición

Aunque se mantiene una relativa ambigüedad en su definición, si se podría establecer un conjunto de características básicas sobre lo que se debe entender por este término. Precisamente, los manuales didácticos son un tipo particular de obra escrita destinada a auxiliar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se les denomina didácticos porque fueron diseñados con la finalidad de enseñar, no porque se encuentren en una escuela ni porque el título del material lleve el adjetivo didáctico, escolar u otro parecido (19, 20, 21).

3.2 Características

Los manuales han sufrido modificaciones de acuerdo a las necesidades educativas modelando el contenido y la estructura de los manuales de una determinada manera. Un aspecto distintivo es la estructura de un manual, la cual se caracteriza por la forma de

presentar y organizar el contenido textual que atiende a una combinación de elementos entre los que sobresalen (22, 23, 24):

- a) Agrupación temática como lecciones, temas, unidades y actividades.
- b) Diferentes tipos de letras, párrafos numerados y epígrafes resaltados.
- c) Formas específicas de expresión literaria como son las definiciones, explicaciones, demostraciones, preguntas y respuestas, diagramas, etc.
- d) Orientación al lector mediante el uso de ejemplos, ejercicios, problemas, cuestiones o actividades.

En general, la estructura de un documento educativo suele ser similar a la siguiente, aunque no siempre se requieren todos los elementos (13):



Se sugiere que el material contenga, por lo menos, los siguientes elementos: título, índice, presentación, introducción, desarrollo de temas y subtemas (unidades), fuentes documentales y otros como anexos, formatos, etc. (25).

Planteamiento del problema

El módulo de Microbiología médica tiene como objetivo que el alumno de noveno semestre de Bioquímica Clínica de QFB de la FES Zaragoza sea capaz de evaluar los análisis microbiológicos en diferentes muestras clínicas para diagnosticar las enfermedades infecciosas más importantes en México causadas por bacterias, microorganismos de transición y hongos; conocimientos que serán requeridos para tomar y ejecutar decisiones de alto riesgo, que pueden comprometer la integridad de las personas, del medio ambiente, de la sociedad. Por ello, las universidades deben formar profesionales capaces de desempeñar adecuadamente sus funciones.

No obstante, los resultados del aprendizaje y la calidad del mismo no siempre son los esperados. Las causas de problemas de aprendizaje en alumnos son múltiples pero para este estudio se eligió la falta de recursos específicos, que refuercen los conocimientos adquiridos y brinden información necesaria y aplicable a Microbiología médica, lo que conlleva a la búsqueda de temas en un mar de información que puede ser confusa y difícil de comprender o ser abordada de forma superficial.

Por consiguiente, un aporte a la solución de la problemática de aprendizaje de Microbiología médica es el material didáctico titulado *Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico*, cuyo formato es del tipo visual-texto para permitir al alumno tomarse el tiempo necesario para comprender, releer y relacionar ideas; con información sintetizada y organizada para su fácil asimilación; así como un diseño sencillo, colorido, ilustrativo para mantener el interés del alumno; y con ello incrementar las posibilidades de una mejor oportunidad de aprendizaje para realizar una identificación bacteriana confiable que conlleva a diagnósticos rápidos, certeros y tratamientos más eficaces para tratar patógenos que amenazan la salud pública.

Para determinar la efectividad del manual como material de apoyo al aprendizaje en Microbiología médica se aplicará un examen antes (Prueba1) y después (Prueba2) de la implementación del material a alumnos de diferentes semestres de QFB, cuyos resultados se examinarán mediante un análisis estadístico descriptivo e inferencial.

Hipótesis

Si el Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico es un material didáctico útil para el módulo de Microbiología médica, entonces al aplicar a los alumnos de séptimo, octavo y noveno semestre de la carrera de QFB de la FES Zaragoza la Prueba 1 antes de proporcionar el material didáctico y la Prueba 2 una semana después de entregado, se espera que los resultados del post-test sean superiores a los resultados del pre-test, puesto que el material recibido por los alumnos ha mejorado su aprendizaje.

Objetivos

- General

Determinar la efectividad del Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico como apoyo para el aprendizaje en Microbiología médica en estudiantes de séptimo, octavo y noveno semestre de la carrera de QFB de la FES Zaragoza.

- Particulares

1. Elaborar el Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico.
2. Determinar el desempeño de los grupos en cada prueba.
3. Comparar el rendimiento académico entre los grupos.
- 4.-Determinar el orden de mejora de los grupos.

Metodología

Tipo de estudio

La presente investigación corresponde a un estudio observacional, prolectivo/prospectivo por la recolección de datos con los cuestionarios (sin base de datos), longitudinal por las dos mediciones (antes y después del material), comparativo (tres diferentes semestres).

Participantes

La población se conforma de alumnos que cursaban séptimo, octavo o noveno semestre de la Licenciatura en Química Farmacéutico Biológica del semestre 2019-2 (Enero-Junio 2019) y en el semestre 2020-1 (Agosto-Diciembre 2019), específicamente por alumnos de séptimo semestre inscritos en el módulo de Microbiología General II, alumnos de octavo semestre inscritos en el módulo Microbiología médica de Farmacia Clínica y alumnos de noveno semestre inscritos en el módulo de Microbiología médica de Bioquímica Clínica.

Aunque el material fue diseñado para alumnos de noveno semestre de Bioquímica Clínica, la razón para incluir a los alumnos de séptimo y octavo semestre ha partido de la idea de que ya han cursado Microbiología General I, es decir, se seleccionaron porque se asemejan a la muestra inicial (noveno semestre), que a pesar de ser un semestre superior al estar iniciando el semestre los alumnos aún no han adquirido los conocimientos que podrían presentar una diferencia significativa en comparación al conocimiento adquirido al finalizar el semestre.

Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

1. Inclusión: Alumnos inscritos que presentaron ambas pruebas.
2. Exclusión: Alumnos inscritos que solo hayan presentado solo una prueba.
3. Eliminación: Alumnos no inscritos.

Variables

- Independiente: Manual (material didáctico)
- Dependiente: aprendizaje

Prueba estadística

Los datos obtenidos se analizarán mediante la prueba t de Student para dos muestras relacionadas para determinar la efectividad del manual.

Por otro lado, también se utilizará ANOVA de un factor para comparar el aprendizaje en entre los tres semestres.

Recursos

Material a evaluar: Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico.

Instrumentos de evaluación: se aplicaron dos cuestionarios denominados Prueba 1 (pre-test) y Prueba 2(post-test).

Los cuestionarios fueron revisados por el director de tesis y asesor, cuyo perfil profesional y área de dominio está relacionado con la Microbiología, evaluaron críticamente los reactivos y sugirieron algunos ajustes, los cuales se realizaron antes de aplicarlos.

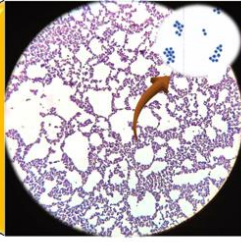
Como se aprecia a continuación ambos cuestionarios tienen cuatro secciones: *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas aeruginosa* y Familia *Enterobacteriaceae*.

La Prueba 1 integrada por 56 reactivos va acoplada a una presentación de PowerPoint y cuya respuesta debe ser escrita por el propio alumno, para permitir conocer cuánto recuerda o sabe al comenzar en materia de Microbiología, es decir, los conocimientos previos.

Por otro lado la Prueba 2, es de opción múltiple, integrada por 37 reactivos, utiliza las mismas bacterias e información que la primera prueba pero modificando la pregunta y el orden para demostrar que el alumno está utilizando lo aprendido y no memorizando.

Staphylococcus aureus

DIAPOSITIVA 2/14



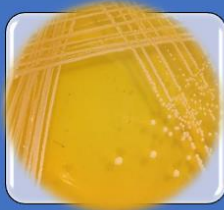
MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

- Gram:
- Agrupación:



MORFOLOGÍA MACROSCÓPICA EN ASC 5%

- Tipo de hemólisis:
- Pigmento característico:

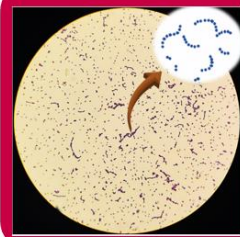


MEDIO DIFERENCIAL

- Nombre:
- Interpretación:

DIAPOSITIVA 4/14

Streptococcus spp



MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

- Gram
- Agrupación

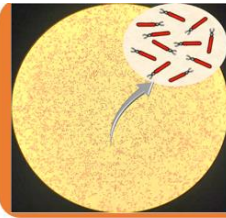


PRUEBA DE CATALASA (Selección primaria)

- Resultado
- Mencione 3 precauciones al realizar la prueba.

Pseudomonas aeruginosa

DIAPOSITIVA 7/14



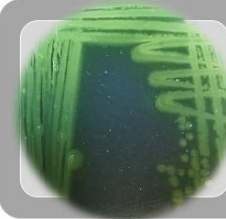
MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

- Gram
- Forma
- Tipo de flagelos



Agar MacConkey

- Fundamento
- Resultado

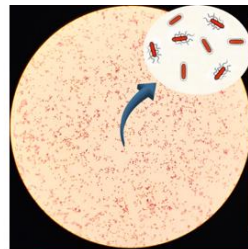


Agar Cetrimida

- Fundamento
- Pigmento exclusivo de *P. aeruginosa*

Familia *Enterobacteriaceae*

DIAPOSITIVA 9/14



MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

- Gram
- Forma
- Tipo de flagelos



Agar MacConkey

- Clasifique las siguientes bacterias como Fermentadores de Lactosa "FL" o No fermentadoras de lactosa "NFL"
Escherichia coli, *Shigella* spp, *Salmonella* sp, *Klebsiella pneumoniae* y *Serratia marcescens*.



