



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA  
PSICOLOGÍA EDUCATIVA Y DEL DESARROLLO

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE INTERVENCIONES  
INSTRUCCIONALES PARA FOMENTAR LA COMPETENCIA  
TÉCNICA PROFESIONAL EN EL ÁREA MICROBIOLÓGICA, EN  
LA TINCIÓN DE GRAM.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**DOCTORA EN PSICOLOGÍA**  
P R E S E N T A

**MARIA DEL CARMEN URZÚA HERNÁNDEZ**

**JURADO DE EXAMEN DE GRADO**

DIRECTOR: DR. MIGUEL LÓPEZ OLIVAS  
COMITÉ: DRA. SANDRA N. CASTAÑEDA FIGUEIRAS  
DR. GONZALO CASTILLO ROJAS  
DR. SALVADOR RODRÍGUEZ ZARAGOZA  
DRA. MA. GEORGINA CÁRDENAS LÓPEZ

MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

# *Dedicatoria*

---

*Este trabajo se lo dedico a lo más valioso que tengo: mi familia*

*A mis padres Alfredo y Habacuc que han sido el ejemplo a seguir en mi vida.  
Cuyo apoyo ha sido fundamental para culminar con esta meta.*

*A Ángel, mi esposo. Sin el apoyo y comprensión brindada la recta final hubiera sido más difícil. El amor que le ha dado un nuevo sentido a mi vida.*

*A Ari, Alfredo, Jovita, Jacqueline y Héctor mis hermanos y confidentes.  
La ayuda constante para llegar a la meta. Gracias por las sugerencias, charlas, chistes y demás que demuestran el verdadero sentido de ser una familia.*

*A mis sobrinos a quienes espero les sirva como motivación para llegar a todas las metas que se propongan por difíciles que parezcan.*

# Agradecimientos

---

*Al Doctor Miguel López Olivas por creer en mí. Porque su guía en este proceso me permitió cumplir con esta meta.*

*A la Dra. Sandra Castañeda porque siempre confió en que podía llegar a culminar este trabajo y por sus aportaciones para el desarrollo del mismo.*

*Al Doctor Gonzalo Castillo, por aceptar el reto de participar en este proyecto y cuyo compromiso con el mismo fue latente en todo momento.*

*A los Doctores Georgina Cárdenas y Salvador Rodríguez por las aportaciones que enriquecieron este trabajo de investigación.*

*A las Maestras Rosa María Ramírez Gama y Guadalupe Tsuzuki Reyes por el apoyo incondicional que siempre me han brindado para la culminación de mis estudios. Sus comentarios y ayuda me han sido muy útiles.*

*Al QFB Alejandro Camacho por el apoyo brindado para la realización del video y para poder cumplir con los trámites necesarios en el momento preciso.*

*Al QFB Raúl Garza V. Secretario Académico de la Facultad de Química y al Dr. Rodolfo Pastelín Palacios Jefe del Departamento de Biología de la Fac. de Química por su apoyo para la realización de este proyecto.*

*A la Lic. Ma. Magdalena Solano R., Mtra. Guadalupe Velasco O. y Mtra. Rosa Martha Fernández V. de la Sección de video del departamento de Diseño y medios Audiovisuales de la Coordinación de comunicación de a la Facultad de Química, UNAM por toda la ayuda brindada para la realización del video, que constituye una parte medular de esta tesis.*

*A todos los profesores, mis muy estimados compañeros de trabajo, que desinteresadamente y con mucho entusiasmo participaron en este trabajo (en orden alfabético): Eduardo Bonilla Espinosa, Alejandro Camacho Cruz, Norma Castellanos Chávez, Atziri Corona Romero, Elsa Escudero García, Rosalba Esquivel Cote, Pilar Granada Macías, Mónica Heras, Hugo Hernández Pérez, Ruth E. Martín Fuentes, Rosa Del Carmen Mateos Marcos, Adriana Mejía Chávez, Raquel Ortega Muñoz, Rodolfo Pastelín Palacios, Christian J. Pérez Shibayama, Rosa María Ramírez Gama, Manuel Suárez Méndez, Norma Trejo Medina, Guadalupe Tsuzuki Reyes y Verónica E. Zavala Zendejas. Gracias por su apoyo y sugerencias para mejorar este estudio.*

*A los estudiantes que entusiastamente apoyaron la realización de este proyecto: Israel Domínguez Calderón, Lila Lubianka Domínguez Ramírez, Grecia González, Luis H. López Hernández, A. Carolina Prado Ramírez, Jazmín Rentería Martínez, Roberto Alejandro Reyes Valdés y Brenda Sánchez Vázquez.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología quien a través de su programa de becas, permitió la realización y culminación de mis estudios de Doctorado.*

*Finalmente, y en el lugar de honor, mi especial y profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México, nuestra Máxima Casa de Estudios, por acogerme nuevamente en esta etapa de formación profesional.*

## **Contenido**

<b>RESUMEN</b>	7
<b>INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>I. MARCO TEÓRICO</b>	11
1. EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS.	11
1.1 Justificación del enfoque	11
1.2 Competencias: Definición y clasificaciones	12
1.3 Enseñanza Basada en competencias (EBC): Generalidades	14
1.4 Enseñanza Basada en Competencias: Implantación y Metodología	17
1.5 Evaluación e Indicadores de competencias	21
1.6 La Acreditación Profesional	29
1.7 Barreras para la implantación de la EBC	32
2. Formación académica y Competencias del Químico Farmacéutico Biólogo	39
2.1 El Químico Farmacéutico Biólogo (QFB)	39
2.2. Perfil del egresado	40
2.3 Formación profesional	40
2.4 Competencias.	42
2.5 Acreditación y Competencia Técnica del QFB	43
3. TINCIÓN DE GRAM	47
3.1 Preparaciones y Tinciones	47
3.2 La tinción de Gram	48
3.3 Importancia en la formación profesional del QFB	52
<b>II PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	55
<b>II PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS</b>	57
<b>III MÉTODO</b>	59
1. PARTICIPANTES	59
2. ESCENARIO	59
3. DEFINICIÓN DE VARIABLES	59
4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	61
5. MATERIALES E INSTRUMENTOS	61
5.1 Instrumentos de observación	61
5.2 Video instruccional	61
6. PROCEDIMIENTOS.	61
6.1.1 Grupos de trabajo	61
7. TRATAMIENTOS	76
8. Tratamiento estadístico de los resultados	81

<b>IV. RESULTADOS</b>	82
1. Validación y confiabilización de los Instrumentos	82
2. Elaboración de video	86
3. Evaluación de las Intervenciones Instruccionales	89
<b>V. DISCUSIÓN</b>	92
1. Validación y confiabilización de los Instrumentos	92
2. Elaboración del video instruccional	94
3. Evaluación de las Intervenciones Instruccionales	96
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	106
<b>IX. LITERATURA CITADA</b>	110
<b>X. ANEXOS</b>	115
ANEXO 1	115
ANEXO 2	118
ANEXO 3	139

## RESUMEN

Las evaluaciones internacionales han demostrado que el sistema educativo mexicano tiene un bajo nivel de aprovechamiento en los diferentes niveles escolares. En lo que se refiere al nivel licenciatura específicamente, existe una gran distancia entre el perfil profesional, el currículo planteado en el papel y los requerimientos de un mercado laboral cada vez más demandante y competitivo. Es por ello que surge la necesidad de crear un nuevo modelo educativo que logre reducir esta distancia, de ahí nace el paradigma de la educación basada en competencias. Existen numerosas definiciones de competencia, sin embargo, todas ellas coinciden en que este término se relaciona con el logro flexible de los tres saberes: el saber, saber hacer y el saber ser.

De la misma forma, dependiendo del contexto se han creado diferentes clasificaciones de la competencia. Una de las categorías de la competencia que se manejará en el presente proyecto de investigación es la competencia técnica profesional. Esta implica la realización correcta de la técnica, es decir de una manera eficiente y eficaz.

En lo que se refiere a la enseñanza de las ciencias, se enfatiza la necesidad de una enseñanza teórica complementada con la parte experimental, sin embargo la evaluación para ambos casos se realiza de la misma forma, mediante exámenes escritos acerca del conocimiento declarativo, y se le resta importancia a la ejecución de técnicas e interpretación de resultados, aún cuando varios autores hacen hincapié en la importancia del mismo para la formación profesional. Aunado a este hecho, se encuentra la escasez de trabajos relacionados con la enseñanza y evaluación del trabajo práctico, y entre los existentes, su fundamentación teórica es deficiente.

Debido a las dificultades observadas en la enseñanza y evaluación de las ciencias de modo general y de la asignatura Microbiología Experimental en particular, se realizó esta investigación con el objetivo de aportar evidencia documentada para proponer alternativas para mejorar la enseñanza y evaluación en las asignaturas experimentales (prácticas). Es así que en el presente estudio se buscó probar cuatro intervenciones instruccionales para seleccionar aquella que favoreciera la formación de una competencia técnica profesional en los estudiantes de la carrera de Química Farmacéutica Biológica (QFB).

Dada la importancia que tiene la tinción de Gram en la formación del QFB, se seleccionó este tema de investigación debido a que constituye la base para la identificación de microorganismos, permite la selección de medios para el aislamiento bacteriano, brinda información para elegir un agente químico para su control; conocimientos que forman parte de las competencias técnicas establecidas en el perfil de egreso de estos profesionistas. Además, esta técnica es la recomendada en diferentes Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y forma parte de los métodos generales de análisis en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM).

Para la realización de este proyecto, se trabajó con 152 estudiantes de quinto semestre de la carrera de QFB, que cursaran por primera vez la asignatura Microbiología Experimental. El estudio se realizó en los laboratorios de la Facultad de Química de la UNAM. Se empleó un diseño cuasi-experimental con grupos independientes no modificados en su conformación natural con pretest y postest con medidas repetidas. Los tratamientos o intervenciones instruccionales empleados en este estudio tuvieron como métodos de enseñanza: a) lección magistral; b) demostración de la técnica; c) video instruccional y d) video complementado con demostración aplicados en dos sesiones, la instruccional en la que se explicó la técnica y otra de refuerzo. Las mediciones del nivel de desempeño de la ejecución se realizaron en cuatro momentos del curso: pretest, sesión instruccional, sesión de refuerzo y una evaluación final.

Con la realización de este estudio, se realizaron dos aportaciones en el campo de la enseñanza y evaluación de la microbiología: la primera respecto al video instruccional, del cual se realizó una búsqueda exhaustiva, sin embargo al no encontrarse ningún material adecuado, se generó uno como parte de este proyecto.

La segunda, obedece a la falta de instrumentos válidos y confiables para la evaluación del desempeño de los estudiantes durante la realización de las prácticas de laboratorio por lo que se procedió al diseño, validación y confiabilización de tres instrumentos de observación, los cuales se aplicaron en los diferentes momentos de evaluación. Los resultados de validez y confiabilidad demuestran que estos instrumentos presentan las características psicométricas requeridas por lo que su aplicación en diferentes contextos garantiza que los resultados obtenidos se interpreten de la misma forma, además de ser comparables.

Por último, el análisis de los datos registrados con el objetivo de seleccionar la intervención instruccional con la cual una mayor cantidad de alumnos lograran los mejores niveles de desempeño. Se encontró que con las intervenciones basadas en el video instruccional como método de enseñanza se obtiene el mayor porcentaje de estudiantes que logran la competencia de estudio.

# INTRODUCCIÓN

El sistema educativo mexicano enfrenta serios retos. El primero proviene de una tasa de crecimiento de la población que ejerce una enorme presión sobre los límites de inscripciones. El segundo es una consecuencia de las tecnologías siempre cambiantes, que requieren programas de educación en los cuales es preciso invertir recursos significativos para la adquisición de equipo, instalaciones y materiales con el objetivo de asegurar que los estudiantes reciban instrucción sobre habilidades y métodos actualizados.

De esta forma, el sistema educativo tiene el reto de facilitar a sus estudiantes las herramientas necesarias para que aprendan a aprender, de manera que puedan acceder a nuevos conocimientos de manera autónoma y eficaz, esto implica el cambio a un modelo pedagógico basado en el aprendizaje más que en la enseñanza.

En el nivel superior, se presenta otra problemática debido a que existe una seria disfunción entre lo requerido en el ámbito laboral y los programas educativos. Esto ha ocasionado que, aunque los egresados posean un extraordinario conjunto de conocimientos teóricos, poco o nada es lo que logran transferir al sector productivo, asimismo tampoco existe la capacidad para identificar, analizar y solucionar problemas.

Ante esta realidad se han buscado alternativas viables de acercamiento entre ambos sectores, una de las cuales es la enseñanza basada en competencias (EBC), definidas como el dominio de conocimientos, habilidades y actitudes aplicados de manera flexible en diferentes contextos.

Por otro lado, la formación de profesionales competentes requiere de: a) un cambio en la forma de enseñanza, b) la adquisición de nuevas herramientas y estrategias didácticas que le permitan un aprendizaje significativo y la posibilidad de lograr la transferencia de los conocimientos adquiridos y c) una evaluación del desempeño que permita poner en evidencia el logro de la competencia o la falta de la misma. Es por ello que esta evaluación debe ser formativa, de manera tal que se establezcan los puntos críticos de la competencia y permita retroalimentación tanto para los profesores como para los estudiantes.

De esta forma, para efectuar la evaluación del desempeño, es fundamental delimitar cuáles son las evidencias o indicadores que informan con seguridad cuándo se ha logrado la competencia y que saberes son importantes, pero no esenciales para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje.

De ahí que en la EBC sea de gran importancia el análisis del perfil del egresado, así como la comprensión cabal por parte de estudiantes y docentes acerca de la relación que tienen todas y cada una de las materias o asignaturas de un currículum en la formación de un profesional que cumpla con las características de egreso planteadas en el plan de estudios.

En este análisis debe quedar claro cuáles son los conocimientos, habilidades y actitudes que un egresado de determinada profesión debe tener, a qué problemas se enfrentará en los diferentes ámbitos laborales y cuáles de ellos están relacionados con las diferentes asignaturas.

Es por ello que para el desarrollo del presente proyecto se analizó el perfil de egreso del Químico Farmacéutico Biólogo (QFB), se investigaron sus competencias profesionales y se seleccionaron aquellas relativas al área microbiológica, especialmente las que se relacionan con la técnica de tinción de Gram. Esta técnica se seleccionó debido a que el dominio procedimental de la técnica, el análisis de los resultados obtenidos y la interpretación de los mismos forman parte de las

competencias que los egresados de la carrera de QFB deben demostrar para su inserción en algunas áreas del mercado laboral como son el sector salud, ambiental, farmacéutico e industrial.

De esta forma, se pretende investigar cuáles son las intervenciones instruccionales más adecuadas para la enseñanza de este tópico y qué indicadores son los que nos proporcionan información sobre el logro de la competencia técnica profesional del QFB en el área microbiológica.