Prueba de oxidasa (Selección primaria)

- Resultado de la familia *Enterobacteriaceae*
- Mencione 2 géneros de bacilos Gram negativos que dan positivo a esta prueba.



PRUEBA 1

NOMBRE: _____ GRUPO _____ CALF. _____

Instrucciones: Conteste apoyándose de la presentación, cuando se le pida "Interpretación" o "Resultado" contestar de acuerdo a la bacteria de la sección correspondiente.

Staphylococcus aureus

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

1. Gram: _____
2. Agrupación: _____

MORFOLOGÍA MACROSCÓPICA EN ASC 5%

1. Tipo de hemólisis: _____
2. Pigmento: _____

MEDIO DIFERENCIAL

1. Nombre: _____
2. Interpretación: _____

PRUEBA DE CATALASA

1. Fundamento: _____
2. Procedimiento: _____
3. Resultado: _____

PRUEBA DE COAGULASA (tubo)

- 1.-Fundamento: _____

Streptococcus sp

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

1. Gram: _____
2. Agrupación: _____

PRUEBA DE CATALASA

1. Resultado: _____
- 2.-Mencione 3 precauciones de la prueba

TIPO DE HEMÓLISIS

- 1.-*Streptococcus pyogenes* _____
- 2.-*Streptococcus pneumoniae* _____
- 3.-*Streptococcus agalactiae* _____

PRUEBA DE BACITRACINA

1. Microorganismo _____
2. Fundamento _____
3. Interpretación _____

PRUEBA DE OPTOQUINA

1. Microorganismo _____
2. Fundamento _____
- 3.-Interpretación _____

PRUEBA DE CAMP

- 1.-Microorganismo _____
- 2.-Fundamento _____
- 3.-Procedimiento _____

Pseudomonas aeruginosa

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

- 1.-Gram _____
- 2.-Forma _____
- 3.-Tipo de flagelos _____

AGAR MACCONKEY

- 1.-Fundamento _____

- 2.-Resultado _____

AGAR CETRIMIDA

- 1.Fundamento _____

- 2.-Pigmento exclusivo de *P. aeruginosa* _____

PRUEBA DE OXIDASA

- 1.-Fundamento _____

- 2.-Nombre del reactivo en el disco _____

PRUEBA EN TSI

- 1.Fundamento _____

- 2.-Resultado _____

PRUEBA DE CRECIMIENTO A DIFERENTES TEMPERATURAS

1. Temperatura máxima de crecimiento _____

Familia *Enterobacteriaceae*

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

- 1.-Gram _____
- 2.-Forma _____
- 3.-Tipo de flagelos _____

AGAR MACCONKEY

- 1.-CLASIFICACIÓN EN: FL=FERMENTADOR DE LACTOSA O NFL=NO FERMENTADOR DE LACTOSA
Escherichia coli _____
Shigella sp _____
Salmonella sp _____
Klebsiella pneumoniae _____
Serratia marcescens _____

PRUEBA DE OXIDASA

- 1.-Resultado _____
- 2.-Mencione 2 géneros de oxidasa positivos _____

PRUEBAS BIOQUÍMICAS

- 1.-Bacteria _____
- 2.-Género _____

MEDIOS DE CULTIVO

- 1.-Género y especie _____
- 2.-Dos bacterias productoras de pigmentos _____
- 3.-Bacteria _____
- 4.-Dos bacterias productoras de H₂S _____

Klebsiella pneumoniae

AGAR MACCONKEY'

- 1.-Estructura bacteriana característica _____

PRUEBA ROJO DE METILO/VOGES-PROSKAUER

- 1.-Fundamento _____

- 2.-Reactivos para la lectura _____

PRUEBA DE UREA

- 1.-Fundamento _____

- 2.-Indicador _____
- 3.-Dos bacterias ureasa positivas _____



PRUEBA 2

NOMBRE: _____ GRUPO _____ CALF. _____

Staphylococcus aureus

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

1.-Tipo de Gram

a) Positiva b) Negativa c) Variable

2.-Agrupación característica

a) Tetrada b) Cadena c) Racimos

MORFOLOGÍA MACROSCÓPICA

1.-Tipo de hemólisis frecuente

a) Gamma b) alfa c) beta

2.-Pigmento del cual deriva el nombre de la especie.

a) Rojo brillante b) Amarillo dorado c) Blanco

MEDIO DIFERENCIAL

1.-En este medio se observan colonias de color amarillo y un medio circundante de color amarillo.

a) Agar Sal-Manitol
b) Agar Vogel-Johnson
c) Agar Cetrimida

2.-Resultado de *S. aureus* en el medio de la pregunta anterior.

a) Fermenta lactosa
b) Fermenta manitol y halófilo
c) No fermenta manitol y halófilo

PERFIL BIOQUÍMICO

1.-Prueba de selección primaria que permite diferenciar el género *Staphylococcus* de otros géneros como *Streptococcus*.

a) Coagulasa b) Catalasa c) Oxidasa

2.-Prueba de selección secundaria que permite diferenciar *S. aureus* de otras especies.

a) Coagulasa b) Catalasa c) Oxidasa

3.-Qué coagulasa se determina en tubo

a) Ligada b) Libre c) Factor de agregación

Streptococcus sp

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

1.-Tipo de Gram

a) Positivo b) Negativo c) Variable

2.-Agrupación característica

a) Tetrada b) Cadena c) Racimos

PRUEBA DE CATALASA

1.-Resultado de esta prueba para estreptococos.

a) Positivo b) Negativo c) Variable

2.- ¿Por qué se debe evitar que la asada contenga medio ASC 5% (eritrocitos)?

a) Provoca un falso negativo
b) Retarda el tiempo de reacción
c) Provoca un falso positivo

TIPO DE HEMÓLISIS

1.-Qué tipo de hemólisis presentan las siguientes bacterias: *S. pyogenes*, *S. agalactiae* y *S. pneumoniae*.

a) β , β y α b) α , β y β c) β , α y β

PERFIL BIOQUÍMICO

1.-Esta prueba permite identificar presuntivamente a *S. pyogenes* con cualquier halo de inhibición.

a) Bacitracina b) Optoquina c) CAMP

2.-Esta prueba permite identificar presuntivamente a *S. pneumoniae* cuando se observa un halo ≥ 14 mm.

a) Bacitracina b) Optoquina c) CAMP

3.- ¿Cuál es el fundamento de la prueba de CAMP?

a) Inhibición de la síntesis de la pared celular.
b) Cambios en la tensión superficial (acción detergente) que afecta la membrana celular.
c) Factor que actúa sinérgicamente con la beta-hemolisina estafilocócica sobre los eritrocitos.

Familia *Enterobacteriaceae*

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

1.-Tipo de Gram

- a) Positivo b) Negativo c) Variable

2.-Forma y tipo de flagelos

- a) Bacilos y polares
b) Bacilos y peritricos
c) Cocos y no presentan flagelos

AGAR MACCONKEY

1.-Qué clasificación es correcta

FL= Fermentador de lactosa

NFL= No Fermentador de lactosa

a) *Escherichia coli* (FL), *Shigella* (NFL), *Klebsiella* (FL), *Serratia* (NFL), *Salmonella* (NFL).

b) *Escherichia coli* (FL), *Shigella* (FL), *Klebsiella* (FL), *Serratia* (NFL), *Salmonella* (FL)

c) *Escherichia coli* (NFL), *Shigella* (NFL), *Klebsiella* (FL), *Serratia* (NFL), *Salmonella* (FL).

PERFIL BIOQUÍMICO

1.-Esta prueba de selección primaria permite diferenciar a las enterobacterias de *Pseudomonas*.

- a) Citrato b) Catalasa c) Oxidasa

2.- De que bacteria es característico la siguiente batería: TSI A/A, G, e IMVIC +/+/-/-.

- a) *E. cloacae* b) *S. typhi* c) *E. coli*

3.-Bacteria que es rápidamente identificada por su producción de pigmento prodigiosina.

- a) *S. marcescens* b) *Proteus* c) *Citrobacter*

4.-¿Qué género tiende a ser bioquímicamente inerte. Se caracteriza por su inmovilidad, falta de producción de gas y de H₂S.

- a) *Salmonella* b) *Shigella* c) *Escherichia*

5.-Si hay crecimiento en agar MacConkey, Salmonella-Shigella y Verde brillante, de que bacteria se trata.

- a) *S. typhi* b) *S. no typhi* c) Ninguna

6.-¿Qué estructura superficial le proporciona el aspecto característico a las colonias de *K. pneumoniae* en agar MacConkey.

- a) Membrana b) Flagelos c) Cápsula

7.-Mencione orden de los reactivos utilizados en la prueba de Voges-Proskauer.

- a) alfa-naftol, hidróxido de potasio
b) rojo de metilo, alfa-naftol
c) hidróxido de potasio, alfa-naftol

8.-Enzima constitutiva que produce 2 moléculas de amoniaco, la reacción se detecta con rojo de fenol, produciendo una tonalidad rosa.