Es así que el presente documento se conforma de las siguientes secciones:

- I. Resumen. En el cual se da un panorama general del proyecto de investigación.
- II. Introducción. Se expone brevemente el contenido de este documento.
- III. Marco teórico. Sección que presenta los fundamentos del proyecto, comenzando con La Educación basada en Competencias, para después abarcar las definiciones de competencia, su clasificación, formación y evaluación. Asimismo, se expone lo que sucede cuando no se logra llegar a la competencia, es decir la incompetencia profesional. Posteriormente, se expone la relación entre una competencia y la educación, es decir cómo se adapta el currículo para implantar este modelo educativo, se incluye la forma en que se puede implantar el modelo de enseñanza basada en competencias y las dificultades a que se enfrentan las instituciones que pretendan adoptar este modelo. Cuando se logra la competencia técnica profesional se puede recurrir a la acreditación o certificación que respalde tal formación, por lo cual este tópico también es incluido. No se puede dejar de lado al QFB, que constituye la población de estudio, es por ello que se muestran las habilidades y conocimientos que debe poseer, así como las competencias que debe poseer este profesional, incluyendo aquellas relacionadas con el área microbiológica y en especial las que se relacionan con la técnica de tinción de Gram y que constituyen la parte central de este proyecto. Por último se presenta la tinción de Gram, técnica seleccionada por su importancia en la formación del QFB y que se tomará como modelo para fomentar la competencia técnica profesional, se incluye la técnica para su realización y su fundamento.
- IV. Planteamiento del problema. Breve justificación de la importancia que tiene la realización de este proyecto de investigación.
- V. Preguntas de investigación y objetivos. Constituyen una guía sobre lo que se pretende con este proyecto, sus alcances así como sus limitaciones.
- VI. Método. Comprende la forma en se desarrolló la investigación, se describe detalladamente la población de estudio, el lugar de realización, el diseño experimental, las variables de estudio y los tratamientos a prueba. Además se indican los análisis estadísticos que se aplicaron.
- VII. Resultados. Se presentan los resultados obtenidos en el experimento, así como su análisis estadístico.
- VIII. Discusión. Se discuten los resultados analizados comparando con lo reportado en la literatura.
- IX. Conclusiones. En esta sección se indican las principales aportaciones derivadas de esta investigación. Como todo trabajo experimental, éste también tiene algunas limitaciones, mismas que se presentan junto con algunas sugerencias para continuar la investigación.

# I. MARCO TEÓRICO

## 1. EDUCACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS.

### 1.1 Justificación del enfoque.

Ante el avance de un mundo laboral urgido de individuos polifuncionales, polivalentes y flexibles se impone la necesidad de buscar mayores vías de acercamiento entre el sector educativo y el sector productivo y de bienes y servicios, los cuales se han comportado tradicionalmente con cierto divorcio. Esto ha provocado la insatisfacción de los empleadores por el desempeño de los egresados de los centros formativos; egresados que si bien responden a adecuados niveles de formación académica, frecuentemente no son capaces de resolver problemas concretos de una función productiva con los niveles de competencia requeridos.

Esta realidad, recurrente en diferentes partes del orbe, justifica la búsqueda de alternativas viables de acercamiento entre ambos sectores. Una de esas alternativas la constituye el análisis de lo que se viene realizando desde el mundo laboral en torno a una oferta de capacitación basada en normas de competencia como vía para incrementar la productividad.

Por otro lado, Ruiz-Iglesias (2001) menciona que el sistema educativo tiene la misión general de formar al hombre para la vida, de manera que participe activa y creativamente en las transformaciones y mejora de la sociedad al facilitarle las herramientas necesarias para que “aprenda a aprender”, de forma tal que pueda acceder a los nuevos conocimientos de manera autónoma, ya que no siempre estará en condiciones para contar presencialmente con un maestro que propicie ese acceso al conocimiento.

En complemento a lo expuesto anteriormente, De la Cruz (2006) indica que la misión de la Universidad es: educar, formar e investigar; lograr la formación integral de los alumnos al formar profesionales competentes que a su vez sean ciudadanos cultos y responsables. Además, menciona que esta institución educativa debe poseer una función cultural, ética y crítica.

En este sentido, Hernández Pina, *et. al.* (2005) mencionan que el desarrollo de la ciudadanía en la sociedad de la información, implica y requiere que las Instituciones Educativas ofrezcan una educación y formación de calidad, que busquen métodos alternativos de aprendizaje para que cada persona pueda adquirir competencias de acción y formarse a lo largo de toda su vida, es decir, mejorar la calidad de la educación mediante la creación de un espacio educativo de formación continua, que permita movilizar a la juventud y apoyar la gestión y transferencia del conocimiento y que a su vez favorezca el diálogo intercultural.

La puntualización y materialización de estas metas se hace patente con el planteamiento de objetivos relacionados con la adopción de un sistema de títulos fácilmente legible y comparable, como algunos de los retos prioritarios. La gran aportación que subyace bajo estos ejes es común y se sitúa ante un modelo educativo centrado en el aprendizaje y pretende el reconocimiento del esfuerzo del estudiante, necesitando la participación del profesorado y de los estudiantes mismos para el proceso de recogida y análisis de la información sobre la situación de partida, previo a la implantación progresiva de los cambios.

Es así que, la enseñanza centrada en el aprendizaje se concibe a partir del análisis de los perfiles profesional y académico, está integrada por competencias lo que supone además la combinación de una enseñanza científica, específica y técnica, y una formación en competencias generales o genéricas (Hernández Pina, *et. al.*, 2005).

Es por ello que, el interés científico, educativo e incluso social de la enseñanza basada en competencias, se deriva del avance y profundización para el conocimiento de los alumnos. Procede de la introducción en aspectos relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje en educación superior, para lograr una mejora de la calidad educativa. Asimismo, se deriva del beneficio y repercusión social que puede ofrecer el estudio de este ámbito de acción para el desarrollo académico y profesional de los estudiantes, para la adecuación de las enseñanzas y aprendizajes a las necesidades del mercado laboral, el aprendizaje permanente y la formación competente (Hernández Pina, *et. al.*, 2005).

En este momento, es conveniente detenerse en las definiciones de lo que se entiende por competencia, así como, por las clasificaciones que de ella existen para continuar la exposición sobre las ventajas y factores que afectan la implantación de este modelo educativo.

## **1.2 Competencias: Definición y clasificaciones.**

Existen diferentes tipos de competencia y de la misma forma numerosas definiciones, sin embargo, en un sentido general, competencia se refiere a la capacidad para usar el conocimiento (Ruiz-Iglesias, 2001).

Para Le Boterf (2001) la competencia es una construcción; el resultado de una combinación adecuada de varios recursos. De esta forma, una persona competente es una aquella que sabe actuar de manera pertinente en un contexto particular, eligiendo y movilizándolo un equipamiento doble de recursos: a) Personales: conocimientos, saber hacer, cualidades, cultura, recursos emocionales, etc. y b) De redes: bancos de datos, redes documentales, redes de experiencia especializada, etc. Por lo tanto, saber actuar de forma pertinente supone ser capaz de realizar un conjunto de acciones según ciertos criterios deseables.

Por su parte, Lasnier (2000) visualiza la competencia como un saber hacer complejo, resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades, habilidades (de orden cognitivo, afectivo, psicomotor o social) y de conocimientos, utilizados eficazmente en situaciones que tengan un carácter común.

En esta línea, Gonczi (1996) define la competencia como una compleja estructura de atributos necesarios (conocimiento, actitudes, valores y habilidades) y las tareas que se tienen que desempeñar en situaciones específicas. Es por ello que, Gonzi y Athanasou (1996) mencionan que la educación superior no sólo debe diseñarse en función de la incorporación de la persona a la vida productiva a través del empleo, sino más bien partir de una formación profesional que además de promover el desarrollo de ciertos atributos, considere la ocurrencia de varias tareas (acciones que suceden simultáneamente dentro del contexto y la cultura del lugar de trabajo) y que, a la vez, permita que algunas de estas acciones sean generalizables.

De acuerdo con López (2004) una competencia se entiende, en el lenguaje corriente, como la capacidad para dominar un campo determinado. El mismo autor cita a Sumerall, *et al.*, para quienes la competencia es idoneidad para tomar decisiones dentro de un ámbito específico; también la capacidad que es causa de un desempeño sobresaliente en una actividad determinada y además la disposición para lograr excelencia en su realización.

En conclusión, todas las definiciones de competencia coinciden en que se trata de una compleja estructura y movilización de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes en conjunción con una serie de comportamientos, facultad de análisis, toma de decisiones, transmisión de información, etc., considerados necesarios para el desempeño de cualquier ocupación.

Cuando se habla un plural (competencias) se hace referencia a modalidades o formas de competencia y en ocasiones a los componentes particulares que la forman. Todas ellas reflejan competencias en sí mismas, algunas muy generales, otras más particulares o sumamente específicas, de modo que quizá lleguen a verse como “subcompetencias”, las cuales a su vez, también pueden ser desagregadas (López, 2004).

Estas subcompetencias o capacidades tienen sentido porque forman parte de una competencia; sin embargo, la competencia no se forma por adición de capacidades, sino que es una realidad holística, más compleja, superior a sus componentes, y dadora de sentido a éstos (Hawes y Corvalán, 2005).

Entre las diferentes modalidades de competencia o subcompetencia y en relación con el presente proyecto se presentan las siguientes definiciones:

*Competencia profesional*: son las capacidades para realizar roles y situaciones de trabajo en los niveles requeridos en el empleo. Incluyen la anticipación para la solución de problemas, la evaluación de las consecuencias del trabajo y la facultad de participar activamente en la mejora de las capacidades terminales del mismo. La competencia profesional básica, característica de cada título, se define y expresa mediante el conjunto de capacidades terminales del mismo y que están contenidos en el perfil profesional (MEC).

De la Cruz (2006) define a la *Competencia profesional* como “Un saber hacer complejo que exige un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y virtudes que garantizan la bondad y eficiencia de un ejercicio profesional responsable y excelente”.

Para Bunk (1994) la *competencia profesional* o de acción profesional es el conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes necesarias para ejercer una profesión, resolver problemas de forma autónoma y creativa y estar capacitado para colaborar en su entorno laboral y en la organización del trabajo.

Por otro lado, Mertens (1997) expone que la *competencia profesional* es la construcción social de aprendizajes significativos y útiles para el desempeño productivo en una situación real de trabajo. Esta se obtiene no sólo a través de la instrucción, sino también –y en gran medida- mediante el aprendizaje por experiencia en situaciones concretas de trabajo.

López (2004) menciona que al identificar competencias profesionales se pueden describir comportamientos específicos de las personas, para favorecer que en su formación académica alcancen niveles óptimos de desempeño en la realización de una tarea y que éstos van más allá del producto, porque importa, además, valorar las formas en que se alcanza un fin, ayudando así a que se logren mejores resultados.

En complemento a lo anterior, Hawes y Corvalán (2005) mencionan que la responsabilidad de la Universidad es entregar a la sociedad a un profesional que sea capaz de desempeñarse competentemente en aquellos dominios de competencia que son los centrales de la formación, entendiéndose como dominio de competencia al conjunto de capacidades de diversa naturaleza que se conjugan en el profesional de manera tal que le habilitan para desempeñar un rol específico: el profesor, enseñar; el médico, diagnosticar; el ingeniero, diseñar; el administrador, gestionar, etc.

Por su parte, Echevarría (2002) diferencia dentro de la *competencia profesional* a las competencias técnicas, relacionadas con conocimientos especializados; competencias metodológicas, que hacen referencia a la aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y competencias participativas, integradas por tendencias interpersonales para la comunicación, cooperación y participación conjunta, y personales relacionadas con los valores y las actitudes y con tener una imagen realista de sí mismo.

En este contexto, Alanís (2000) define a la competencia técnica profesional como el dominio que tiene el sujeto profesional sobre los métodos, procedimientos, herramientas y equipos que le faciliten su actividad manual o intelectual. Pero sobre todo, la competencia técnica toma sentido cuando su aplicación hace que el sujeto logre mejor calidad en sus productos, cuando consume menor tiempo en los procesos (lo cual implica el ahorro de movimientos) y administra mejor su espacio.

De lo anteriormente expuesto, se puede resumir que la competencia profesional implica la capacidad para diagnosticar problemas al ejercer una profesión y buscar soluciones a los mismos de manera autónoma y flexible, incluyendo implícitamente el aprender a aprender, liderazgo, manejo de información y comunicación, entre otros (Ruiz-Iglesias, 2001).

Por otro lado, las competencias también pueden clasificarse, tal y como aparecen en la mayoría de los documentos y directrices en torno a la convergencia europea, en transversales, genéricas y generales y específicas. O bien, se puede retomar la clasificación propuesta por el Proyecto Tuning (Tuning Educational Structures in Europe, 2003), que establece una clara distinción entre competencias específicas y genéricas, clasificando a estas últimas en tres grandes bloques – competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas-.

Finalmente y sin lugar a dudas, se concluye que la nomenclatura o la terminología que se utilice no es lo más importante, en tanto la clave esté en que estas competencias hagan posible la tarea de enseñar y aprender para la profesionalidad, y estén basadas en el saber, saber hacer, saber ser y saber estar (Echeverría, 2003), es decir, que se formen competencias de acción en una sociedad cambiante y en continua transformación y evolución, de forma que la educación superior tenga una función “bisagra” entre el sistema educativo y el mundo laboral y se pueda hablar de saber de la profesionalidad (Martínez-Clares, *et. al.*, 2003).

### **1.3 Enseñanza Basada en competencias (EBC): Generalidades.**

En concordancia con lo expuesto anteriormente, el significado psicoeducativo de competencia se nutre de conceptos relevantes como conocimiento, habilidad, aptitud, capacidad, motivación, que se investigan y aplican separadamente, para con ellos integrar uno más abstracto, general e inclusivo. Además, la competencia es producto de muchos procesos de aprendizaje, que incorporan en la persona rasgos muy diversos: intelectuales, cognitivos, afectivos, motivacionales, conductuales, sociales, aunque no necesariamente hayan ocurrido en contextos escolares, porque se alimenta también de la práctica y la experiencia (López, 2004).

Una vez introducidos en el lenguaje de las competencias, como una nueva ruta de la formación, de la enseñanza y del aprendizaje en educación superior, es posible adentrarse un poco más y describir concisamente cómo se configura este diseño formativo, qué cambios implica y hacia qué resultados se dirige.

La premisa que es fundamento de la formación basada en competencias señala que la mayoría de los estudiantes, sin considerar sus antecedentes educativos, son capaces de dominar cualquier habilidad, si es que se aporta el tiempo y el método adecuado a sus necesidades. La adaptación de esta premisa convierte a los profesores en responsables de un ambiente de aprendizaje que permita a los estudiantes instruirse en niveles diferentes de logro y se espera que todos ellos puedan y dominen los objetivos del programa (Tesar, 1997).

Es por ello, que De la Cruz (2006), menciona que el enfoque de educación basada en competencias es adecuado a nivel Universitario por las siguientes causas:

1. Provee de una mayor transparencia de los perfiles profesionales y a los programas de estudio, poniendo énfasis en los resultados de aprendizaje.
2. Suponen un cambio en el enfoque educativo más orientado a quien aprende.
3. Puede ayudar a solucionar las demandas crecientes de una sociedad de aprendizaje permanente, lo que requiere mayor flexibilidad.
4. Señala la necesidad de niveles superiores de empleo y ciudadanía.
5. Enfatiza la necesidad de un lenguaje compartido para consulta entre todos los implicados.

En este mismo sentido, Huerta (2006) indica que los Principios de la educación por competencias que la hacen adecuada para la enseñanza universitaria son:

- Acercar al alumno lo más pronto posible al campo ocupacional.
- Integrar la teoría y la práctica.
- Reconocer actitudes y valores en la formación profesional.
- Reconocer el aprendizaje independientemente del lugar donde se adquiere.
- Centrar el aprendizaje en el alumno.
- Trabajar en equipo.

De esta forma, la enseñanza basada en competencias (EBC) implica un trabajo conjunto: por un lado supone un compromiso con y para el cambio en la forma de pensar, sentir y actuar del estudiante. Y por el otro, involucra un conjunto de decisiones, actividades y recursos que el profesor utiliza de forma sistemática para facilitar su aprendizaje (De la Cruz, 2006).

En este punto, es preciso preguntarse si la actual universidad profesionaliza y si el alumno está siendo un sujeto activo de su formación profesional, debido a que la EBC implica una formación integral, profesional, personal y dinámica, que a la vez entre en conexión con la vida en un entorno complejo, competitivo y cambiante. Esta formación en y hacia la profesionalización ha de incluir en el diseño y en su implementación formativa lo que ha de ser capaz de hacer y demostrar el estudiante, las condiciones a partir de las cuales las desarrollará y el desempeño requerido para ello (Ruiz-Iglesias, 2001).

De esta forma, se puede conseguir la formación de un profesional competente que al terminar sus estudios logre vincular la teoría con la práctica, así como sus conocimientos con las demandas de los contextos ocupacionales.

En este sentido, es importante recordar que en el concepto de competencia sobresalen tres capacidades: la capacidad de transferir, de solucionar problemas y la de satisfacer al receptor a partir de la obtención de resultados de calidad. El que un individuo sea competente o no, se puede valorar en términos de que sea capaz de transferir lo aprendido, ello patentiza los resultados de todo un proceso de aprendizaje significativo y no sólo un aprendizaje repetitivo o memorístico (Ruiz-Iglesias, 2001).

La transferencia se asocia al desempeño en diferentes contextos o ambientes; si el individuo es adiestrado para actuar en situaciones predecibles, predeterminadas, previstas y no es educado para aplicar estratégicamente lo aprendido en variedad de situaciones, impredecibles y no determinadas, no estará en condiciones de transferir y por tanto no podrá ser polivalente, polifuncional y flexible.

Por supuesto que de la forma en que de manera acumulativa y segregadamente se abordan los conocimientos en los enfoques educativos tradicionales resulta muy difícil y a veces imposible que se puedan lograr verdaderos procesos de transferencia, pues ella requiere de integrar varios conocimientos y habilidades adquiridos de forma global para ser aplicados en actividades con sentido

y no en actividades diseñadas artificialmente para resolver también problemas que no tienen una verdadera conexión con la realidad (Ruiz-Iglesias, 2001).

Con respecto a la capacidad para solucionar problemas, ésta implica no sólo el resultado, sino también el proceso, la capacidad de detectarlos, formularlos, identificarlos, analizarlos, resolverlos y analizar sus posibles soluciones. De ahí el estrecho vínculo entre solución de problemas, creatividad, razonamiento y pensamiento crítico, lo cual coincide con la afirmación que plantea “la no existencia de una capacidad o habilidad única para resolver problemas en general, pues a cada problema corresponden habilidades y conocimientos diferentes” (Ruiz Iglesias, 1999).

La última capacidad implicada está referida a la obtención de resultados de calidad, la cual en sentido amplio exige una planeación estratégica en la que se determinen oportunidades, eficacia y óptimo uso de recursos e insumos.

Estas capacidades expresan la triada del saber, saber hacer y ser en situaciones concretas. La triada debe ser analizada en su conjunto y aunque muchos centran la evaluación de la competencia sólo orientada a los resultados observables del desempeño del trabajo del individuo, no debe olvidarse que en toda actuación o desempeño también está incidiendo una serie de actitudes que en definitiva concretan un sistema de valores (Ruiz-Iglesias, 2001).

Una formación en competencias persigue unos resultados concretos y las situaciones de enseñanza aprendizaje han de perseguir la competencia, reconocerla y evaluarla. El diseño de estas nuevas situaciones de enseñanza-aprendizaje, queda justificado a partir de algunos de los principales modelos teóricos de desarrollo de competencias, los cuales, a pesar de no haber sido proyectados exclusivamente hacia el nivel universitario, tienen una acogida y ubicación casi a medida dentro de este nivel educativo. La causa de adhesión de este modelo está relacionada con que el gran objetivo o misión que se persigue, al igual que en la educación superior, es la profesionalización y cualificación.

Para la adaptación de las competencias laborales al ámbito educativo, Gonczi y Athanasou (1996), establecen tres principales perspectivas o modelos sobre los cuales definir la competencia:

1. *Describir las tareas a desempeñar.* En este enfoque las tareas definidas se convierten en objetivos de aprendizaje. Aparece como una tendencia fácil de implementar para elaborar un currículum de formación.
2. *Describir un conjunto de atributos personales.* Se centra en aspectos más característicos de las personas y de carácter más amplio en cuanto a la aplicación al trabajo (atributos que ocasionan u originan un desempeño laboral exitoso). Se establece lo que sabe, puede y quiere hacer una persona. Se refiere a competencias que pueden aplicarse a una amplia variedad de contextos.
3. *Enfoque integrado u holístico.* Implica la capacidad de movilizar una serie de conocimientos, habilidades y destrezas según las características del contexto y desempeño en que se encuentre el individuo.

La competencia está relacionada con acciones profesionales complejas y tienen su punto de inflexión en la ejecución pertinente de recursos, comportamientos y cualidades personales. Trasladando esta perspectiva a la educación superior, la cuestión sería dar respuesta a qué tiene que saber llevar a cabo, de forma pertinente un egresado de la carrera X. La competencia implica poner en acción destrezas, aptitudes, comportamientos y actitudes, pero además implica una construcción, un acto creador y una combinación de los distintos saberes en la ejecución (Hernández Pina, *et. al.*, 2005).

Vargas *et. al.* (2001) sostienen que bajo este enfoque los estudiantes, además de apropiarse de conceptos fundamentales de las disciplinas, aprenden su aplicación e integración para desenvolverse

con éxito en su etapa formativa, en su desempeño profesional y en su vida personal. La competencia implica, además de conocimientos y habilidades, la comprensión de lo que se hace.

## **1.4 Enseñanza Basada en Competencias: Implantación y Metodología.**

Para la implantación de la EBC se deben identificar y normalizar las competencias. La identificación consiste en un proceso de análisis cualitativo que tiene el propósito de establecer los conocimientos, habilidades, destrezas y comprensión necesarios para desempeñar efectivamente una función laboral. El resultado de identificación de competencias da como resultado el perfil profesional. Este perfil, adoptado como base, se convierte en norma o estándar. Por tanto, la etapa inicial consiste en la normalización de competencias; un proceso de interacción y acuerdo entre diferentes agentes con el propósito de establecer un estándar sobre las competencias que son representativas de una determinada ocupación o profesión (Vargas, *et. al.*, 2001).

Mertens (2003) define las normas de competencia como los atributos que apoyan el desempeño competente y lo vinculan a las tareas que ha de realizar el profesional, quedando integradas por lo que una persona ha de ser capaz de hacer, la forma en que puede juzgarse si lo que hizo está bien hecho, las condiciones en que la persona debe demostrar su competencia y los tipos de evidencia necesarios y suficientes para asegurar que lo que hizo se realizó de manera consistente, con base en un conocimiento efectivo.

Por su parte, Huerta, *et. al.* (2000) mencionan que las normas de competencia son un conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes, identificadas tras el análisis funcional, necesarias para el desempeño competente en una función productiva.

El perfil profesional, establecido a partir de un análisis de necesidades concretas, a partir de diferentes agentes, se convierte en la vía inicial de acceso para la configuración, desarrollo y evaluación de la formación en Educación Superior.

Sin embargo, el establecimiento y definición de los perfiles profesionales no garantiza, por sí mismo, una formación hacia la profesionalización. Se hace necesario y evidente operacionalizar y concretar el proceso. De este modo, como elementos definitorios y configuradores de las normas de competencias y como vías para la operacionalización de estas metas, encontraríamos las unidades de competencia, entendidas como agrupaciones de funciones productivas y acciones específicas a alcanzar (CIDEDEC, 1999). La unidad de competencia está conformada por un conjunto de actividades profesionales con valor significado. Requiere una agrupación de conocimientos y saberes afines, y estos deben ser reconocibles, ya sea como una subfunción formativa o un conjunto de tareas.

Pero, a su vez, operacionalizando aún más el proceso, las unidades de competencia quedarían integradas por elementos de competencia como la descripción de una realización que debe ser lograda. Estos elementos de la competencia aparecen definidos y constituidos por una acción, un comportamiento y un resultado a mostrar. Por tanto, la tarea que aparece no es otra que segmentar las competencias en descripciones generales que se espera que la persona desarrolle y, a su vez, enumerar detalladamente las acciones y comportamientos esperados en el desempeño de la actividad profesional.

Esta tarea analítica es la gran actividad a realizar, es la configuración de los módulos formativos en la educación superior. Este diseño requiere un proceso sistemático donde quede configurado y esbozado cómo movilizar y poner en acción una competencia y forma parte de una etapa laboriosa, para la cual sí se han establecido algunas guías o puntos referentes. El siguiente paso a dar consiste en describir y especificar el proceso mediante el cual se posibilitará el aprendizaje y la enseñanza de la competencia.

La clave está en considerar el itinerario desde una perspectiva gradual. Vargas, *et. al.*, (2001) menciona que dentro del enfoque de la competencia laboral existen diferentes metodologías como DACUM (Developing a Currículo), AMOD (Metodología Centrada en el Aprendizaje) o SCID (Desarrollo Sistemático de un Currículum Instruccional), las cuales, desde diferentes perspectivas, marcan un rumbo en común:

- a) La formación se dirige al desarrollo y evaluación de la competencia.
- b) Se pone énfasis en el logro de resultados.
- c) La enseñanza se basa en el aprender haciendo y en el aprender a aprender.
- d) La evaluación toma en cuenta el conocimiento, las actitudes y el desempeño de la competencia como principal fuente de evidencia (Hernández Pina, *et. al.*, 2005).

Por tanto, en pro favorecer un proceso de aprendizaje hacia la mejora y generación de habilidades y destrezas, pero también hacia el desarrollo de capacidades a aplicar y movilizar en situaciones reales de trabajo, se apuesta por un proceso que facilite desarrollar competencias para la vida, para la participación activa y responsable en la sociedad y en el trabajo, para el desarrollo autónomo y creativo.

Una renovada vía para el diseño de itinerarios de formación emerge de este modo. Esta vía ha de desarrollarse también desde una perspectiva nueva, a partir del cual la competencia en la universidad es trabajada en distintos módulos, niveles, unidades, estadios y actividades formativas, dentro de un programa conjunto y consensuado, de forma tal que la competencia se desarrolle y se valore como la herramienta de formación prioritaria para la profesionalización y no tanto para la empleabilidad, como se viene dice en diferentes foros.

Como síntesis y aplicabilidad de esta taxonomía a la situación de enseñanza aprendizaje, el trabajo de un profesor en las clases debe estar orientado a promocionar la transición de los alumnos de un nivel de análisis de la realidad multiestructural hacia un nivel relacional, correspondiéndose con conocer superficialmente la materia y comprender su significado, siendo capaz de manipularla adecuadamente y transferirla a otros contextos. Quizás la clave está en atravesar la frontera de la reproducción y dirigirlos hacia el significado.

En la práctica educativa, la fidelidad a los pormenores de la reproducción de información se presenta como un requisito fundamental para el aprendizaje; por ejemplo, la utilización correcta de fórmulas, el respeto de las reglas de ortografía, etc. Sin embargo, a medida que se avanza en los eslabones del sistema educativo, la comprensión de la estructura aglutinadora de los detalles concretos y la capacidad de comprender la realidad estudiada, dándole un significado más holístico, se asume como el foco final de los objetivos educativos.

La instrucción basada en competencia profesionales, en una perspectiva cognitiva, es una metodología que identifica los conocimientos necesarios y las habilidades intelectuales, psicomotoras y afectivas críticas, así como el precisar las condiciones y estrategias idóneas por su valor formativo, que se orienten a inducir al logro de altos niveles de desempeño, evaluando su desarrollo para determinar el grado en que satisfacen estándares de calidad exigentes, para el ejercicio de la psicología en los distintos ámbitos. Entre las características principales de la metodología instruccional figuran las siguientes:

1. Informa a participantes e instructores sobre los objetivos de aprendizaje y metas formativas requeridos para dirigir al estudiante hacia el logro de ejecuciones exitosas.
2. Selecciona tareas de aprendizaje apropiadas a la competencia que se desea lograr.
3. Prescribe experiencias de aprendizaje relevantes para mejorar el desempeño.
4. Se apoya en material didáctico idóneo para adquirir el conocimiento necesario.

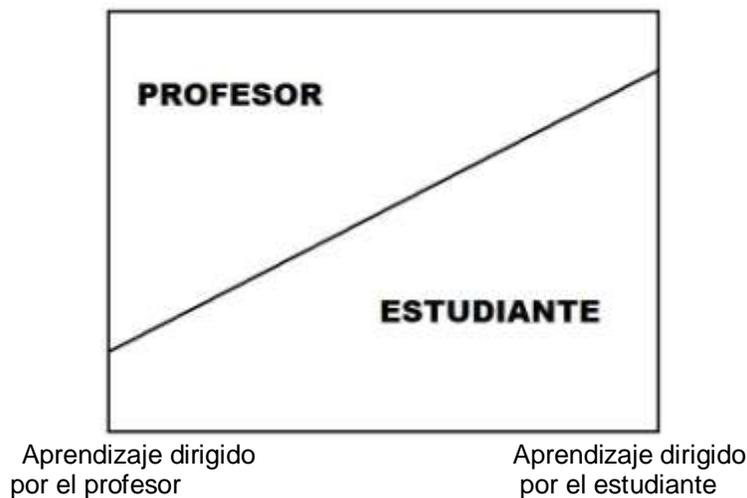
5. Utiliza evaluación formativa frecuente para retroalimentar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.
6. Apoya los procesos metacognitivos y de autorregulación del aprendizaje para estimular las habilidades de pensamiento y los aspectos afectivos y motivacionales.
7. Reconoce el esfuerzo y la persistencia, y no sólo los productos de una ejecución para alentar al aprendiz.
8. Asume que el desarrollo de una habilidad es un proceso gradual e incremental que demanda práctica retroalimentada extensa, y que requiere tiempo suficiente para su consolidación.
9. En las fases iniciales, identifica criterios de ejecución en la evaluación.
10. En las etapas avanzadas, plantea aspectos normativos.
11. Exige requisitos para ingresar a los programas formativos y las sesiones prácticas.
12. Respeta las diferencias individuales, permitiendo a cada participante el dominio de tareas de acuerdo con su ritmo y estilos de aprendizaje, mediante la flexibilidad, métodos y tiempos de aprendizaje variables.
13. Utiliza contextos de aprendizaje variado, intraescolares y extraescolares, enriqueciendo las experiencias formativas directas e indirectas (López, 2004).