- a) Citritasa b) Ureasa c) triptofanasa

Pseudomonas aeruginosa

MORFOLOGÍA MICROSCÓPICA

1.-Tipo de Gram

- a) Positivo b) Negativo c) Variable

2.-Forma y tipo de flagelos

- a) Bacilos y polares
b) cocos y no presenta flagelos
c) Bacilos y peritricos

MEDIOS DE CULTIVO

1.-Medio selectivo que permite la diferenciación entre *P. aeruginosa* y *P. no aeruginosa*.

- a) Agar Cetrimida
b) Agar MacConkey
c) Agar XLD

2.-Pigmento exclusivo de *P. aeruginosa*

- a) Píocianina b) Píomelanina c) Prodigiosina

3.-Interpretación de *Pseudomonas* en agar MacConkey

- a) Fermenta lactosa
b) No fermenta lactosa
c) Sin crecimiento

PERFIL BIOQUÍMICO

1.-Nombre del reactivo en el disco para la prueba de oxidasa

- a) N, N-dimetil-p-fenilendiamina
b) p-dimetilaminobenzaldehído
c) Bromuro de hexadeciltrimetilamonio

2.- ¿Qué otra bacteria es oxidasa positivo?

- a) *Vibrio* b) *Yersinia* c) *Morganella*

3.- ¿Cuál es la interpretación del resultado K/K o K/NC en TSI de *Pseudomonas*?

- a) No fermenta ningún carbohidrato
b) Fermenta solo glucosa
c) Fermenta todos los carbohidratos

4.- ¿Cuál es el objetivo de la prueba de crecimiento a 42°C de *P. aeruginosa*?

- a) Distinguir *P. aeruginosa* de los otros miembros de grupo de *Pseudomonas* fluorescentes.
b) Estimular la formación de pigmentos
c) Porque es su temperatura óptima

Método

- 1.-Elaborar el Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico.
- 2.-Revisar últimos detalles del manual por el director y asesores de tesis.
- 3.-Elegir del manual las bacterias de mayor interés clínico con ayuda del director de tesis.
- 4.-Elaborar un primer cuestionario (Prueba 1) basándose en morfología microscópica, macroscópica, pruebas bioquímicas de las bacterias anteriormente elegidas, cuyas respuestas deben ser escritas por el alumno.
- 5.-Elaborar un segundo cuestionario (Prueba 2) de opción múltiple sobre la misma información de las bacterias utilizadas en el primero.
- 6.-Revisión de los cuestionarios por el director y asesores de tesis.
- 7.-Realizar las correcciones correspondientes.
- 8.-Obtener el consentimiento de los alumnos que participarán en el estudio.
- 9.-Aplicar la Prueba 1 al grupo de estudio.
- 10.-Proporcionar el material didáctico en forma electrónica “Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico” al grupo evaluado.
- 11.-Aplicar la Prueba 2 al grupo de estudio.
- 12.-Evaluar los resultados de la Prueba 1 y 2 estadísticamente.
- 13.-Analizar los resultados obtenidos
- 14.-Elaborar la conclusión
- 15.-Realizar los ajustes necesarios

Resultados

a) Elaboración del Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico

La estructura general del manual se basó en 3 partes y la clasificación de las bacterias de acuerdo a la forma bacteriana y tipo de Gram, como se muestra en la imagen 1.

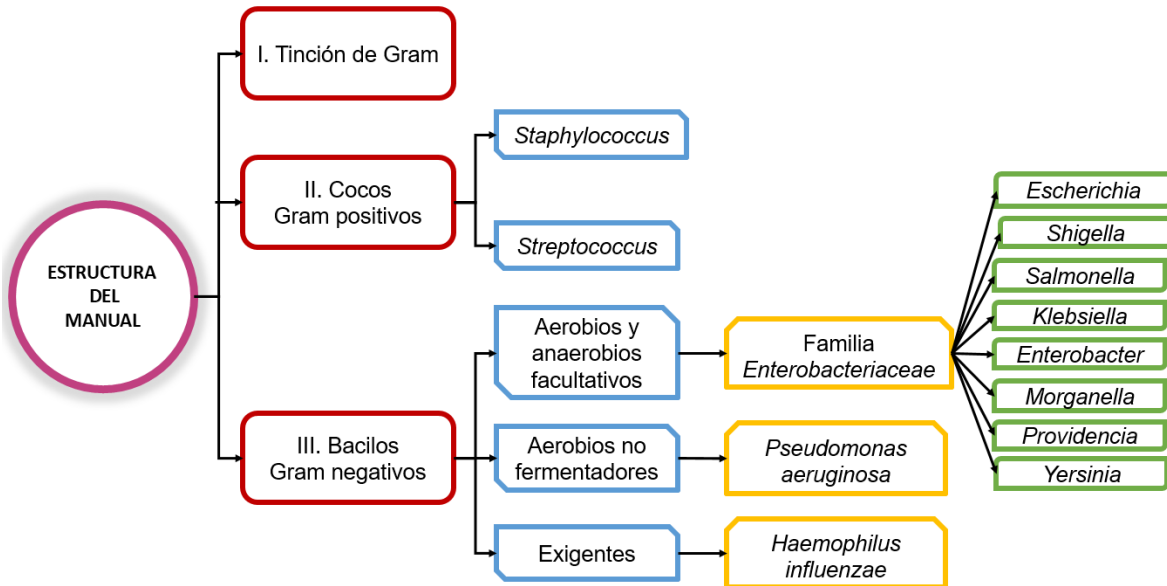


Imagen 1.- Esquema de la estructura y los géneros incluidos en el manual.

Cada género y familia está integrado de varios apartados, las cuales se muestran y explican de manera breve en la imagen 2.



Imagen 2. Esquema de los elementos que contiene cada género o familia del manual.

A su vez, el **proceso de identificación** de las bacterias correspondientes a los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Haemophilus* y de la familia *Enterobacteriaceae* está dividido en 4 secciones, las cuales se muestran en el siguiente esquema.

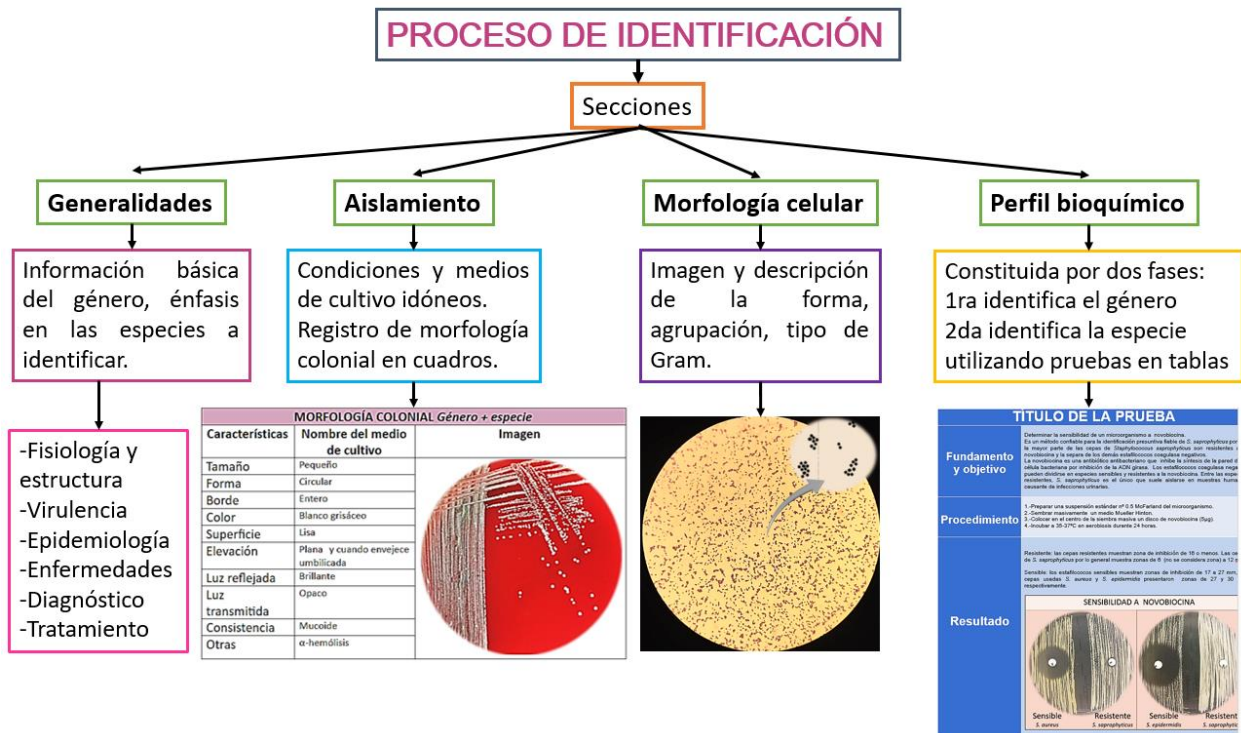


Imagen 3. Esquema de las secciones correspondientes al proceso de identificación

b) Evaluación del material didáctico

El estudio cuantitativo se desarrolló por estadística descriptiva e inferencial con ayuda del programa Statistical Package for the Social Sciences SPSS (IBM SPSS Statistics 22).

Paso 1. Comprobación de normalidad para t de Student muestras relacionadas

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk partiendo de la formulación de las siguientes hipótesis estadísticas con un nivel de significancia α de 0.05:

H_0 : Los datos de la Prueba 1 y Prueba 2 se ajustan a una distribución normal.