La propuesta instruccional se orienta a planear y utilizar estrategias que permitan integrar, de manera simultánea, numerosos componentes que difieren en su naturaleza, pero que son igualmente importantes: conductuales, cognitivos, éticos, motivacionales y disposicionales, manteniendo el control de la calidad en cada actividad y también haciendo un uso selectivo de ellas. Cabe citar entre estos:

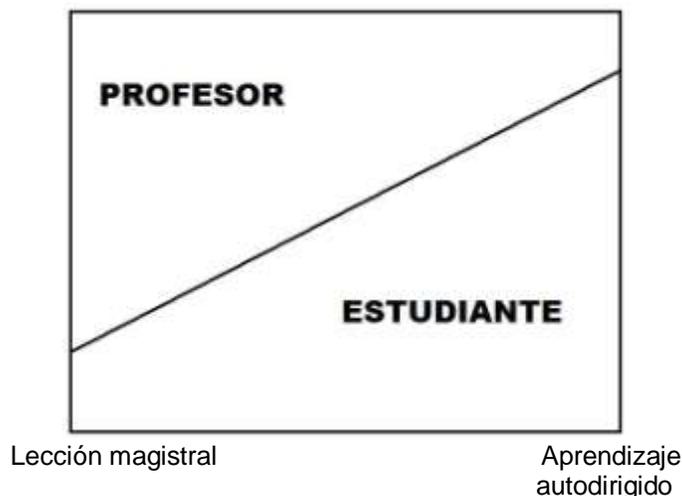
- Entrenamiento en solución de problemas.
- Entrenamiento en trabajo por proyectos.
- Participación en actividades de trabajo cooperativo.
- Aprendizaje situado en contextos que sean relevantes a las actividades y problemas a abordar
- Evaluación formativa intensiva.
- Cursos formales, presenciales y en línea.
- Participación en programas de educación continua.
- Práctica intensiva para favorecer precisión, rapidez de respuesta y adecuación.
- Trabajo independiente supervisado, cercano a las condiciones reales de operación.
- Análisis de casos, discutiendo causas, efectos, significado, alternativas de solución o de tratamiento, pruebas de hipótesis, aspectos éticos y legales.
- Análisis de errores, para disponer de retroalimentación formativa, identificando con claridad qué estuvo deficientemente ejecutado: diagnóstico, tratamiento, seguimiento.
- Protocolos de desempeño; verbalizar lo que se está haciendo o en lo que se está pensando al resolver un problema o atender un caso a fin de permitir diálogos, cuestionamientos, justificaciones.
- Discusiones teóricas, con el propósito de profundizar, intercambiar y afinar puntos de vista acerca de un fenómeno, sus manifestaciones, causas, efectos e implicaciones.
- Investigación básica. Es la manera más formal y exigente de estudiar los procesos o fenómenos del campo; permite profundizar en el conocimiento de sus propiedades y características, y someter a prueba hipótesis y suposiciones.
- Elaboración de reportes de lecturas, conferencias, disertaciones, demostraciones. Cuando se organiza, discute o comparte la información a que se ha estado expuesto, aumentan los niveles de comprensión y retención.
- Realización frecuente de tareas relevantes que sean demandantes de esfuerzo, dedicación y perseverancia, fortaleciendo así la disposición a alcanzar las metas propuestas y a lograr niveles de calidad considerables.
- Uso de material instruccional idóneo en su contenido, actualización, pertinencia, presentación de casos y ejemplos ilustrativos de métodos y estrategias.

- Exposición escrita de informes, reportes, propuestas, proyectos, programas, etc.; demandando que su formulación sea clara, ordenada y correcta.
- Modelamiento, para observar casos, eventos o situaciones que constituyan prototipos ilustrativos de un desempeño, un proceso, una intervención.
- Empleo de recursos tecnológicos y de multimedia con la mayor diversidad y amplitud posibles, con la finalidad de extender el campo de consulta, intercambio y participación, en sentido formativo (López, 2004; De la Cruz, 2006).

Cualquiera que fuese la estrategia seleccionada, De la Cruz (2006) menciona que al inicio del curso, el profesor brindará la ayuda ajustada al alumno para que logre aprender, resolver un problema, plantear un proyecto, etc. o en ocasiones modelará la forma en que el estudiante debe hacerlo, conforme el tiempo del curso avance, el docente irá retirando poco a poco su ayuda hasta lograr el aprendizaje autónomo del estudiante. De manera gráfica, este autor representa este proceso como se muestra en las figuras 1 y 2:



**FIGURA 1.** Cambio que sufren los roles del alumno y del profesor durante el proceso E-A de competencias, del método centrado en el profesor al aprendizaje autónomo del estudiante.



**FIGURA 2.** Cambios en el método de enseñanza para la formación de competencias. En un inicio, dirigido por el profesor y al final, por el alumno.

Por otro lado, Tesar (1997) expone que para la EBC con los limitados recursos con que normalmente se cuenta en países como México, así como la urgente necesidad de su modernización, existe la necesidad de adquirir los materiales y elementos de instrucción acudiendo a fuentes externas, y de hacer las adaptaciones adecuadas para satisfacer las necesidades de la educación mexicana.

Muchos esfuerzos de mejoramiento han seguido a la metodología que considera que solamente un grupo seleccionado de docentes deben recibir el tiempo y los recursos para crear, probar y revisar un programa institucional piloto, el cual posteriormente será difundido al resto del cuerpo docente. Este método no ha sido fructífero, ya que hasta el mejor profesor puede tener solamente algunas, si es que tiene alguna, habilidades en el diseño y desarrollo instruccional.

También puede ser bastante costoso, especialmente si se van a crear materiales de apoyo audiovisuales de buena calidad. Requiere mucho tiempo, a menudo requiere años de complejas revisiones y pruebas. Los instructores que no han participado en el desarrollo del material del curso probablemente rechazarán los nuevos recursos de instrucción, especialmente aquellos que contienen métodos no familiares para ellos.

Existen varias fuentes de recursos de instrucción disponibles comercialmente. Sin embargo, los costos iniciales son altos y las licencias, regalías y gastos de derechos de autor requieren de desembolsos financieros a largo plazo. Además, los programas comerciales podrían no conformarse de manera inmediata al formato EBC.

Una búsqueda a nivel internacional de los materiales disponibles públicamente, combinados con aquellos accesibles a un costo bajo o gratuitos provenientes de la industria, debe incidir en que se puedan modificar y adaptar a las necesidades de capacitación de México. Un proyecto institucional debe afrontar el costo de esta búsqueda de materiales de instrucción en todas las áreas de especialización posibles. Posteriormente, se debe hacer un inventario de materiales y revisarlos para ver si el contenido es pertinente. Este trabajo lo deben hacer varios comités de trabajo formados por instructores mexicanos. Al adaptar y sintetizar programas de instrucción, estos comités pueden crear objetivos curriculares que servirán de base para la revisión de normas de Competencia y consecuentemente, establecer las competencias profesionales y criterios de desempeño. Una vez que se obtiene un acuerdo sobre las competencias, los especialistas en material audiovisual y en diseño de instrucción pueden organizar los materiales de enseñanza, proporcionar ayuda complementaria y alternativas de aprendizaje (Ruiz-Iglesias, 2001).

De esta forma, una vez que se establecen los criterios de desempeño y las metodologías instruccionales, queda por definir el último y más importante paso de todo proceso educativo: la evaluación.

## **1.5 Evaluación e Indicadores de competencias.**

En toda actividad de enseñanza se debe considerar que la evaluación: acredita y certifica que se han alcanzado los objetivos de aprendizaje; no es un elemento aislado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino un paso más cuyos objetivos son:

- Facilitar y mejorar el aprendizaje de los estudiantes.
- Comprobar si se han alcanzado los objetivos de aprendizaje establecidos.
- Mejorar la docencia.
- Proporcionar la información para la gestión de la calidad de la institución (Amador, 2004).

Con respecto a la evaluación de competencias, Vargas, *et. al.* (2001) indican que es un proceso de constatación de evidencias de desempeño y del conocimiento y comprensión que una persona

demuestra en relación con una función definida -usualmente en un perfil o en una norma de competencia-. Además que de manera general, la evaluación de competencias se orienta en un tipo de evaluación formativa y sumativa que se lleva durante el proceso educativo, esto a fin de que la recogida de información sea cuantitativa y cualitativa, así como, analizar lo mejor posible los componentes del proceso enseñanza-aprendizaje, mismos que pudieran ser:

- \* El conocimiento previo y motivación.
- \* Las características del material utilizado.
- \* Las actividades y su participación en éstas.
- \* Los recursos usados para la solución de problemas educativos.
- \* La participación y compromiso del alumno.
- \* Los resultados de las actividades y logros del alumno.
- \* La innovación y transformación de materiales realizada por los alumnos (Romero, 2005).

Romero (2005) al plantear la interrogante ¿Cómo se evalúa una competencia?, responde que no se debe confundir la evaluación de la competencia en lo que se refiere al logro del alumno y la evaluación de la competencia en sí; esto se realiza básicamente a partir de una creación de indicadores que permitan medir los distintos niveles de eficacia, eficiencia y pertinencia, que permita dar cuenta de los avances aptitudinales y de crecimiento en cada una de las competencias diseñadas o delimitadas para la enseñanza.

Las evaluaciones realizadas deben permitir medir en la escuela el impacto esperado en diversas áreas relacionadas con la institución involucrada; este proceso hace posible la calificación formativa y sumativa que permite revisar dentro de la institución educativa la actuación de los involucrados en sus diversas áreas, lo que permite una continua retroalimentación y creación y recreación de caminos a seguir para lograr las competencias clave.

Por otro lado, para que pueda efectuarse una evaluación basada en competencias es necesario que el diseño instruccional sea congruente con el logro de las mismas. De esta forma, cuando las competencias se encuentran adecuadamente diseñadas e implementadas, las evaluaciones de ejecuciones complejas pueden permitir una medición confiable del pensamiento y del razonamiento en materias escolares y en competencias laborales. Liberan a los evaluadores de las limitaciones por fragmentación impuestas por las pruebas tradicionales y permiten identificar estándares o criterios de ejecución para un sistema educativo cuyo propósito es fomentar el desarrollo cognitivo (Castañeda, *et. al.*, 1998).

Zoller (1993) plantea que en la medida en que la Ciencia y la tecnología sólo nos ayudan a establecer qué es lo que se tiene que hacer, se requiere promover la formación de científicos y tecnólogos cuya capacidad de pensamiento crítico apoye el establecimiento de que es lo que se debería hacer. Así, un propósito de la educación en Ciencias, requiere de técnicas de evaluación que midan si se desarrollaron las competencias para el razonamiento, la toma de decisiones, la solución de problemas y el pensamiento crítico.

Por otro lado, la evaluación de competencias plantea la evaluación de desempeños (ejecuciones) fácilmente reconocidos y aceptados por todos como desempeños deseados, y medidos como medidas directas. Por esta razón, se considera que los sistemas educativos requieren incorporar este tipo de evaluación. Para propósitos de instrucción y de certificación es substancial la utilización de medidas directas. Esta es la única manera de mejorar el nivel de logro alcanzado por los estudiantes.

Asimismo, la evaluación por competencias debe establecer qué deben saber y qué deben ser capaces de hacer los evaluados, de tal manera que se pueda medir el dominio logrado en los conocimientos y las habilidades subyacentes para un desempeño satisfactorio. De igual manera, la evaluación podrá permitir que todo avance en los componentes antes citados sea acumulable, es

decir, les permita continuar aprendiendo y perfeccionándose a lo largo de su vida (Castañeda, *et. al.*, 1998).

Se plantea una forma de evaluación derivada de la especificación de un grupo de resultados que requiere establecer claramente, tanto los resultados (generales y específicos), como los juicios objetivos y razonables que pueden hacer asesores y terceras partes interesadas sobre el logro o no logro de tales resultados que certifiquen el progreso del participante sobre la base del logro demostrado en estos resultados (Wolf, 1995).

Algunos de sus componentes principales son:

1. El énfasis en resultados, específicamente, resultados múltiples, cada uno considerado separadamente y de manera distintiva.
2. La creencia de que los resultados pueden y deben ser especificados hasta el punto donde sean claros y transparentes para asesores, asesorados y terceras partes interesadas, de tal forma que les permita entender aquello que está siendo medido y qué es lo que se debería haber logrado.
3. Su naturaleza es vocacional, en esencia y abocada a la idea de ejecución “de la vida real”.
4. La evaluación se concreta mediante criterios de ejecución altamente especificados. Éstos son afirmaciones mediante las cuales los asesores juzgan cuando la evidencia provee suficiencia para demostrar ejecución competente. Se describen en oraciones cortas con dos componentes: un resultado crítico y una afirmación evaluativa de cómo la actividad ha facilitado el resultado requerido.
5. El criterio de ejecución establece medidas explícitas de los resultados.
  - a) Correspondencia uno a uno con resultados basados en estándares. La evidencia reunida debe mostrar que un candidato ha logrado cada uno de los criterios individuales de ejecución.
  - b) Sólo se utilizan dos juicios: competente y todavía no competente.
  - c) La ejecución debe ser demostrada y evaluada bajo condiciones lo más cercanas posibles a aquellas bajo las cuales serán ejecutadas normalmente.

La metodología para poder evaluar competencias requiere de un extenso y detallado número de criterios específicos de ejecución. Es decir, de una metodología de evaluación muy específica; una metodología que provee de información acerca de las competencias de los candidatos (habilidades, conocimientos, orientaciones motivacionales, etc.) que sea sustantiva, específica y altamente confiable.

Al igual que en cualquier construcción de pruebas, se requiere la especificación del dominio particulares que se quiere evaluar y/o modelar. Éste es un elemento esencial para ganar transparencia.

La investigación en evaluación de las competencias ha demostrado que los formatos de evaluación convencional no facilitan evaluaciones comprensivas, completas y ampliamente representativas de las tareas críticas, como tampoco evalúan los niveles esperados (estándares) de conocimientos y habilidades (competencias) que se requieren en un dominio de conocimientos determinado.

Otro problema de la evaluación tradicional ha sido ignorar que el logro de las competencias requiere de diversos momentos de su evaluación. Evaluar las competencias necesita de una planeación sistemática de los momentos críticos en los que hay que evaluar, de tal manera que en su planeación se consideran las diversas “capas” o niveles en los que los evaluados manifiestan explorar inicialmente, adquirir o bien refinar el conocimiento de las habilidades asociadas para manejarlo.

Dado lo anterior, en la evaluación de las competencias se reconocen dos demandas evaluativas actuales:

- a) La necesidad de contar con una variedad de formatos de evaluación de tareas que den la oportunidad al evaluado de demostrar sus competencias, diversidad de formatos que cubran, de ser posible en su totalidad, la mayoría de las tareas representativas del contenido o dominio de conocimiento que se está aprendiendo.
- b) La construcción de tareas de evaluación que explícitamente incluyan los niveles esperados de lo que deben saber (conocimiento declarativo) y de lo que deben ser capaces de hacer (procedimental) en las tareas críticas del dominio de conocimiento en el que se está evaluando. Éste es el elemento clave para medir las competencias (Castañeda, *et. al.*, 1998).

En este sentido, Hernández Pina, *et. al.*, (2005) mencionan que la evaluación por competencias debe dirigirse al aporte de información sobre cuánto y con qué calidad han aprendido los estudiantes según lo previsto. Para ello se debe considerar el hecho de que sin incluir cambios en la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes no es posible el diseño de una nueva formación en la universidad.

De esta forma, los profesores deberán pensar y poner en marcha una evaluación tal que los requerimientos y las respuestas de los exámenes sean un modo de asegurar la comprensión conceptual, y por ende, la complejidad estructural de los más altos niveles (Hernández Pina, *et. al.*, 2005).

El reto en educación consiste en avanzar desde la descripción y comprensión del aprendizaje en torno a los motivos y estrategias de los estudiantes hasta lograr dar un paso hacia adelante y conocer cuáles son los productos y evidencias de estos alumnos ante una tarea de aprendizaje.

El núcleo sustantivo es obtener información tangible y operacional; evidencias, acciones y comportamientos medibles y observables que aporten una visión más amplia sobre el proceso que sigue el estudiante al aprender y la calidad de los resultados que alcanza; apostando desde el inicio por una formación en educación superior diseñada, desarrollada y evaluada en torno a la competencia de acción (López, 2004).

Para cada competencia global que expresa el estado final o terminal a alcanzar (para el diagnóstico, para la intervención, etc.), es necesario identificar los componentes que la forman. Aquí podrían ser englobados en dos los componentes principales: 1) rasgos constitutivos, 2) indicadores de desempeño (López, 2004).

Los rasgos constitutivos se refieren a todos los aspectos de interés observables en los comportamientos, a los procesos cognitivos relevantes en ellos, a los componentes afectivo-motivacionales y a los valores involucrados. Los indicadores de desempeño son las especificaciones, normas o estándares aplicables que permiten evaluar la calidad de la forma en que son ejecutadas, por tanto, se requieren ambos componentes para identificar, clasificar o tipificar y evaluar cada competencia o modalidad de ella. Como se verá más adelante, estos dos componentes son necesarios tanto para la formación como para la evaluación de competencias, pero por ser de naturaleza diferente pueden tener distintos pesos y puntos de observación cuando se trabaja en uno u otro contexto (López, 2004).

En las etapas iniciales de la planeación de indicadores, éstos son propuestos como estimaciones con valor comparativo, que servirán para analizar el desempeño, debiendo incluirse criterios que permitan ponderarlo cualitativa y cuantitativamente. También es factible examinar qué insumos deberían utilizarse para alcanzar resultados, productos o impacto que sean observables y mensurables. Estos valores previos de referencia deben revisarse en su adecuación a la competencia y, en caso necesario, ser reemplazados por indicadores con mayor validez, confiabilidad, pertinencia y sensibilidad. Un aspecto de especial importancia es que la evaluación de competencias se haga mediante formas que garanticen que la obtención de información sea realista y sustancial.

Además, la evaluación de competencias plantea evaluación de desempeños (ejecuciones) fácilmente reconocidos y aceptados por todos como desempeños deseados, y medidos de manera directa. Por esta razón, se considera que los sistemas educativos requieren incorporar este tipo de evaluación. Para propósitos de instrucción y certificación es sustancial la utilización de medidas directas. Esta es la única manera de mejorar el nivel de logro alcanzado por los estudiantes (Castañeda, *et. al.*, 1998).

Los indicadores de desempeño deben ser objetivamente enunciables y verificables, para entonces fijar el nivel de efectividad necesario y determinar las pruebas requeridas para establecer si los objetivos, los procesos o los productos generados fueron alcanzados y constatar el nivel de calidad de éstos, en comparación con una norma de desempeño.

En relación con el desempeño objetivo, las normas pueden referirse a cantidad, calidad, tiempo, lugar, adecuación, instrumentación, efectividad, y otras especificaciones, que en conjunto contextualizan la verificación, al destacar las características más importantes de la competencia y constituir la base para el seguimiento y evaluación del desempeño.

No obstante, también es importante adoptar indicadores que atiendan a los aspectos cognitivos del proceso (razonamiento, toma de decisiones, elección de cursos de acción, verificación o monitoreo) y a los motivacionales y afectivos, como puede ser la disposición para la tarea, persistencia para alcanzar una meta, nivel de eficacia demostrado, nivel de involucración exhibido, entre otros (López, 2004).

De cualquier forma, es necesario, expresar cuáles serán los rasgos constitutivos y los indicadores de desempeño más apropiados para su enunciado, observación y evaluación, con niveles congruentes de generalidad e inclusividad. Quizá se advierta un cierto riesgo de atomizar en demasía los distintos niveles de agrupamiento, por lo que conviene mantener niveles de descripción y generalidad más integradores y que estén más claramente diferenciados, para que su valor informativo, se torne más significativo, facilitando tanto el diseño instruccional, como el empleo de estrategias de evaluación para determinar y orientar el nivel de logro (López, 2004).

Ruiz-Iglesias (2001) menciona que lograr la transferencia de estos niveles al ámbito pedagógico requiere considerar el elemento formación profesional. Es conveniente recordar que los elementos claves del perfil del egresado están dados por la formación: intelectual, de valores, cultural y la profesional.

Esta última abarca los conocimientos teóricos y prácticos de la profesión, las experiencias prácticas durante la carrera, la predisposición hacia la innovación y la creatividad, la capacidad para la solución de problemas y la toma de decisiones, las habilidades transferibles, el desarrollo de acercamientos y soluciones interdisciplinarias, el compromiso con el aprendizaje de por vida, entre otros. El elemento, de formación profesional, es el que encierra la situación problemática dada por la contradicción entre lo que se aspira y las posibles barreras que interfieren ese nivel de aspiración.

Rush, *et. al.* (2003) indican que para la evaluación de la o las competencias, es importante definir los criterios de desempeño y que los estudiantes los comprendan y tengan presentes para que estén concientes de lo que se espera de ellos. En la misma línea, Tan y Prosser (2004) subrayan la importancia de determinar esos criterios a fin de establecer qué es significativo para un determinado nivel de consecución.

En este sentido, Hawe (en Vargas, *et. al.*, 2001) enfatiza la conveniencia de especificar explícitamente esos criterios, apoyando que la clara descripción de los criterios para el cambio a un mejor nivel de ejecución son importantes tanto para informar a los estudiantes sobre qué se espera que aprendan y cómo cambiarán, así como para que los profesores estén informados sobre cómo pueden evaluar a los estudiantes.

Esta última etapa indica que el desarrollo de competencias requiere comprobarse con la práctica, a partir de criterios de desempeño claramente establecidos. Los criterios de desempeño establecen las condiciones para inferir el desempeño profesional y son la base para evaluar si el individuo alcanzó la competencia (Huerta, *et. al.*, 2000).

Los criterios de desempeño han de ser entendidos como los resultados esperados en términos de productos de aprendizaje; son los referentes a evaluar. Para lo cual, es necesario describirlos así como su campo de aplicación y las evidencias de desempeño. También han de aparecer enunciados los pasos necesarios para realizar las actividades y los estándares de realización. Estas evidencias han de ser medibles y observables. Son aspectos esenciales para definir y comprobar si se ha alcanzado un desempeño exitoso.

En este sentido, es necesario puntualizar que a la hora de formular los criterios y evidencias de desempeño, en el nivel operativo, la evaluación se centre en la ejecución y no en el examen de conocimientos (Vargas, 1999).

La institución formadora ha de identificar la competencia (establecer el perfil profesional), operacionalizar, diseñar e implementar la formación de la competencia y evaluarla, basándose en experiencias para acreditar si el individuo es competente. Ante la respuesta afirmativa, la institución certificará esa competencia como un medio de garantizar la calidad del resultado alcanzado y expresar el nivel de competencia desarrollado.

Es así, que desde el enfoque de las competencias, la observación del desempeño es relevante para determinar el nivel de competencia (Hernández Pina, *et. al.*, 2005).

Cualquier listado de competencias, por sí solo, no describe qué se espera de un graduado. Es necesario, por tanto, definir niveles de ejecución, descomprimidos e identificados en cada uno de los elementos de la competencia. En definitiva sería necesario definir qué significa ser competente en una determinada profesión.

Las orientaciones o recomendaciones para el diseño, desarrollo y evaluación de la formación en estas competencias estarían en la siguiente línea (Kift, 2002):

1. Instruir al estudiante en el marco teórico y de aplicación de la competencia, actuando el profesor como guía al ofrecer retroalimentación formativa.
2. Centrados en el contexto de aplicación de la competencia, dar independencia para que el estudiante perciba los modos en que puede mejorar.
3. Transferir el uso de la competencia a una amplia variedad de circunstancias y contextos. Los estudiantes han de ser capaces de adaptar y ser creativos en los modos de usar y movilizar la competencia.
4. Diseñar criterios de desempeño específicos para cada nivel de operacionalización de la competencia.
5. Diseñar auténticas tareas de evaluación para el desarrollo de la capacitación desde el marco de trabajo en que se ha desarrollado y evaluar el nivel de consecución.
6. Dar oportunidades a los aprendices para monitorizar y reflexionar sobre el modo en que han aprendido y la calidad de su cambio, y desarrollar esas habilidades sistemáticamente.

Kift (2002) propone una integración de las siguientes etapas para definir las competencias, monitorear el progreso y evaluar el cambio:

- Identificar la competencia a desarrollar, planificar los aprendizajes y los cambios a alcanzar.
- Desarrollar una estrategia, usando habilidades para el aprendizaje.

- Monitorear el progreso mediante habilidades para mejorar el aprendizaje y el cambio, adaptando las estrategias tanto como sea necesario.
- Evaluar la competencia y el trabajo alcanzado.

A partir de estas etapas, se percibe la necesidad de definir cada uno de los niveles de la competencia, lo que ha de ser capaz de hacer el estudiante y a partir de qué actividades y, tras ello, llevar a cabo una evaluación, dirigida a recoger evidencias del desempeño de un estudiante.

En este punto, cabe destacar que las competencias deben ser evaluadas por personas probadamente competentes apoyadas en criterios, normas, procedimientos y estándares que permitan llegar a juicios no sólo objetivos, sino también sensibles a la complejidad y diversidad de rasgos propios de comportamientos que engloban múltiples componentes altamente dinámicos.

Es por ello que la evaluación de competencias se realiza usualmente mediante la utilización de instrumentos y procedimientos que se aplican bajo condiciones formales de prueba o examen, definiendo con claridad en qué van a consistir, a quién están dirigidos, cuál será su duración, qué efectos tendrán sobre quienes participen en la evaluación, entre otros aspectos importantes.

De esta forma, la evaluación de competencias puede situarse en dos contextos: el de los programas formativos para desarrollar competencias y el de certificación de competencias. En el primer caso, la evaluación para determinar el nivel de desarrollo de la competencia es interna al programa y en ella, participan directamente los responsables de la formación, en tanto que la certificación de competencias es un proceso formal, a cargo de sociedades profesionales, centros nacionales de evaluación o instancias académicas de alto nivel, independientes del programa. No obstante que sus fines son diferentes (porque en el primer caso se acentúan los aspectos formativos), también es necesario asegurar que los procedimientos a aplicar sean sistemáticos y estratégicos, a fin de cumplir su papel retroalimentador en el proceso (López, 2004).

Además, es conveniente recordar que el problema no es hacer exámenes u otro tipo de actividades a lo largo del curso académico, sino diseñar un sistema de evaluación en el que los criterios, actividades, peso de cada actividad sean adecuados a los objetivos de aprendizaje y que pueda dar cuenta de su adquisición.

Por otra parte, cabe señalar que la situación de examen no tiene que limitarse a pruebas de lápiz y papel o reactivos de opción múltiple, en condiciones de alto control y, por lo mismo, artificiales y estresantes. Al contrario, debe procurarse amplitud y diversidad en las modalidades que se sigan, para favorecer y dar la oportunidad a que se exhiban todos aquellos rasgos o componentes que sean informativos de los avances del estudiante, con una visión completa e integral, en ambientes realistas y motivadores, sin que esto implique perder formalismo u orden.

También debe atenderse, en el sentido formativo, el nivel en que se encuentra cada uno de los participantes, de manera que la dificultad y complejidad de las tareas a resolver están graduadas para ofrecer retos y exigir desempeños que obliguen a esforzarse y a tratar de alcanzar estándares cada vez más altos, estableciendo la distancia que separa al resultado observado del resultado esperado.

El análisis de los resultados verificables ofrece información muy valiosa para determinar tanto el nivel de ejecución que se observa en un punto del proceso formativo, como el desempeño predecible para asumir funciones y responsabilidades en el contexto laboral (López, 2004)

Gonczi (1996) enfatiza que la evaluación se encuentra en el centro del método basado en competencias. Como regla general, en la evaluación de la EBC siempre se debe intentar seleccionar los métodos más directos y relacionados con el desempeño que se valora. Por otra parte, mientras menos evidencia exista sobre el efecto de la competencia, ésta será menos generalizable en el

desempeño de otras tareas. En consecuencia y en relación con lo expuesto anteriormente sobre otros autores (Castañeda, *et. al.*, 1998; Amador, 2004 y López, 2004), se recomienda utilizar una mezcla de métodos para proporcionar evidencia sobre el logro de la competencia.

Amador (2004) menciona que en la EBC al igual que en otros modelos educativos, las estrategias de evaluación deben ser multidimensionales y relacionadas con los objetivos de aprendizaje. Para ello es importante diferenciar, según los objetivos de aprendizaje, el tipo de recogida de información: los exámenes, pruebas, actividades, etc.; que han de ser diferentes y acorde al número de estudiantes. Además, este mismo autor indica que las demandas que se planteen en la evaluación, deben ser semejantes a las trabajadas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ello requiere diseñar actividades de evaluación que permitan la transferencia del aprendizaje.

De acuerdo con estas consideraciones, el autor destaca los siguientes procedimientos de evaluación como los principales para el aprendizaje de competencias:

1. Tradicionales:
  - a) Pruebas objetivas con ítems de selección simple, múltiple, de la mejor respuesta, de base común, de ordenamiento, verdadero o falso, emparejamiento, etc.
2. Mixtos:
  - a) Pruebas libres escritas: respuesta abierta o breve.
  - b) Pruebas libres orales.
3. Alternativo:
  - a) Portafolios.
  - b) Desarrollo de proyectos.
  - c) Prácticas en contextos de simulación o reales.
  - d) La evaluación por compañeros (por pares).
  - e) La autoevaluación: reflexión crítica para la mejora del aprendizaje.

De la Cruz (2006) propone los siguientes métodos de evaluación del aprendizaje de competencias, algunos de los cuales coinciden con lo expuesto por Amador (2004): Autoevaluación, evaluación por pares, coevaluación, resultados de aprendizaje, realización de actividades, pruebas de ejecución y escalas de observación.

De estos métodos, el docente deberá seleccionar el que mejor se ajuste al método de enseñanza seguido, al tipo de conocimiento que está enseñando y al objetivo que se pretende lograr. En otras palabras, el método de evaluación dependerá del tipo de evidencia que se desea conseguir.