H_1 : Los datos de las Prueba 1 y Prueba 2 no se ajustan a una distribución normal.

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de los grupos séptimo 2019-2, séptimo 2020-1 y de octavo 2020-1 se observan en la Tabla 1, 2 y 3 respectivamente, cuya $p > 0.05$, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 1. Pruebas de normalidad de séptimo semestre 2019-2

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prueba 1	.067	42	.200*	.983	42	.763
Prueba 2	.179	42	.002	.949	42	.059

Tabla 2. Pruebas de normalidad de séptimo semestre 2020-1

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prueba 1	.103	39	.200*	.960	39	.180
Prueba 2	.114	39	.200*	.975	39	.541

Tabla 3. Pruebas de normalidad de octavo semestre 2020-1

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prueba 1	.117	34	.200*	.973	34	.559
Prueba 2	.149	34	.055	.937	34	.051

Por otro lado, los resultados de la Prueba 2 de los grupos de octavo 2019-2 (Tabla 4), noveno 2019-2 (Tabla 5) y noveno 2020-1 (Tabla 6) para la prueba de Shapiro-Wilk no cumplen el supuesto de normalidad ($p < 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 4. Pruebas de normalidad de octavo semestre 2019-2

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prueba 1	.196	24	.018	.919	24	.055
Prueba 2	.224	24	.003	.741	24	.000037

Tabla 5. Pruebas de normalidad de noveno semestre 2019-2

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prueba 1	.112	32	.200*	.962	32	.307
Prueba 2	.143	32	.094	.929	32	.038

Tabla 6. Pruebas de normalidad de noveno semestre 2020-1

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prueba 1	.107	36	.200*	.981	36	.783
Prueba 2	.203	36	.001	.899	36	.003

Paso 2. Aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas.

Confirmada la distribución normal de los grupos, se procedió a realizar la prueba t de Student con la formulación de las siguientes hipótesis estadísticas a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

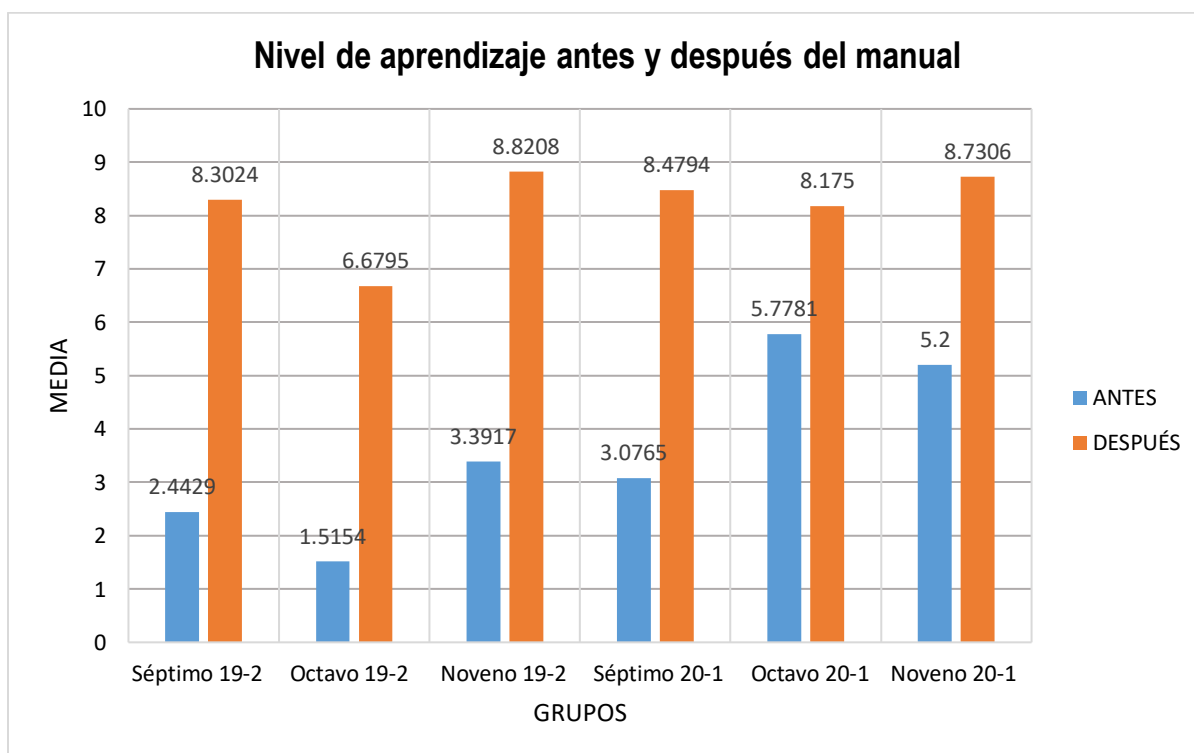
H_0 : El nivel de aprendizaje en Microbiología médica es igual antes y después de la implementación del material didáctico.

H_1 : El nivel de aprendizaje en Microbiología médica es diferente antes y después la implementación del material didáctico.

En la Tabla 7 y gráfica 1 se observa que las medias de la Prueba 2 (color azul) son superiores a las de la Prueba 1 (color amarillo). Para determinar si la diferencia entre estas dos medias es estadísticamente significativa se prosigue a la interpretación de la tabla 8.

Tabla 7. Estadísticas de muestras relacionadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Prueba 1 (7mo 2019)	2.4429	42	.64775	.09995
	Prueba 2	8.3024	42	1.09087	.16832
Par 2	Prueba 1 (7mo 2020)	1.5154	39	.89341	.14306
	Prueba 2	6.6795	39	1.34559	.21547
Par 3	Prueba 1 (8vo 2019)	3.3917	24	.69839	.14256
	Prueba 2	8.8208	24	1.11861	.22834
Par 4	Prueba 1 (8vo 2020)	3.0765	34	.99698	.17098
	Prueba 2	8.4794	34	1.10145	.18890
Par 5	Prueba 1 (9no 2019)	5.7781	32	1.61000	.28461
	Prueba 2	8.1750	32	1.38541	.24491
Par 6	Prueba 1 (9no 2020)	5.2000	36	1.19331	.19889
	Prueba 2	8.7306	36	1.05202	.17534



Gráfica 1. Comparación de las medias de los grupos antes y después de implementar el manual.

En cuanto a los datos de la prueba t de Student para muestras relacionadas, véase Tabla 8, indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el aprendizaje entre la Prueba 1 (antes) y la Prueba 2 (después de utilizar el material didáctico).

Tabla 8. Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	Prueba 1 (7mo 2019-2) Prueba 2	-5.85952	1.13805	.17560	-6.21416	-5.50488	-33.368	41	.000
Par 2	Prueba 1 (7mo 2020-2) Prueba 2	-5.16410	1.50411	.24085	-5.65168	-4.67652	-21.441	38	.000
Par 3	Prueba 1 (8vo 2019-2) Prueba 2	-5.42917	1.36238	.27809	-6.00445	-4.85389	-19.523	23	.000
Par 4	Prueba 1 (8vo 2020-1) Prueba 2	-5.40294	.98580	.16906	-5.74690	-5.05898	-31.958	33	.000
Par 5	Prueba 1 (9no 2019-2) Prueba 2	-2.39687	1.24083	.21935	-2.84424	-1.94951	-10.927	31	.000
Par 6	Prueba 1 (9no 2020-1) Prueba 2	-3.53056	.93498	.15583	-3.84691	-3.21420	-22.657	35	.000

Paso 3. Aplicación de la prueba Wilcoxon.

Si se opta por la prueba homóloga no paramétrica de t de Student, los datos apuntan en la misma dirección que los obtenidos con la prueba paramétrica, es decir, se acepta la hipótesis alternativa, la cual dice que existen diferencias significativas en el aprendizaje en función del uso del material didáctico.

Tabla 9. Estadísticos de prueba

	SÉPTIMO 2019-2 Prueba2 - Prueba1	SÉPTIMO 2020-1 Prueba2- Prueba1	OCTAVO 2019-2 Prueba2-Prueba1	OCTAVO 2020-1 Prueba2-Prueba1	NOVENO 2019-2 Prueba2-Prueba1	NOVENO 2020-1 Prueba2-Prueba1
Z Sig. asintótica (bilateral)	-5.647 ^b .000	-5.443 ^b .000	-4.286 ^b .000	-5.088 ^b .000	-4.861 ^b .000	-5.233 ^b .000

Paso 4. Comprobación de supuestos para ANOVA: normalidad y homocedasticidad

Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad y la prueba de Levene para comprobar la igualdad de varianzas.

Normalidad

Partiendo de la formulación de las siguientes hipótesis estadísticas con un nivel de significancia α de 0.05:

H_0 : Las calificaciones del grupo i se ajustan a una distribución normal.

H_1 : Los calificaciones del grupo i no se ajustan a una distribución normal.

Donde i representa: séptimo 2019-2, séptimo 2020-1, octavo 2019-2, octavo 2020-1, noveno 2019-2 y noveno 2020-1.

En la Tabla 10 el valor de la significancia de ambas pruebas así como la Diferencia de estas es menor a 0.05, por ende no tienen una distribución normal.