Como se mencionó anteriormente, para la evaluación de competencias se requiere evaluar el desempeño como evidencia del logro o avance del estudiante. Es por ello que Gonczi (1996) propone a los métodos integrales, que tratan de combinar conocimiento, entendimiento, solución de problemas, habilidades técnicas, actitudes y ética, como la mejor forma de la evaluación en la EBC. De esta forma, la teoría y la práctica de diferentes disciplinas se combinan en una evaluación integrada y "holística", la cual se caracteriza por:

- Estar orientada al problema.
- Ser interdisciplinaria.
- Considerar la práctica.
- Cubrir grupos de competencia.
- Exigir habilidades analíticas.
- Combinar la teoría con la práctica.

La integración se presenta contando simultáneamente con los métodos que evalúan una serie de elementos y criterios.

En conclusión, una evaluación basada en la competencia en el modelo integrado será directa, integrará una gama de elementos de competencia y usará una variedad de métodos para recopilar información, de la cual se puede inferir la competencia de una persona.

## **1.6 La Acreditación Profesional.**

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se concluye que el desarrollo de habilidades es más que la acumulación de competencias. El más alto nivel, el dirigido a la profesionalización, se asienta sobre un enfoque holístico para el desarrollo de competencia, alcanzando la conciencia del aprendiz sobre sus propias habilidades y comprender mejor como ponerlas en juego. El énfasis está en que los aprendices sean capaces de identificar, analizar, desarrollar y articular lo que necesitan hacer para promover el cambio en el área elegida (Hernández Pina, *et. al.*, 2005).

Por otro lado, la institucionalización de las profesiones a través de la creación de gremios y la función de acreditación que éstos realizan, lleva paulatinamente a la sistematización de la formación, a la creación de un currículum que asegura cierta homogeneidad en la formación.

También las instituciones de educación superior desarrollan el perfil profesional más adecuado para sus egresados, el cual les permita su incorporación al sector laboral. El perfil profesional básico o inicial corresponde a los egresados de una licenciatura, calificados para desempeñarse en las competencias centrales de la profesión, con un grado de eficiencia razonable, que se traduce en el cumplimiento de las tareas de la profesión y en evitar errores (Hawes y Corvalán, 2005).

En México, la competencia profesional, en el nivel licenciatura, es acreditada por el Colegio de Profesionistas del área correspondiente. En este proceso de acreditación “los interesados que no alcancen el puntaje requerido deberán estar en lo siguiente: la autoridad educativa para emitir el acuerdo de admisión, incompetencia o prevención, remitirá al Colegio de Profesionistas que cuenta con el mayor número de miembros registrados ante la Dirección General de Profesiones de la SEP, los documentos que avalan la experiencia laboral y/o académica y que constituyen las evidencias de los conocimientos adquiridos. El colegio consultado, formulará su opinión sobre la procedencia o improcedencia para iniciar el proceso de evaluación” (CONEVyT, 2006).

Las evaluaciones que se apliquen a los interesados, se integrarán con los exámenes escritos, orales y/o prácticas que en cada caso se estimen necesarios, por lo que comprenderán entre otros rubros, la medición en lo individual de los conocimientos, las habilidades, las destrezas y, en general, el logro de los propósitos establecidos en los planes y programas correspondientes a los estudios objeto de acreditación (CONEVyT, 2006).

Otro punto importante para la acreditación de los profesionales, es el cumplimiento de las disposiciones plasmadas en los códigos de ética profesional elaboradas por los colegios de profesionistas, quienes recogerán en su normatividad los valores éticos universales y los valores positivos de la idiosincrasia nacional (Ortega, 2003)

Un ejemplo de ello lo constituye el código ético de enfermería (ACETIA, 2006), en éste la incompetencia o conducta no ética de los miembros del equipo de trabajo sólo deben expresarse a la autoridad competente. De esta forma, la competencia al estar constituida por conocimientos, habilidades y actitudes o valores, también involucra el comportamiento ético del profesionista. Es así

que para ACETIA (2006) el código de enfermería hace explícitos los propósitos primordiales, valores y obligaciones de la profesión. Entre los cuales destacan que:

- Los profesionales de enfermería no sólo tienen que estar bien preparados profesionalmente para ejercer cada una de sus funciones sino que tienen que actualizar sus conocimientos y capacidades en un elevado nivel científico y profesional.
- La enfermería coopera y mantiene una relación armoniosa con los miembros de otras profesiones y sus colegas.
- La conducta personal de enfermería no debe descuidar conscientemente las normas de comportamiento aceptadas de la comunidad en que vive y trabaja.

En este ejemplo y en concordancia con lo expuesto por Ortega (2003), para el ejercicio profesional competente se requiere de una actualización constante, de valores y actitudes para el trabajo en equipo en un ambiente de trabajo adecuado y con el respeto hacia quienes serán los receptores del servicio, de esta forma, se espera una integración en la sociedad del profesionista.

Por otro lado, de acuerdo con las normas de conducta del sistema de Servicio Profesional de Carrera de España los puestos públicos (en los diferentes sectores) se deben otorgar y remunerar de acuerdo con los conocimientos, la destreza y la habilidad de los trabajadores, es decir de acuerdo a su nivel de competencia (Klingner, 2004); de esta forma, nacen los principios siguientes:

1. Sólo individuos capacitados provenientes de fuentes apropiadas para formar un cuerpo de empleados representativo de todos los segmentos sociales se debe contratar. La selección y los ascensos se deben decidir solamente en la relativa habilidad, conocimientos y capacidad (Competencia) al cabo de un concurso abierto y justo, y asegurar que todos reciban igualdad de oportunidad.
2. Todos los empleados y aspirantes deben recibir un trato justo y equitativo en todos los aspectos administrativos.
3. Se debe proveer remuneración equitativa con el valor del trabajo tomar la consideración apropiada de los sueldos pagados por las empresas privadas, tanto en el ámbito nacional como local y deben proveerse incentivos y reconocimientos apropiados por la excelencia en el desempeño del trabajo.
4. Todos los empleados deben atenerse a las más rigurosas normas de integridad, conducta y dedicación a los intereses públicos.
5. Los empleados se deben contratar de acuerdo a su habilidad, conocimientos y capacidad en el trabajo, la incompetencia se debe corregir, y los empleados que no pueden o no quieren mejorar su trabajo para alcanzar los requisitos del puesto se debe destituir.
6. A los empleados se les debe proveer educación y entrenamiento en los casos en que dicho entrenamiento y educación resultarían en un mejoramiento para la organización y el individuo.

Cuando no se logra el nivel de competencia requerido en una profesión o en un puesto laboral determinado al desempeño mostrado se le denomina incompetencia profesional.

Abatir el egreso de profesionales incompetentes implica la comprensión de los obstáculos que afectan negativamente su formación, ejercicio profesional y desarrollo. Algunos factores son inherentes a un sistema social de relaciones que afectan en el país a las diferentes áreas de la vida. Son estilos caracterizados por comportamientos individualistas, sin compromiso social, que tienen una orientación mercantil y aplican valores relativos que dan validez a intereses de unos cuantos, en donde el valor primordial no es la capacidad para realizar una actividad con la competencia y la ética que se requiere, ni el interés a la socialización de los beneficios y del conocimiento; sino que la orientación de las acciones se dirige a hacer votos de poder en los que se privilegia y dan oportunidad de participación a quienes perpetúan ese sistema y actúan para obtener ganancias personales y grupales.

Esta distorsión de valores incide también en la actividad profesional, tanto en la educación escolarizada y continua, como en el ejercicio profesional y en la participación en cualquier nivel de administración en que se desempeñen los profesionistas.

Es consecuencia, puede verse que, por ejemplo, el desempeño de funciones realizadas no responde al nivel de competencia profesional que se requiere, que se toman decisiones y realizan acciones con buena intención, pero que no son las pertinentes; que los profesionistas ocupan cargos sin la capacidad y preparación específica necesaria, aunque tengan el nivel de doctorado.

Así mismo, se llevan a cabo acciones sin el conocimiento, experiencia, visión o compromiso social y nacional, como puede observarse con algunos proyectos o leyes; o con el desatino en la aplicación de medidas (como la expedición de títulos profesionales, acreditación o la certificación profesionales, llevadas a cabo con criterios que responden más al manejo de los medios electrónicos, pero no a la evaluación basada en normas de calidad profesional, emitidas por los Colegios de Profesionistas de la disciplina correspondiente); la existencia en algunas escuelas de la enseñanza impartida como fue vivida por los profesores cuando fueron estudiantes, o la persistencia de la falta de una formación sistemática para la actualización y preparación académica que favorezca la creatividad, la ética y la innovación en el conocimiento que responda a las necesidades sociales y desarrolle una educación congruente con los requerimientos del país y su interacción con el mundo, que evite el reforzamiento de la instrucción teorícista-memorista que propicia la dependencia y se apoye el incremento de la capacidad para ponderar, adaptar y aplicar los avances científicos y tecnológicos y la creación de nuevos conocimientos con juicio crítico, responsabilidad y conciencia social (Ortega, 2003).

Para evitar la formación e inserción en el campo laboral de profesionistas sin el nivel de competencia requerida, se han formulado leyes que impulsen la acreditación de programas de estudio y certificación de profesionistas competentes. Esta ley está encaminada a dar sustento a una nueva cultura profesional que responda progresivamente con mejor calidad, a las necesidades sociales. Este propósito conlleva una profesionalización permanente, con sus implicaciones en los avances de una mejora continua enfocada a: la adquisición de capacidades, la vinculación entre la educación y los servicios profesionales, el impulso al trabajo multidisciplinario, a la participación más democrática y participativa de los profesionistas en la planeación, aplicación de las políticas y en la toma de decisiones, así como en la valoración y aprovechamiento de la colaboración de los profesionistas colegiados y de los colegios (Ortega, 2003).

De esta forma, se asume que la tarea universitaria es formar a “un egresado para desempeñarse en las competencias centrales de la profesión, con un grado de eficiencia razonable, que se traduce en el cumplimiento de las tareas propias y típicas de la profesión y en la evitación de errores que pudieran perjudicar a las personas o a las organizaciones” (Hawes y Corvalán, 2005).

La frecuencia o tasa de errores se convierte en el criterio para determinar la experiencia de un profesional. Hay quienes, una vez egresados tienen un rápido proceso de expertización: su curva es rápida y desciende de manera abrupta hacia bajas o muy bajas tasas de error. Alternativamente, hay quienes tienen un proceso de expertización lento, con una alta tasa de ocurrencia de errores, los que poco a poco van decayendo. Un profesional pasa a ser experto en un campo de competencias cuando su tasa de error en ese campo tiende a cero.

Cuando un empleado no alcanza el nivel esperado de competencia o no mejora su desempeño una vez que ha cumplido con el entrenamiento recomendado, cabría reflexionar en torno a lo ocurrido en los diferentes momentos de evaluación de acuerdo con lo indicado en el cuadro 1, para poder comprender en dónde se encuentra el problema y en consecuencia, corregirlo.

## CUADRO 1. Reflexiones en torno al desempeño no competente de un trabajador.

Con respecto a:	
El diseño de trabajo	¿Son las tareas, condiciones y niveles de desempeño de esta posición razonables y equitativos?
La selección	¿El empleado reúne las calificaciones mínimas para la posición?
La inducción	¿Han sido claramente comunicadas las reglas y regulaciones de la organización, y los requisitos de la posición al nuevo empleado?
La evaluación del rendimiento	¿Ha sido el desempeño del empleado documentado, y se le proveyó de retroinformación oficial y extraoficial sobre la calidad de su desempeño?
El entrenamiento	¿Tiene el empleado las suficientes aptitudes para desempeñar las funciones y alcanzar el nivel deseado de competencia?
La compensación	¿Se reconoce el desempeño bueno, o existen factores en el ambiente de trabajo que hacen imposible o castiga el buen desempeño?

En este sentido, es importante considerar que para la aplicación de las medidas con fines de superación de la educación y de los profesionistas, se requiere tomar como base la definición de la razón de ser y del perfil profesional, en consecuencia y congruencia con lo anterior. Con la revisión de las normas de calidad, se determinarán la formación, la actualización, la evaluación, la acreditación, la certificación de todos los proyectos y programas del trabajo profesional. Este proceso pone de manifiesto que sólo puede ser realizado por los profesionistas de la disciplina correspondiente y que exige una participación organizada y enriquecida, con la colaboración de los profesionistas colegiados de los diferentes campos de trabajo en su profesión. La incompreensión de este requerimiento conlleva riesgo, pérdida de recursos, ineficacia y creación de problemas, como la certificación con exámenes de reactivos, surgidos sin contexto, con la creencia de que se está evaluando la capacidad profesional (Ortega, 2003).

### 1.7 Barreras para la implantación de la EBC

Aún cuando la EBC tiene varias ventajas en la formación profesional, su implantación no es sencilla debido a diferentes situaciones. De esta manera, Ruiz-Iglesias (2001) centra su interés en cinco barreras que considera fundamentales para la implantación de un sistema de enseñanza basado en competencias:

- I. La formación docente.
- II. Los modelos pedagógicos de enseñanza-aprendizaje que tradicionalmente se han aplicado.
- III. Concepciones curriculares concebidas al margen de las demandas sociales y económicas.
- IV. La falta de claridad y congruencia al margen de las demandas sociales y económicas.
- V. La ausencia de propuestas metodológicas viables que posibiliten lograr transformaciones a corto, mediano y largo plazo.

A continuación se exponen algunas consideraciones acerca de estas barreras.

- I. La formación docente.

Amador (2004) menciona que para la EBC, se requiere de un nuevo modelo de docencia que ponga énfasis en el aprendizaje más que en la docencia y que tenga las siguientes características:

- Menos centrado en la transmisión directa y presencial de información.
- Más orientado a la asistencia y guía del estudiante en el manejo de información: Orientado a la búsqueda, proponiendo criterios de selección y organización, guiando el aprendizaje.
- Objetivos de aprendizaje: competencias (Conocimientos, habilidades/destrezas y actitudes)

En este sentido, Ruiz-Iglesias (2001) propone hacer una reflexión con respecto a que, generalmente durante cuatro o cinco años de carrera profesional, los estudiantes se comportan como “contenedores vacíos” que van acumulando la información de diferentes materias que transitan en diferentes turnos de clase entonces ¿saldrán bien formados o bien informados?

Si bien es cierto, que se informa mucho porque se responde a modelos de formación que así lo promovían, tampoco se puede hablar categóricamente de modelos de formación defectuosos, sino que cada modelo de formación responde a las necesidades y características de cada época. En la formación de docentes, durante mucho tiempo prevaleció un modelo culturológico a través del cual se pretendió pertrechar al maestro de conocimientos sobre la cultura acumulada por la humanidad de manera tal que la aprehensión cada vez más voluminosa de esos conocimientos les permitiera transmitirlos a sus estudiantes en el ejercicio profesional.

Ante esta realidad y como reacción al modelo culturológico comenzó a desarrollarse el modelo tecnológico, centrado en la búsqueda de un maestro eficaz. En este modelo se puede apreciar un énfasis en el saber hacer del maestro, fundamentalmente sobre la base de las conductas asumidas en el aula.