Tabla 10 Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Prueba 1	Prueba 2	Diferencia
N		207	207	207
Parámetros normales	Media	3.4773	8.1406	4.6633
	Desviación estándar	1.84165	1.38749	1.71413
Máximas diferencias extremas	Absoluta	.084	.114	.087
	Positivo	.084	.090	.040
	Negativo	-.047	-.114	-.087
Estadístico de prueba		.084	.114	.087
Sig. asintótica (bilateral)		.001	.000	.001

Homocedasticidad: Prueba de Levene

Partiendo de la formulación de las siguientes hipótesis estadísticas con un nivel de significancia α de 0.05:

H_0 : $\sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \sigma^2_3 = \sigma^2_4 = \sigma^2_5 = \sigma^2_6$

H_1 : $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2 \neq \sigma^2_3 \neq \sigma^2_4 \neq \sigma^2_5 \neq \sigma^2_6$

Donde 1= séptimo 2019-2, 2= séptimo 2020-1, 3= octavo 2019-2, 4= octavo 2020-1, 5=noveno 2019-2, 6= noveno 2020-1.

En la tabla 11 se presentan los resultados de la prueba de Levene, como el valor de $p=0.354 > 0.05$, se asume la hipótesis nula de igualdad de varianzas.

Prueba 11. Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
Prueba 1	9.919	5	201	.000
Prueba 2	1.115	5	201	.354
Diferencia	1.403	5	201	.225

Paso 5. Aplicación de ANOVA de un factor.

Partiendo de la formulación de las siguientes hipótesis estadísticas con un nivel de significancia α de 0.05:

H_0 = el nivel de aprendizaje en Microbiología médica no varía entre los grupos.

H_1 = el nivel de aprendizaje en Microbiología médica varía entre los grupos.

Donde grupos representa: séptimo 2019-2, séptimo 2020-1, octavo 2019-2, octavo 2020-1, noveno 2019-2 y noveno 2020-1.

De acuerdo a los resultados de la Tabla 12 indican que si hay diferencias entre los grupos antes y después del uso del material porque $p < 0.05$, para conocer específicamente entre qué grupos están las diferencias se coloca la Tabla 14 y 15.

Tabla 12. ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Prueba 1	Entre grupos	476.935	5	95.387	86.462	.000
	Dentro de grupos	221.748	201	1.103		
	Total	698.683	206			
Prueba 2	Entre grupos	111.934	5	22.387	15.808	.000
	Dentro de grupos	284.645	201	1.416		
	Total	396.579	206			
Diferencia	Entre grupos	313.125	5	62.625	43.085	.000
	Dentro de grupos	292.156	201	1.454		
	Total	605.281	206			

Paso 6. Aplicación de la prueba Kruskal-Wallis

El nivel de significancia calculado, ver Tabla 13, es menor a 0.05, por lo que existen diferencias significativas en el aprendizaje entre los grupos.

Tabla 13. Estadísticos de prueba

	Prueba 1	Prueba 2	Diferencia
Chi-cuadrado	143.385	51.210	106.074
gl	5	5	5
Sig. asintótica	.000	.000	.000

Tabla 14. Comparaciones múltiples entre los grupos respecto a la Prueba 1.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Estándar Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajust.
Séptimo 20-1-Séptimo 19-2	33.622	13.316	2.525	.012	.174
Séptimo 20-1-Octavo 20-1	-61.661	14.050	-4.389	.000	.000
Séptimo 20-1-Octavo 19-2	76.018	15.535	4.893	.000	.000
Séptimo 20-1-Noveno 20-1	-128.844	13.839	-9.310	.000	.000
Séptimo 20-1-Noveno 19-2	136.065	14.282	9.527	.000	.000
Séptimo 19-2-Octavo 20-1	-28.039	13.814	-2.030	.042	.636
Séptimo 19-2-Octavo 19-2	-42.396	15.322	-2.767	.006	.085
Séptimo 19-2-Noveno 20-1	-95.222	13.600	-7.002	.000	.000
Séptimo 19-2-Noveno 19-2	-102.443	14.050	-7.291	.000	.000
Octavo 20-1-Octavo 19-2	14.357	15.964	.899	.368	1.000
Octavo 20-1-Noveno 20-1	-67.183	14.320	-4.692	.000	.000
Octavo 20-1-Noveno 19-2	74.403	14.748	5.045	.000	.000
Octavo 19-2-Noveno 20-1	-52.826	15.779	-3.348	.001	.012
Octavo 19-2-Noveno 19-2	-60.047	16.169	-3.714	.000	.003
Noveno 20-1-Noveno 19-2	7.220	14.548	.496	.620	1.000

Tabla 15. Comparaciones múltiples entre los grupos respecto a la Prueba 2.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Estándar Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajust.
Séptimo 20-1-Noveno 19-2	59.333	14.260	4.161	.000	.000
Séptimo 20-1-Séptimo19-2	61.647	13.294	4.637	.000	.000
Séptimo 20-1-Octavo 20-1	-70.537	14.027	-5.029	.000	.000
Séptimo 20-1-Noveno 20-1	-83.232	13.818	-6.024	.000	.000
Séptimo 20-1-Octavo 19-2	88.926	15.510	5.733	.000	.000
Noveno 19-2-Séptimo19-2	2.314	14.028	.165	.869	1.000
Noveno 19-2-Octavo 20-1	-11.204	14.724	-.761	.447	1.000
Noveno 19-2-Noveno 20-1	-23.899	14.525	-1.645	.100	1.000
Noveno 19-2-Octavo 19-2	29.594	16.143	1.833	.067	1.000
Séptimo19-2-Octavo 20-1	-8.890	13.792	-.645	.519	1.000
Séptimo19-2-Noveno 20-1	-21.585	13.579	-1.590	.112	1.000
Séptimo19-2-Octavo 19-2	-27.280	15.298	-1.783	.075	1.000
Octavo 20-1-Noveno 20-1	-12.695	14.297	-.888	.375	1.000
Octavo 20-1-Octavo 19-2	18.390	15.939	1.154	.249	1.000
Noveno 20-1-Octavo 19-2	5.694	15.754	.361	.718	1.000

Paso 7. Interpretación de gráficos

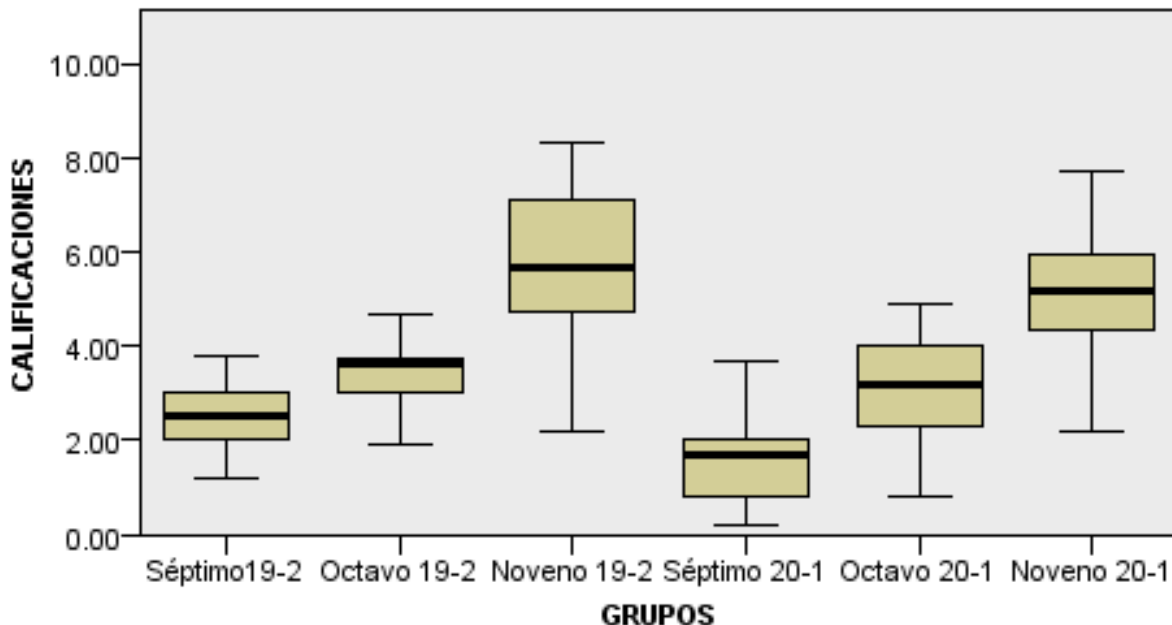
Por un lado, en la Tabla 16 se visualizan agrupaciones de promedios correspondientes a las calificaciones antes del uso del manual, cuyo comportamiento ascendente se aprecia mejor en la gráfica 2.

Tabla 16. Subconjuntos homogéneos de medias: Prueba 1

HSD Tukey

Semestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Séptimo 20-1	39	1.5154			
Séptimo19-2	42		2.4429		
Octavo 20-1	34		3.0765	3.0765	
Octavo 19-2	24			3.3917	
Noveno 20-1	36				5.2000
Noveno 19-2	32				5.7781
Sig.		1.000	.139	.823	.220

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



Gráfica 2. Comparación de calificaciones de la Prueba 1 entre grupos.

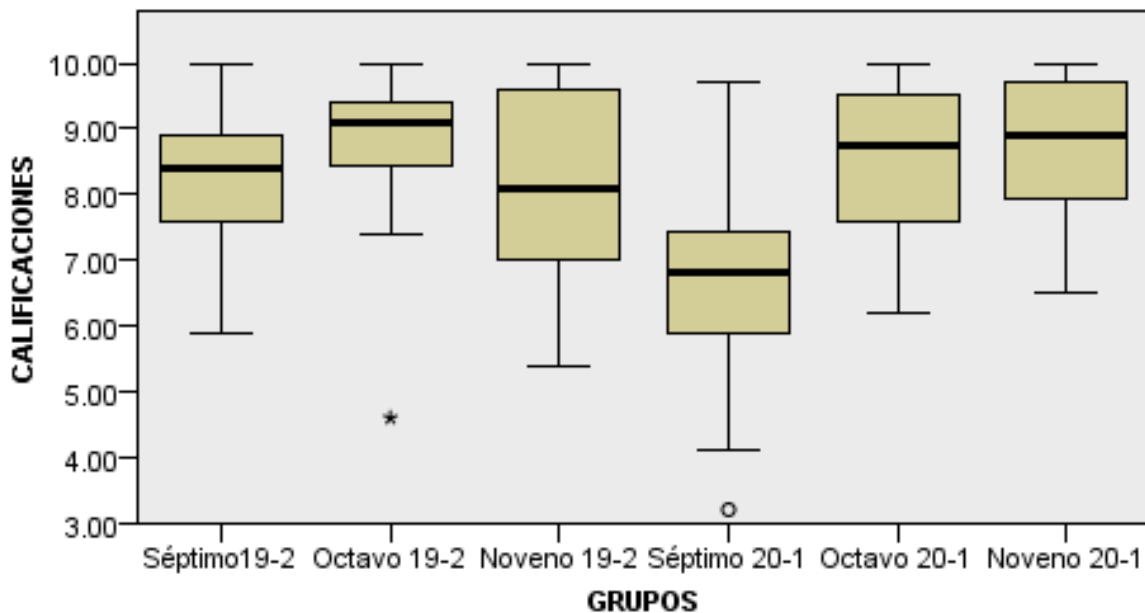
Por otro lado, en la Tabla 17 se visualizan agrupaciones de promedios correspondientes a las calificaciones después del uso de manual, cuyo comportamiento casi homogéneo se visualiza en la gráfica 3.

Tabla 17. Subconjuntos homogéneos de medias: Prueba 2

HSD Tukey

Semestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Séptimo 20-1	39	6.6795	
Noveno 19-2	32		8.1750
Séptimo19-2	42		8.3024
Octavo 20-1	34		8.4794
Noveno 20-1	36		8.7306
Octavo 19-2	24		8.8208
Sig.		1.000	.234

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



Gráfica 3. Comparación de calificaciones de la Prueba 2 entre grupos.

Paso 8. Determinación de la mejoría de los grupos

La Tabla 18 presenta agrupaciones de medias del rendimiento entre las dos pruebas, mientras que la Tabla 19 indica entre qué grupos hay diferencias en su desempeño.

**Tabla 18. Subconjuntos homogéneos de medias:
Diferencia (Prueba2-Prueba1)**

HSD Tukey

Semestre	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Noveno 19-2	32	2.3969		
Noveno 20-1	36		3.5306	
Séptimo 20-1	39			5.1641
Octavo 20-1	34			5.4029
Octavo 19-2	24			5.4292
Séptimo19-2	42			5.8595
Sig.		1.000	1.000	.176

Tabla 19. Comparaciones múltiples entre los grupos respecto a su rendimiento.

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Estándar Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajust.
Noveno 19-2-Noveno 20-1	-27.101	14.550	-1.863	.063	.938
Noveno 19-2-Séptimo 20-1	-87.925	14.284	-6.156	.000	.000
Noveno 19-2-Octavo 20-1	-99.024	14.750	-6.714	.000	.000
Noveno 19-2-Octavo 19-2	102.031	16.171	6.309	.000	.000
Noveno 19-2-Séptimo19-2	117.216	14.052	8.341	.000	.000
Noveno 20-1-Séptimo 20-1	60.825	13.841	4.394	.000	.000
Noveno 20-1-Octavo 20-1	71.923	14.321	5.022	.000	.000
Noveno 20-1-Octavo 19-2	74.931	15.781	4.748	.000	.000
Noveno 20-1-Séptimo19-2	90.115	13.602	6.625	.000	.000
Séptimo 20-1-Octavo 20-1	-11.098	14.051	-.790	.430	1.000
Séptimo 20-1-Octavo 19-2	14.106	15.537	.908	.364	1.000
Séptimo 20-1-Séptimo19-2	29.290	13.317	2.199	.028	.418
Octavo 20-1-Octavo 19-2	3.007	15.966	.188	.851	1.000
Octavo 20-1-Séptimo19-2	18.192	13.816	1.317	.188	1.000
Octavo 19-2-Séptimo19-2	15.185	15.324	.991	.322	1.000

Discusión

La evaluación de un material toma más sentido cuando es de elaboración propia por la necesidad de saber si lo que se ha diseñado es válido y útil en relación con su finalidad (26, 27, 28). De modo que, la efectividad del manual se determinará cuando se demuestre que su implementación realmente contribuye a satisfacer la necesidad o a resolver el problema, en este caso particular, apoyar el aprendizaje de los alumnos en Microbiología médica, por lo que resulta importante iniciar describiendo algunas de las características del manual.

1. Características del material didáctico

El *Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico* se basa en procedimientos básicos de diagnóstico bacteriológico como cultivos, tinción de Gram, pruebas bioquímicas, que son de particular importancia en el campo clínico, porque además de permitir el diagnóstico etiológico, orienta el manejo terapéutico del paciente (29,30,31). Cabe destacar que este material es un complemento y guía para el alumno, más no un sustituto de la información esencial del módulo de Microbiología médica.

El manual está dividido en tres partes, la parte I es sobre la tinción de Gram, se inicia con esta técnica porque fue utilizada como punto de referencia para estructurar el manual y porque constituye la base de la clasificación de las bacterias incluidas, por otro lado, la parte II se enfoca en la identificación fenotípica de cocos Gram positivos y la parte III comprende la identificación fenotípica de bacilos Gram negativos (Imagen 1).

El contenido de cada género/familia se organizó en siete apartados (Imagen 2), con información concisa, lenguaje adecuado al alumno, cuadros de morfología colonial, tablas de pruebas bioquímicas, imágenes de resultados de pruebas bioquímicas, esquemas de identificación, actividades (imagen 3) etc., cuyos elementos pretenden facilitar la comprensión y dominio de la información sobre los diferentes géneros a identificar despertando el interés por el módulo. Si bien es cierto que no se puede igualar la calidad formal de los materiales editados por profesionales de la edición, se intentó dotar a este material de las mejores calidades técnicas al alcance, la ventaja de la producción de materiales por parte del profesorado o en este caso alumnos es que son elaborados con el criterio de ser útiles y adecuados a las características del contexto de

enseñanza desde donde son generados, así como estar adaptados a un grupo de alumnos con características específicas (32,33).

Una vez elaborado, el siguiente paso fue la evaluación del manual para comprobar que los elementos que incluye son facilitadores del aprendizaje.

2. Influencia del material didáctico sobre el aprendizaje en Microbiología médica.

Para la evaluación de la efectividad del *Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico* se tuvo que determinar si dicho material didáctico mejora o no el aprendizaje de los alumnos en Microbiología médica, es decir, comprobar si las calificaciones obtenidas en la Prueba 1, al inicio del estudio, difieren o no significativamente de las calificaciones obtenidas en la Prueba 2, después del uso del material didáctico. De acuerdo a las condiciones antes mencionadas, este estudio corresponde a una prueba t de Student para grupos relacionados: los mismos sujetos son medidos en dos momentos diferentes (34).

En primer lugar se analizó el supuesto de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk, que además es idónea para muestras menores de 50 (35) por lo que se ajusta a los grupos de estudio (véase Tabla 7). Los resultados se presentan en las Tabla 1,2,3,4,5 y 6; y aunque no todos los grupos cumplieron con este supuesto, a los seis grupos se les aplicó tanto la prueba paramétrica (t-Student) como la no paramétrica (Wilcoxon) con fines comparativos, observando que para todos los grupos en ambas pruebas se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir, se comprobó que en los resultados de cada caso sí hay diferencias significativas puesto que la significancia bilateral es menor que 0.05 (véase Tabla 8 y 9), por lo que se concluye que el *Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico* recibido por los alumnos mejoró su aprendizaje en Microbiología médica. En la gráfica 1 se observa que la media de aprendizaje es mayor después de utilizar el manual (por ejemplo 8.8208) que antes del mismo (por ejemplo 3.3917).

Sin embargo, hasta este punto únicamente se comprobó la efectividad del manual para mejorar el aprendizaje, pero aún no se ha determinado cómo fue la mejoría entre los grupos, por consiguiente fue necesario el siguiente análisis.

3. Análisis comparativo del rendimiento académico del alumnado por grupos

La prueba que ayudó a conocer si hay diferencias en el rendimiento entre los seis grupos antes y después de la implementación del material fue la prueba de ANOVA de un factor. Se inició examinando si se cumplían los supuestos de normalidad y homocedasticidad (36). Para ello, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar si los datos procedían de una distribución normal y la cual se emplea para más 50 casos (35) por lo que se ajusta al tamaño de 207 alumnos. Tanto las calificaciones en la Prueba 1 y 2, el nivel de significancia fue menor a 0.05 (Tabla 10) por lo que se rechazó la hipótesis nula, por ende no hay una distribución normal. A continuación se aplicó la prueba de Levene con la finalidad de saber si se presenta o no igualdad de varianzas; para la Prueba 2 (después del uso del material) la significancia estadística fue de 0.354, la cual es mayor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula (las varianzas de los grupos son iguales), no así para la prueba 1 (antes del uso del material) cuya significancia fue menor a 0.05, entonces no hay homogeneidad de varianzas (Tabla 11).