De ahí la labor encaminada al perfeccionamiento de planes y programas, la búsqueda de variedad en la forma de concebir los materiales didácticos, el trabajo para desarrollar determinadas capacidades en los maestros, etc. Para ello, comenzaron las actividades de preparación metodológica intensiva, las estructuras de clases demostrativas, clases modelos o modelos de clase, las actividades encaminadas al adiestramiento en derivación de objetivos, tratamiento metodológico del contenido, etc. (Ruiz-Iglesias, 2001).

Estos modelos de actuación si bien contribuyen a solucionar problemas coyunturales, se insertan en una ideología instrumental que pone énfasis en aspectos pragmáticos de la vida escolar y conducen a una estandarización que facilita el control, asimismo reduce las cuestiones de aprendizaje a un problema de gestión así como la autonomía del docente y tal reducción se erige en la dificultad fundamental para influir acertadamente en la diversidad del aula.

Sin embargo, estos modelos funcionan bien en situaciones predecibles, previstas y normalizadas, pero cuando ocurren situaciones imprevistas, con individuos muy diversos y con necesidades diversas, o si hay divergencia entre los intereses y necesidades de los maestros y las necesidades educativas de los estudiantes se deberá enfatizar en un modelo de formación docente que potencie el desarrollo de un pensamiento reflexivo.

Sobre la base de una integración entre reflexión y práctica deben erigirse las acciones encaminadas a preparar a los docentes para que comiencen a movilizar la labor hacia la formación de competencias en los educandos (Ruiz-Iglesias, 2001).

En forma similar, Tesar (1997) expone lo que denomina como *Resistencia y limitaciones del cuerpo docente*: “Un sistema de Educación Basado en Competencias (EBC) necesita que los docentes se vuelvan altamente competentes en las habilidades y actitudes de sus respectivas disciplinas. Además, se tienen que convertir en responsables del ambiente de aprendizaje y aceptar la responsabilidad de influir en el aprendizaje y éxito de los estudiantes. De este modo, en lugar de culpar a los estudiantes por no manejar un objetivo de aprendizaje, el docente tiene que atribuir la causa de fracaso a las limitaciones del programa de enseñanza”.

Asimismo, menciona que un ambiente de EBC minimiza actividades de cátedra en grupos numerosos y se inclina hacia la educación personalizada; el estudiante aprende a diversos ritmos y por medio de estrategias alternas de aprendizaje. Para ofrecer dichas estrategias, los docentes (o instructores) tienen que apoyarse en medios de enseñanza diferentes al formato de cátedra. Una opción

rudimentaria es la de proporcionar instrucción por medio de material impreso, pero un programa más efectivo deberá incluir materiales interactivos y audiovisuales.

Además, se requiere que el currículo, los cursos complementarios y los módulos ya hayan sido desarrollados en su totalidad, incluyendo las más altas especificaciones, y que los instructores puedan contar con los recursos necesarios para mejorar el contenido de la instrucción. Si los cursos son diseñados bajo el sistema EBC, lo que incluye la aprobación de varios comités de todo México, entonces los capacitadores a nivel individual no enfrentarán la gigantesca tarea de diseñar y desarrollar sus propios materiales instruccionales.

En este sentido, Amador (2004) menciona que es importante planificar el proceso de enseñanza aprendizaje de acuerdo con el tipo de conocimiento requerido para formar una competencia, para ello se deben cumplir las siguientes actividades:

- a. Diseñar y desarrollar el programa de la asignatura/materia de acuerdo con los objetivos de aprendizaje: conocimientos, habilidades, actitudes.
- b. Secuenciar los contenidos (conocimientos, habilidades).
- c. Elegir la forma de presentarlos (metodología didáctica).
- d. Preparar actividades y espacios de aprendizaje.
- e. Preparar y aplicar estrategias y actividades de evaluación.

Este autor enfatiza que las diferentes estrategias y actividades de evaluación deberán estar acordes con el tipo de conocimiento, habilidad o actitud que se promueva, lo cual se mencionó en el apartado de evaluación.

## II. Los modelos pedagógicos de enseñanza-aprendizaje.

Los modelos pedagógicos prevaletentes en la práctica educativa, hasta el momento, se clasifican en tradicional, conductista, cognitivo, constructivista, social cognitivo, etc. Ciertamente que en la práctica común ha prevalecido el modelo tradicional y su variante, el modelo conductista (Ruiz-Iglesias, 2004).

Aunque inicialmente la formación de competencias se centró en un modelo conductista, la evolución en dicha concepción obliga a pensar en la integración de modelos que requiere el formar individuos competentes, pero siempre valorando las ventajas de un modelo social-cognitivo que teniendo como teorías de base a las teorías vigoskianas se caracteriza por:

- Trazar como meta el desarrollo pleno del individuo para la producción social (materia y cultura).
- Tener como concepción de desarrollo una visión progresiva y secuencial, impulsada por el aprendizaje de las ciencias.
- Apremiar la relación bilateral maestro-alumno.
- Atender a contenidos científico-técnicos, polifacéticos y politécnicos.
- Recurrir a métodos variados, según el nivel de desarrollo de cada alumno y el método de cada ciencia, con énfasis en el trabajo productivo.

Huerta (2006) propone como referente pedagógico-didáctico al constructivismo y a los aprendizajes colaborativo, basado en problemas, orientado a proyectos y basado en casos como los métodos de enseñanza más adecuados en la enseñanza por competencias.

Por otro lado, De la Cruz (2006) enlista los principios constructivistas del proceso de enseñanza-aprendizaje de las competencias:

- Construcción: A partir de los conocimientos previos.
- Aplicación: A hacer se aprende haciendo.

- Significación: A partir de situaciones reales y próximas a los alumnos.
- Globalización: Análisis a partir de la competencia como un todo.
- Iteración: Repetir varias veces la misma tarea en la misma situación.
- Coherencia: Entre enseñanza, aprendizaje y evaluación de la competencia.
- Integración: De los elementos o componentes entre sí y en las competencias.
- Transferencia: De una tarea-fuente a una tarea-meta, entre situaciones.

Sin embargo, para Scribner (en Gonczi, 1996) la EBC se ubica en el contexto de la psicología cognitiva. De acuerdo con este autor, la implicación para aquellos preocupados por el desarrollo de individuos competentes es que existe la necesidad de combinar la base del conocimiento específico con las exigencias de la práctica, algo que incorpora el conocimiento de procedimientos y proposiciones acompañado de un control importante, además de precisar que gran parte del aprendizaje se ubica y presenta dentro de un contexto cultural específico.

Esta concepción del aprendizaje como desarrollo del pensamiento práctico en un contexto específico, tiene implicaciones para las estrategias que desarrollan las competencias clave en los sectores productivos. Desafía la tendencia a reflejar acríticamente el aprendizaje tradicional de los salones de clase en una situación laboral. La mejor manera para desarrollar competencias podría ser la de proporcionar situaciones en las que los educandos experimenten problemas verdaderos y en las que su pensamiento práctico se prueba contra el pensamiento de otros trabajadores más expertos.

La literatura actual sobre experiencias proporciona también una concepción interesante de lo que significa la competencia en términos de estructuras cognoscitivas que suponen que la competencia es la etapa final de la adquisición de esta capacidad. Sin embargo, lo que sugiere es que la habilidad depende de una base organizada de conocimiento (estructura) a la que se tiene acceso rápido y que permite al experto anticipar problemas y diseñar estrategias para solucionarlos.

En consecuencia, el desafío para aquellos que buscan desarrollar trabajadores competentes es combinar la base de conocimiento específico con las exigencias de la práctica, incorporando el dominio afectivo, conocimiento del procedimiento y de las proposiciones con un control importante.

Las normas de competencia forman la base de la enseñanza curricular y de los aspectos de evaluación, mismas que deben integrar atributos con tareas clave, para ser suficientemente holísticas y seleccionar tareas a un nivel adecuado de generalidad, permitiendo además el cuestionamiento que se presenta en los contextos laborales particulares (Gonczi, 2004).

Profundizar en esta concepción de enseñanza aprendizaje puede movilizar acciones que contribuyan progresivamente a desplazar el lugar privilegiado que aún ocupa el modelo tradicional (Ruiz-Iglesias, 2004).

De la Cruz (2006) indica que para ello se debe lograr un cambio en el modelo de Universidad: de la Universidad del enseñar a la del aprender cuyas características se presentan en el cuadro 2.

**CUADRO 2.** Comparación de la Universidad del enseñar a la del aprender.

<b>Del Enseñar</b>	<b>Al Aprender</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Objetivos de enseñanza</li> <li>▪ Aprender información</li> <li>▪ Centrada en el profesor</li> <li>▪ Pasividad</li> <li>▪ Profesor protagonista</li> <li>▪ Evaluación sumativa</li> <li>▪ Individualismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Objetivos del Aprendizaje</li> <li>▪ Aprender competencias</li> <li>▪ Alumno como protagonista</li> <li>▪ Actividad para aprender</li> <li>▪ El profesor como guía</li> <li>▪ Evaluación formativa</li> <li>▪ Equipo docente</li> </ul>

### III. Sobre las concepciones curriculares concebidas al margen de las demandas sociales y económicas.

Actualmente, la preparación típica de un profesional tiene tres aspectos principales: el desarrollo de un conocimiento general que se supone generalizable, el desarrollo del conocimiento ocupacional y la experiencia de trabajo. Existen diferentes ideas acerca del modo en que se deben integrar estos aspectos en los programas educativos. Es por ello que, en años recientes se ha desarrollado un gran interés en el papel de la práctica (experiencia) y su vinculación con los otros elementos de la educación profesional, aunque todavía hay mucho por aprender sobre la unión de estos aspectos en un todo coherente (Walter en Gonczi, 1996).

Al igual que sucedió con los modelos de enseñanza-aprendizaje, anteriormente se tenía un punto de vista cerrado con respecto a la forma concebir al currículum como una serie estructurada de resultados de aprendizaje esperados (Mauritz, 1967); existe además un punto de vista abierto, más actual en el que se concibe al currículum como una tentativa para comunicar los principios y rasgos esenciales de un propósito educativo, de tal forma que permanezca abierto a discusión crítica y pueda ser trasladado efectivamente a la práctica (Stenhouse, 1984).

Ruiz-Iglesias (2001) menciona que cuando se habla de formar competencias, se asume el primer punto de vista, es decir, una serie estructurada de resultados de aprendizaje esperados (deseados), pero ello conmina a responder cómo se concibe esta serie estructurada de resultados de aprendizajes esperados, que para el caso de formar competencias hay que traducir en desempeños esperados, pues los desempeños son los que se expresan en actos y hechos reales, de ahí que los contenidos de aprendizaje deben reforzarse con un temario para ser definidos en función de responder a determinado desempeño. A partir de la reflexión anterior, los resultados que se esperan han de concebirse con una pertinencia y relevancia para realidad económica, política y social circundante.

En la formación profesional y técnica, el análisis de esa realidad coloca en planos privilegiados el estudio del comportamiento del mundo laboral que como sabemos se caracteriza por la elevación de la complejidad en las actividades, la versatilidad que requiere de formar profesionales y técnicos polivalentes, polifuncionales y flexibles, la descentralización, la necesidad de constante recalificación, dada la rápida obsolescencia de las tecnologías, la necesidad de trabajo cooperativo, etc.

A partir de esa realidad se han de derivar concepciones curriculares que no deben perder de vista que en el centro de los procesos laborales está el hombre y que ese hombre no es sólo un técnico o un profesional, sino que es por sobre todo un ser humano y que como tal, en él convergen conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores que han de condicionar su actuación, no sólo en el marco de la empresa o el sitio de trabajo sino en sus relaciones como ser social, de ahí que sea por módulos o área o por cualquier otra modalidad para organizar el aprendizaje, lo cierto es que se requiere de proyectar su formación sobre la base de una competencia intelectual, una competencia tecnológica y por sobre todo una competencia ideológico cultural.

La concepción curricular actual requiere la formación de competencias y también abarca una nueva forma de concebir la relación entre la teoría y la práctica y por tanto una manera diferente de desarrollar la práctica educativa, pues se trata específicamente de lograr que el alumno sepa utilizar lo que sabe, de ahí que la interrelación entre saber, saber hacer y ser, no se dé en una relación de subordinación sino en una relación integral y cíclica este proceder conduce por supuesto a una forma diferente de concebir en la relación de teoría, práctica, puesta en situación (real o simulada) para arribar a juicios de valor derivados del análisis de los criterios de desempeño previamente establecidos.

Al hablar de una concepción curricular basada en competencias, se debe recordar que en los estudiantes debe ocurrir un cambio, el cual debe ser progresivo y gradual sin desechar la experiencia previa al respecto para la obtención de resultados a corto, mediano y a largo plazo. A corto plazo se pueden ir analizando dentro de las áreas de formación básica y especializada cuáles son los contenidos de aprendizaje que sólo tienen razón de abordarse si se hace desde la óptica del desempeño de los estudiantes.

Otro aspecto que en el ambiente escolar debe preocupar, es la forma de utilizar la experiencia para volverse “experto”. ¿Debería un currículo estar “representado” en etapas que permitieran a un novato llegar a ser experto en base a un análisis de los niveles de competencia en cada etapa o debería emplearse algún método pedagógico, como el aprendizaje en el lugar de trabajo y que por consiguiente contuviera las semillas para el desarrollo de competencia y experiencia? No existen respuestas a estas preguntas, pero no se pueden descartar dichas posibilidades.

Cualquier programa diseñado para facilitar el desarrollo de experiencia en un dominio particular deberá tomar en cuenta la manera en que los expertos fueron capaces de utilizar sus experiencias con propósitos de aprendizaje. Los profesores deben entender las concisiones bajo las cuales las experiencias conducen a la verdadera experiencia y los métodos de enseñanza que facilitarían cualquier habilidad genérica (Ruiz-Iglesias, 2001).

#### IV. Sobre la falta de claridad y congruencia terminológica.

De acuerdo con Ruiz-Iglesias (2001), una de las dificultades fundamentales que han obstaculizado el accionar para formar competencias está dada por la falta de claridad y congruencia en el empleo de términos claves para este tipo de formación. Hay tres terminologías claves cuyo dominio debe ser el punto de partida para profundizar en la temática, esos términos claves son:

- a) La noción de lo que es competencia en sentido general y competencia en diferentes sentidos particulares.
- b) Claridad de lo qué es desempeño y sobre qué bases se evalúa.
- c) Determinación clara de lo que son las condiciones de desempeño, pues sólo así se pueden concretar las concepciones de transferibilidad que sustentan la formación de competencias.

Para esta autora, la clasificación de competencias en básicas, genéricas y específicas es la que tiene mayor importancia en el ámbito pedagógico pues contribuye a dar dirección a modos de actuación interrelacionados entre las áreas de formación básica, formación general y formación especializada.

Las competencias básicas constituyen la base o fundamento que, de manera indispensable, se requieren para el desempeño, estas son clasificadas por unos como competencias fundamentales y por otros como la competencia global. Abarcan las capacidades básicas: hablar, escribir, leer y escuchar, así como actitudes analíticas y por sobre todo, cualidades personales que enmarcan actitudes y valores; las competencias genéricas, también llamadas generales, se caracterizan por su amplitud de aplicación en diversos contextos, se forman a partir de procedimientos interdisciplinarios. Se considera competencia genérica, por ejemplo, la referida a la búsqueda y consulta de información, uso de sistemas computarizados, comunicación, etc. Éstas hallan el camino de competencias emprendedoras que son las que propician la autonomía.