Con lo anterior no se debería seguir el proceso de ANOVA puesto que no se cumplen uno o ambos supuestos, aun así, se continuó para comparar con su prueba alternativa no paramétrica: la prueba de Kruskal-Wallis (37). En ambas pruebas la significancia fue inferior a 0.05, entonces el nivel de aprendizaje adquirido sobre Microbiología médica es diferente entre los seis grupos antes e incluso después de la implementación del manual. Para averiguar entre qué grupos están las diferencias se presentan las Tablas 14 y 15 de contrastes o comparaciones múltiples posteriores (38).

Para la Prueba 1 (antes del uso del manual) se encontraron diez comparaciones con diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$, (Tabla 14) y en la prueba 2 únicamente fueron cinco (Tabla 15), mismas que están marcadas con amarillo. Esto es resultado de que las calificaciones de la primera prueba dependieron de los conocimientos adquiridos en semestres anteriores y al aplicar la prueba a alumnos provenientes de diferentes semestres aquellos de semestres superiores resultaron favorecidos o con mayor ventaja respecto a los de semestres inferiores, debido al cúmulo de conocimientos porque el alumno de noveno semestre ha cursado Microbiología General I y II y ha aprendido temas de Microbiología en otros módulos como Tecnología

Farmacéutica I y Bromatología, mientras que un alumno de séptimo semestre apenas ha tenido su primer acercamiento a la Microbiología en el módulo de Microbiología General I (sexto semestre), por ello los grupos de noveno semestre obtuvieron los promedios más altos, seguidos de los grupos de octavo y finalmente los grupos de séptimo (Tabla 16), este comportamiento se presentó para ambos periodos: 2019-2 y 2020-1, como lo muestra la gráfica 2. El mismo comportamiento fue observado por García en cuyo proyecto los alumnos de octavo presentaron mejor promedio que los de séptimo en su prueba inicial (39).

En cuanto a la Prueba 2 (después del uso del manual) idóneamente se esperaba que los grupos no presentaran diferencias significativas porque a todos los grupos se les proporcionó el mismo material y con ello las mismas oportunidades respecto al tema, como lo determinó en su trabajo Vázquez cuando concluyó que no existían diferencias significativas entre sus dos grupos de séptimo en la prueba final (40). Sin embargo, el grupo séptimo 2020-1 fue el único de los seis grupos que presentó diferencias significativas (Tabla 17 y gráfica 3), el resto de grupos se determinaron como iguales estadísticamente, siendo el orden de mayor a menor puntuación: octavo 2019-2 (8.82), noveno 2020-1(8.73), octavo 2020-1(8.47), séptimo 2019-2(8.3) y noveno 2019-2(8.17). Retomando el caso particular del grupo séptimo 2020-1 el cual antes e incluso después del uso de material mantuvo diferencias significativas con los otros cinco grupos y cuyo rendimiento numéricamente es distante del resto (Tabla 17), al respecto Morales Serrano, Arcos Domínguez, Ariza Reyes, Cabello López, López Lozano, Pacheco Rabasco, Palomino García, Sánchez Juguera y Venzalá Díaz (41) sugieren que las calificaciones son resultado de un complejo mundo que rodea al estudiante; a sus cualidades individuales como la inteligencia, aptitudes y capacidades; su medio socio-familiar; su realidad escolar y las formas de aprendizaje, entre otras características. Con relación al bajo rendimiento escolar, el análisis resulta sumamente complejo, pues es muy difícil señalar qué está afectando al estudiante ya que existen un sin número de factores que lo pueden afectar.

Finalmente en la Tabla 18 se muestran las medias correspondientes a la diferencia entre las calificaciones de la Prueba 1 y la Prueba 2, lo cual permitió determinar la mejoría de cada grupo, siendo de mayor a menor mejora el siguiente orden: séptimo 2019-2, octavo

2019-2, octavo 2020-1, séptimo 2020-1, noveno 2020-1 y noveno 2019-2. Es decir, el rendimiento de los grupos de noveno fue poco, mientras que el resto de grupos su desempeño fue similar, lo que se relaciona con los resultados de comparaciones posteriores (Tabla 19) en los cuales ambos grupos de noveno muestran diferencias significativas con el resto de grupos; porque obtuvieron las medias más bajas y obviamente difieren de séptimo y octavo semestre quienes poseen medias iguales estadísticamente. El pequeño incremento podría deberse a que los grupos de noveno obtuvieron en la Prueba 1 medias de aproximadamente 5 mientras que un grupo de séptimo obtuvo una media de aproximadamente 2, y para la Prueba 2 ambos casos obtuvieron medias de aproximadamente 8; por ello no es la misma diferencia entre 5 y 8 que entre 2 y 8, siendo esta desigualdad resultado de que los alumnos de noveno semestre ya estaban familiarizados con algunos temas del material proporcionado (por lo anteriormente mencionado) pero que sin duda les ayudó a mejorar, en cambio los alumnos de séptimo y octavo aunque tenían menos conocimiento al respecto al proporcionarles el mismo material permitió ponerlos a la par que uno de noveno. Lo que a su vez denota que el manual es útil y adecuado para alumnos de otros semestres porque un manual no es sólo el manual de un alumno que cursa un año, es también el libro de consulta de otros alumnos que cursan otros años o en este caso diferentes semestres (24).

Conclusiones

Con los resultados obtenidos puede afirmarse que el *Manual de identificación fenotípica de algunas bacterias de interés clínico* constituye un elemento de apoyo en el proceso de aprendizaje en Microbiología médica porque se comprobó la efectividad del diseño, la cual se valoró en términos de la apropiación de conocimientos por parte de los alumnos de séptimo, octavo y noveno semestre de QFB. Con este manual no se pretende dar más de lo mismo sino de ayudar a poner orden en el enorme mar de información que los alumnos poseen, proporcionar pautas para comprender, desarrollar su capacidad crítica, convirtiendo el aprendizaje en Microbiología médica en una tarea mucho más atractiva y útil para los alumnos.

Referencias

- 1.-Román M. Impacto social de la microbiología médica. Boletín de La Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes [Internet]. 2004 [Consultado 11 Oct 2019]; 147: 113–22. Disponible en: <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/6603>
- 2.- Koneman E, Allen S. Koneman. Diagnóstico Microbiológico: Texto y atlas en color. 6a ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008. p. 1-64
- 3.-Drew LW., Cockerill FR, Henry NK. In: Wilson Wr, Sande MA. Current. Diagnosis & treatment in infectious diseases. International Edition. United States: McGraw-Hill Companies; 2001. p. 43-64.
- 4.-Ayala MA. Consideraciones Técnico-Pedagógicas para elaborar y evaluar materiales didácticos. Cuadernos de Educación y Desarrollo [Internet]. 2014 [Consultado 18 Oct 2019];44.Disponible en : <https://econpapers.repec.org/RePEc:erv:cedced:y:2014:i:44:14>
- 5.-Gutierrez S. Pedrique M. Efectividad de la incorporación de las estrategias de enseñanza y aprendizaje en la asignatura microbiología. Docencia Universitaria [Internet]. 2004 [Consultado 20 Ene 2020]; 5(1 y 2): 95-122. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/sadpro/Documentos/docencia_vol5_n1y2_2004/9_art.6_Sofia_Gutierrez.pdf
- 6.-Pérez R, Martínez C, Hoyos A. Recursos didácticos para la enseñanza de la microbiología. Una propuesta para la formación docente. Praxis Journal of Philosophy [Internet]. 2014 [Consultado 23 Oct 2019]; 10 (1): 78-90.Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5907168>
- 7.-Morales P. Elaboración de material didáctico. México: Red Tercer Milenio; 2012.
- 8.-Díaz J. Los recursos y materiales didácticos en educación física. Apuntes: Educación Física y Deportes [Internet]. 1996 [Consultado 08 Oct 2019]; 1(43): 42-54. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=296386>

9.- Cintas R. Actividades de enseñanza y libros de texto. Revista Investigación en la Escuela [Internet]. 2000 [Consultado 21 Ene 2020]; 40: 97-106. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/60186;jsessionid=3E01F8DEDAF90C52011CDC904AFA6AA5?>

10.-Marqués P. Los medios didácticos [Internet]. 2000 [Revisado 03 Ago 2010; Consultado 08 Oct 2019]. Disponible en: <http://peremarques.pangea.org/medios.htm>

11.-Perales F.J. Jiménez J. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas [Internet]. 2002 [Consultado 21 Ene 2020]; 20 (3): 369-386. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21826/21660>

12.-Ogalde I, González M. Nuevas tecnologías y educación: diseño, desarrollo, uso y evaluación de materiales didácticos [Internet]. México: Trillas; 2008 [Consultado 10 Nov 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/3334283/Nuevas_Tecnolog%C3%ADas_y_Educaci%C3%B3n.3n._Dise%C3%B1o_desarrollo_uso_y_evaluaci%C3%B3n_de_materiales_did%C3%A1cticos

13.-Bautista M.G, Martínez A, Hiracheta R. El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. Ciencia y Tecnología [Internet]. 2014 [Consultado 15 Ene 2020]; 14: 183-194. Disponible en: <http://pub.palermo.edu/ojs/index.php/cyt/article/view/217>

14.-Moreno I. La utilización de medios y recursos didácticos en el aula. Departamento de Didáctica y Organización Escolar Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid [Internet]. 2004 [Consultado 08 Oct 2019]: 2(0).

15.-Rodríguez M. Unidad didáctica para la enseñanza de la microbiología en el aula. [Trabajo de Grado]. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional; 2013. 132 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1811>

16.-Guerrero A. Los materiales didácticos en el aula. Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía [Internet]. 2009. [Consultado 09 Oct 2019]; No. 5 URL Disponible en: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6415.pdf>

17.-Pernilla A. La relevancia del material didáctico dentro del aula: Una investigación sobre las principales áreas de interés de los estudiantes de ELE [Internet] [Dissertation].[Falun]; 2011. Disponible en: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:du-6219>

18.- Prendes M, Solano I. Herramienta de evaluación de material didáctico impreso. Martínez Sánchez F, Torrico Ferrel M. (Coords). Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la aplicación educativa. Santa Cruz de la Sierra (Bolivia): Universidad Nur [Internet]. 2004 [Consultado 08 Oct 2019]; 61-88. Disponible en: <http://www.academia.edu/download/32835158/paz7.pdf>

19.- Valera M. Sobre los manuales escolar. EA, Escuela Abierta: Revista de Investigación [Internet]. 2010 [Consultado 15 Oct 2019]; 13 (13): 97-117. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3603580>

20.-Prendes M. Evaluación de Manuales Escolares. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación [Internet]. 2001 [Consultado 24 Oct 2019]; (16): 77-100. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/45515>

21.-Ossenbach G. Manuales escolares y patrimonio histórico-educativo. Educatio Siglo XXI [Internet]. 2010 [Consultado 24 Oct 2019]; 28 (2): 115-132. Disponible en: <http://revistas.um.es/educatio/article/download/111991/106311>

22.- Gómez B. El análisis de manuales y la identificación de problemas de investigación en didáctica de las matemáticas. PNA [Internet]. 2011 [Consultado 15 Oct 2019]. 5(2): 49-65. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10481/6723>

23.-Buj A. Estructura de los manuales escolares. Vida escolar. Madrid. [Internet] 1967 [Consultado el 24 Oct 2019]; 89-90: 6-8. Disponible en:<http://hdl.handle.net/11162/78167>

24.-Parcerisa A. ¿Servir al material o servirse del material? Evaluar los materiales curriculares para mejorar su uso. Kikiriki. Cooperación educativa [Internet]. 2001 [Consultado 24 Ene 2020]; (61); 44-49. Disponible en: http://www.quadernsdigitals.net/datos/hemeroteca/r_7/nr_497/a_6780/6780.pdf

25.-Roggau Z. Manuales escolares: Organizadores previos y herramientas de búsqueda. e-prints in library & information science [Internet].2010 [Consultado 24 Oct 2019]. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/14485/>

26.-Perales F.J. Pasado, presente y ¿futuro? De los libros de texto. Alambique [Internet]. 2006 [Consultado 22 Ene 2020]; (48): 57-63. Disponible: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/18974/LibrosTexto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

27.-Méndez JM. Pautas y criterios para el análisis y evaluación de materiales curriculares [Internet]. 2001 [Consultado 24 Ene 2020]. Disponible en: <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/3451>

28.-Aguilar I, Ayala J, Lugo O, Zarco A. Análisis de criterios de evaluación para la calidad de los materiales didácticos digitales. Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad [Internet]. 2014 [Consultado 27 Ene 2020]; 9(25); 73-89. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5124702>

29.- López J.L, Castillo F.J, Salavert M. Técnicas de identificación. Microbiología aplicada al paciente crítico. Ed. Médica Panamericana, 28-45 [Internet]. 2006 [Consultado 06 Feb 2019]. Disponible en: <http://www.academia.edu/download/48264733/65248.pdf>

30.-Fernández A, García C, Sáez J.A, Valdezate S. Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. [Internet]. 2010 [Consultado 06 Feb 2020]; 37(1). Disponible en: http://www.academia.edu/download/50875786/seimc-procedimientomicrobiologia37_1.pdf

- 31.- López L, Hernández M, Colín C, Ortega S, Cerón G, Franco R. Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. *Investig. en discapacidades* [Internet]. 2014 [Consultado 5 Oct 2019]; 3(1): 10-18. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2014/ir141b.pdf>
- 32.- Méndez J.M. El papel de los materiales curriculares en la intervención educativa. *Revista de Educación* [Internet]. 2001 [Consultado 24 Ene 2020]; 3: 221-229. Disponible en: <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/334>
- 33.-Area M. Los medios y materiales impresos en el curriculum. Para una tecnología educativa. Barcelona: Horsori; 1994. Disponible en: <https://cmapsconverted.ihmc.us/rid=1K36X1TPH-H0RC0J-VK0/Materiales%20Impresos.pdf>
- 34.-Rubio M.J., Berlanga V. Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *Reire* [Internet]. 2012 [Consultado 31 Ene 2020]; 5(2): 83-100. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/41554689.pdf>
- 35.-Saldaña M.R. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del trabajo* [Internet]. 2016 [Consultado 26 Mar 2020]; 6(3): 114. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5633043>
- 36.-Field A. *Discovering Statistics using SPSS: (And sex and drugs and rock 'n' roll)*. 3a ed. Londres: SAGE; 2009.
- 37.-Rubio M.J., Berlanga V. Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *REIRE* [Internet]. 2012 [Consultado 26 Mar 2020]; 5(2):101-113. Disponible en: <http://www.ub.edu/ice/reire.htm>
- 38.-Kruskal-Wallis Test in SPSS (Non-parametric equivalent to ANOVA). The University of Sheffield. Disponible en: https://www.sheffield.ac.uk/polopoly_fs/1.714567!/file/stcp-marshall-KruskalSPSS.pdf

39.-García S.V. Evaluación del material didáctico de cepas de hongos contaminantes como herramienta de aprendizaje en el laboratorio de Microbiología General II y de Microbiología Médica de la carrera de QFB en la FES Zaragoza. Ciudad de México: Tesis y encuadernación ABC; 2019. 40 p.

40.-Vázquez L.G. Evaluación de material didáctico de parasitología como apoyo al laboratorio del programa de microbiología general II de la carrera de QFB en la FES Zaragoza UNAM. Ciudad de México: Tesis y encuadernaciones ABC; 2018. 39 p.

41.- En entorno familiar y el rendimiento escolar. Revista de educación y desarrollo CUCG [Internet]. 1999 [Consultado 03 Ene 2020]. Disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/gp/upload/4752e65faaca7f9923e9eca20926387c.pdf>

42.- Fernández M.P, Caballero P.A. El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado [Internet]. 2017 [Consultado 15 Ene 2020]; 20(1):201-217. Disponible en: <https://revistas.um.es/reifop/article/view/229641>

43.-Solé I. De la lectura al aprendizaje. Leer y escribir con niños y niñas [Internet]. 1997 [Consultado 21 Ene 2020]; p 305. Disponible en: <https://sites.google.com/site/maestriaeneducacionupnnavoja/home/LeerEscribir.pdf#page=306>

44.-Cabero J, Duarte A, Romero R. Los libros de texto y sus potencialidades para el aprendizaje. En Aspectos críticos de una reforma educativa. Universidad de Sevilla [Internet]. 1995 [Consultado 22 Ene 2020]; 21-39. Disponible: http://www.um.es/innova/OCW/disenio_y_evaluacion_materiales_didacticos/mpaz/utilidades/pdf/39.pdf

45.-Area M. Los materiales educativos: origen y futuro [Internet]. 2007. [Consultado 24 Ene 2020]; 2001. Recuperado de <http://cvonline-uaeh.edumx/Cursos/DirEducCont/mateducdig/unidad>

46.-del Carmen L. Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible. Investigación en la Escuela [Internet]. 2001 [Consultado 24 Ene 2020]; (43): 51-56. Disponible en: <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/7669>

47.- Spengler M.C. Egidi L, Craveri A.M. El nuevo papel del docente universitario: el profesor colectivo [Internet]. 2006 [Consultado 25 Ene 2020]. Disponible en: <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/8789/spengler%2C%20craveri%2C%20el%20profesor.PDF?sequence=3>

48.- Sacsquispe R, Ventura G. Manual de procedimientos bacteriológicos en infecciones intrahospitalarias. Lima: Ministerio de Salud, INS; 2001. Disponible en: ftp://ftp2.minsa.gob.pe/descargas/OGCI/proyectosterminados/Proyecto_vigia/Doc12.pdf

49.-Díaz P, Fernández P. La distribución normal. Cad Aten Primaria [Internet]. 2001 [Consultado 26 Mar 2020]; 8: 268-274. Disponible en: http://www.academia.edu/download/56695193/0_CurvaNormal_Pita_1_1.pdf

50.-Juárez F, Villatoro J.A. López E.K. Apuntes de Estadística inferencial. México: Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente; 2002. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Juarez/publication/267681977_Apuntes_de_Estadistica_Inferencial/links/54f9e3690cf25371374ffdfd.pdf

51.- García L. La guía didáctica. Contextos Universitarios Mediados [Internet]. 2014 [Consultado 15 Ene 2020]; (14.5). Disponible en: http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNESCO-contextosuniversitariosmediados-14_5/Documento.pdf