Las competencias específicas se asocian a conocimientos, habilidades y destrezas de un campo relativamente estrecho y como su nombre lo indica, más específico.

Otro término que requiere clarificación es el referido a desempeño pues debe precisarse su esencia de actuación y de ejecución, que va más allá de lo simplemente manual y también el término condiciones de desempeño, el cual contribuye a una variedad de contextos.

Al concebir las condiciones de desempeño se debe atender a lo siguiente: espacios, medios, materiales formativos, actividades de formación a través de las cuales se demostrará el desempeño, etc.

- V. Sobre una propuesta metodológica viable para lograr transferencia a corto y mediano plazo.

Comenzar a trabajar en función de obtener resultados a corto y mediano plazo es partir del establecimiento de los principios metodológicos que puedan sustentar la elaboración de metodologías para abordar la formación de competencias en los alumnos.

De acuerdo con Ruiz- Iglesias (2001), estos principios son:

1. Uso del conocimiento por sobre la posesión del mismo (Significado por sobre estructura)
2. Diseño de experiencias de aprendizaje que adquieran sentido a partir del establecimiento de condiciones de desempeño (Habilidades más allá del aula).
3. Integración en el tratamiento metodológico de los elementos de competencia (El todo es más importante que la suma de las partes).
4. Otorgar un papel activo a los alumnos para favorecer autonomía a partir del tránsito por diferentes niveles de competencia (Aula centrada en el alumno).
5. Acciones flexibles a partir de las necesidades y estilos de aprendizaje de los sujetos (Reconocimiento de la diversidad).

En relación al primer punto, para lograr que los estudiantes usen el conocimiento hay que partir de un diseño curricular diferente dado que los contenidos temáticos no pueden centrarse en un listado de temarios, sólo para que los alumnos graben contenidos conceptuales, sino que esos contenidos de aprendizaje se aborden en función del desempeño que deben tener los alumnos, ello implica una integración entre saber, saber hacer y saber ser, concretado en cómo el alumno debe actuar sobre la base del elemento de competencia. De ahí que la teoría y la práctica se conciben de manera diferente; no se trata de dar a conocer la teoría que luego se lleva a la práctica en ejercicios diseñados artificialmente, sino en enfatizar en la teoría o en la práctica cuando el caso lo requiera, privilegiando una teoría de la acción que es aquella que se erige a partir del conocimiento práctico. Ello conduce a que tanto materiales didácticos como evaluación se conciben de manera diferente, ésta última sobre la base de criterios de desempeño en una relación entre resultado- evaluación.

Por ello, las experiencias de aprendizaje deben ser diseñadas como un recurso didáctico que posibilite una variedad de contextos de aplicación en los que los alumnos puedan transferir lo aprendido, para lo cual en cada contexto se determinarán las condiciones de desempeño con las cuales se indicarán las circunstancias en las que actuará el alumno.

Todas las actividades a través de las cuales demostrará su desempeño, así como los recursos materiales que necesite, se describirán para que el alumno ponga en juego todos los recursos de los que dispone; para ello se requiere de una visión integrada derivada de procesos interdisciplinarios, de integración didáctica y de situaciones de aprendizaje en las que lo adquirido en las formaciones básica, general y específica tengan un nivel de aplicación en el cual se privilegie el sentido unitario y convergente de las competencias.

Todo lo anterior puede lograrse cuando el profesor deja de ser el centro del aula, el monopolizador de la información, para propiciar en sus alumnos auto-aprendizajes, potencia la capacidad de aprender a aprender y favorece la autonomía con acciones graduales que van contribuyendo a que el alumno se vaya sintiendo cada vez más competente, a partir de haber establecido niveles para ascender en el desarrollo de competencias.

Dado que los estudiantes tienen capacidades, estilos y necesidades diferentes se debe partir de diagnósticos que permitan ubicarlos en altos, medios y bajos nivel de desarrollo y así poder planificar los niveles de ayuda que requieran para transitar de un nivel a otro (Ruiz-Iglesias, 2001).

## **2. Formación académica y Competencias del Químico Farmacéutico Biólogo(QFB)**

La carrera del Químico Farmacéutico Biólogo (QFB) enfrenta la creciente demanda de formar un profesional cada vez más competitivo y creativo; de pertinencia social, que integre una formación científica, técnica y humanística, acorde a los avances científicos y tecnológicos y retos que actualmente se exigen. Por ello, los docentes de esta licenciatura deben dirigir sus esfuerzos para aportar al futuro profesional del QFB una formación sólida y actualizada en cuanto a los diversos saberes mediante la transmisión y aplicación del conocimiento, del desarrollo de habilidades y destrezas, así como de la promoción de actitudes y valores (Milán-Segovia, *et. al.*, 2002).

En los programas de estudio de la diferentes universidades de México y en el extranjero, un alto porcentaje de las asignaturas impartidas en la carrera de QFB se realiza a través de cursos teórico-prácticos, los cuales constituyen el vínculo de los conocimientos teóricos con la práctica profesional y el método científico, además favorecen la adquisición de los conocimientos, habilidades y destrezas que este profesional requiere para su desarrollo y desempeño laboral al propiciar la observación, la experimentación, el descubrimiento y la solución de problemas reales, competencias básicas que todo profesional de las áreas científico tecnológicas debe poseer (Milán-Segovia, *et. al.*, 2002; Obaya y Noé, 2000; Wainmaier, *et. al.*, 2006).

### **2.1 El Químico Farmacéutico Biólogo.**

El Químico Farmacéutico Biólogo es el profesional universitario, que de acuerdo con los conocimientos y formación académica adquirida, puede trabajar en el sector público y privado; en la industria o en el sector salud; en instituciones de investigación y docencia desarrollando actividades como las siguientes (Facultad de Química, 2005; Colegio Químico Farmacéutico del Perú; Ministerio de Educación Nacional, 2006):

- Diseño y desarrollo de fármacos y medicamentos mediante la obtención de principios con actividades terapéuticas a partir de fuentes naturales.
- Así como desarrollar la Farmacopea y participar en la elaboración de los formularios nacionales institucionales de medicamentos, otros productos farmacéuticos y afines.
- Evaluación de la eficacia y seguridad de los medicamentos (farmacológica, toxicológica, biodisponibilidad y bioequivalencia).
- Proveer de la información de medicamentos y tóxicos y los resultados de las investigaciones.
- Cumplir y hacer cumplir, según el caso, la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura, de Laboratorio, Almacenamiento, Dispensación, Atención Farmacéutica y otras que exija la Autoridad de Salud y recomiende la Organización Mundial de la Salud.
- Prestación de servicios de promoción, prevención, protección, recuperación y desarrollo de la salud del paciente en los establecimientos de salud y la comunidad; incluye la elaboración de fórmulas magistrales y mezclas endovenosas, la dispensación, uso racional y seguimiento farmacoterapéutico del medicamento.
- Planificar, organizar, dirigir, controlar y evaluar acciones de aseguramiento de la calidad en empresas de producción y servicio farmacéutico.
- Planificar, organizar, dirigir, coordinar, controlar y evaluar las actividades en farmacias, boticas, droguerías, servicio de farmacia, departamento de farmacia y almacenes especializados de medicamentos.

- Producción y control de fármacos, medicamentos y productos auxiliares para la salud.
- Investigación pura y aplicada, desarrollo de nuevos conocimientos y búsqueda de nuevos métodos y técnicas de las ciencias químico farmacéuticas para prevenir las enfermedades y resolver problemas de salud.
- Regulación sanitaria y ambiental al participar en los programas de investigación, monitoreo, control y conservación del medio ambiente.
- Análisis químicos, físico-químicos, bromatológicos, bioquímicos y clínicos, microbiológicos, farmacológicos, toxicológicos, forenses, químico legal y de armas químicas, así como al control de calidad de los productos farmacéuticos y afines.
- Ejercer la función de administración, docencia y de investigación en las instituciones educativas.

## 2.2. Perfil del egresado.

El egresado de la carrera de QFB deberá tener los conocimientos, aptitudes, habilidades y actitudes requeridos para servir a la sociedad como un profesional que participa responsablemente en el diseño, evaluación, producción, distribución, dispensación y uso racional de los medicamentos, la producción de reactivos de diagnóstico, el diagnóstico de enfermedades al realizar e interpretar las pruebas de laboratorio, la investigación biomédica, la conservación del medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales (Facultad de Química, 2005) .

## 2.3 Formación profesional.

El programa deberá explicitar la estructura y organización de los contenidos, el trabajo interdisciplinario, el desarrollo de la actividad científico-tecnológica, las estrategias pedagógicas, así como los contextos posibles de aprendizaje para el logro de dichos propósitos y el desarrollo de las características y las competencias esperadas.

Además, el programa debe garantizar una formación integral, que le permita al Químico Farmacéutico desempeñarse en los correspondientes escenarios de las ciencias farmacéuticas con el nivel de competencia científica y profesional que las funciones propias de cada campo le señalan. El perfil de formación debe contemplar, al menos, el desarrollo de las competencias y destrezas profesionales de cada campo y las áreas de formación. Asimismo, el programa debe asegurar el desarrollo de competencias cognitivas y comunicativas en lengua materna y en una segunda lengua.

De esta forma, los conocimientos, habilidades y aptitudes, así como las actitudes y valores que se deben considerar para la formación académica del QFB son las siguientes:

### 2.3.1. Conocimientos

1.1 Formación básica: Conocimientos, principios fundamentales, métodos y prácticas, que desde diferentes disciplinas dan soporte disciplinario e interdisciplinario, permitiéndole al estudiante desarrollar competencias requeridas por las demás áreas de formación como interpretar y formular soluciones a situaciones problemáticas surgidas en el seno de las actividades propias de las ciencias farmacéuticas. Los contenidos fundamentales de esta área de formación son: química general, química orgánica, química inorgánica, química analítica, física, fisicoquímica, análisis instrumental, biología, matemáticas y bioestadística.

1. 2. Formación biomédica: Conjunto de conocimientos, principios, métodos y prácticas orientados y aplicados al campo profesional específico, que permiten al estudiante adquirir competencias en esta área y fundamentar las de formación profesional. Los contenidos fundamentales de esta área de formación son: anatomía, fisiología, biología molecular,

bioquímica, biotecnología, farmacología, fisiopatología, fitoterapia, inmunología, microbiología, toxicología, fármaco terapéutica.

1.3. Formación farmacéutica: Comprende el conjunto de conocimientos, principios, métodos y prácticas que constituyen el cuerpo central de la profesión, específicos para el programa de Farmacia. Permiten al estudiante desarrollar competencias para su desempeño profesional. Los contenidos fundamentales de esta área de formación son: análisis y control de calidad de medicamentos y otros productos sanitarios, farmacognosia, química farmacéutica, farmacia asistencial (clínica, hospitalaria y comunitaria), biofarmacia y farmacocinética, nutrición y bromatología y tecnología farmacéutica y cosmética (magistral e industrial), operaciones unitarias y aseguramiento de calidad.

### **2.3.2. Habilidades y aptitudes**

- Realizar análisis cualitativos y cuantitativos, químicos, físicos, fisicoquímicos, biológicos, microbiológicos, bioquímicos e inmunológicos de los medicamentos y de muestras biológicas.
- Desarrollar nuevas metodologías para la realización de análisis bioquímico/clínicos.
- Participar en la producción y control tanto de medicamentos como de productos biológicos
- Desarrollar nuevas formulaciones con compuestos químicos de interés farmacéutico
- Adecuar, adaptar y optimizar las formulaciones de medicamentos ya conocidos.
- Realizar trabajos de investigación dirigidos a la obtención de nuevas especies químicas con fines terapéuticos.
- Aplicar métodos de evaluación para dictaminar y asegurar la calidad de los productos resultantes de procesos farmacéuticos, bioquímicos clínicos y biológicos.
- Interactuar con otros miembros del equipo de salud para asegurar el uso racional de los medicamentos así como informar y orientar al paciente.
- Implantar redes de distribución de medicamentos y servicios, así como el manejo y destino de los productos devueltos en farmacias hospitalarias y comunitarias.

### **2.3.3 Actitudes y valores**

- Ser creativo e innovador.
- Ser disciplinado y dinámico.
- Ejercer su actividad profesional dentro de un marco de responsabilidad, honestidad, profesionalismo y alto sentido ético.
- Tratar con respeto y calidad humana a los individuos y a la comunidad.
- Formación socio humanística y administrativa: Comprende el conjunto de conocimientos, principios fundamentales, métodos y prácticas que complementan la formación integral del estudiante en valores éticos, bioéticos, psicosociales, culturales y ambientales, en el que se inscriben su desempeño profesional, su compromiso y responsabilidad ante la sociedad.
- Desarrollar la capacidad de trabajar inter y multidisciplinariamente (Facultad de Química, 2005; Colegio Químico Farmacéutico del Perú; Ministerio de Educación Nacional, 2006).

## **2.4 Competencias.**

### **2.4.1 Competencias generales.**

De esta forma y en concordancia con lo expuesto anteriormente sobre las actividades, conocimientos, habilidades, actitudes y valores del QFB, en la formación de este profesional se deben considerar las siguientes competencias generales (comunes a diferentes profesiones) y específicas (exclusivas de su formación profesional):

- Capacidad de autoaprendizaje en la formación profesional y de trabajo en grupos interdisciplinarios.
- Dominio de la comunicación oral y escrita y del lenguaje computacional, requeridos en los campos disciplinarios.
- Dominio del idioma inglés, en los aspectos científicos y técnicos que involucra el desempeño de la actividad químico farmacéutica.
- Capacidad para obtener, interpretar, difundir y aplicar conocimientos científicos y tecnológicos.
- Capacidad para participar en proyectos de investigación y de interpretar y difundir sus resultados.
- Dominio de los principios éticos que se aplican al ejercicio de la profesión.
- Dominio del marco legal en que se desenvuelve el ejercicio profesional farmacéutico.
- Capacidad para promover la organización y bienestar del ambiente de trabajo.
- Fomentar la capacidad emprendedora y creativa para el ejercicio de la profesión.

#### **2.4.2 Competencias específicas.**

Asimismo, el proceso formativo debe desarrollar en el graduado, al menos, las habilidades y competencias específicas que se describen a continuación:

- Capacidad para integrarse a un equipo de salud prestando un servicio de calidad en aspectos clínicos, tecnológicos, legales y reglamentarios mediante a través de la promoción de la salud, prevención y tratamiento de la enfermedad, educación sanitaria del paciente y de la comunidad y elaboración de protocolos fármaco terapéuticos.
- Capacidad para llevar a cabo el diseño, el desarrollo, producción, control de calidad, dirección y la vigilancia de los procesos productivos en la elaboración de medicamentos, cosméticos, alimentos con o sin indicación terapéutica, preparaciones farmacéuticas con base en productos naturales y demás productos e insumos de salud relacionados con el campo de la Química Farmacéutica.
- Capacidad para ejercer la adecuada acción educativa e informativa en el paciente, en los profesionales de la salud y la comunidad en aspectos relacionados con medicamentos y sustancias químicas con actividad biológica.
- Capacidad para investigación, el desarrollo y la obtención de nuevos ingredientes activos e insumos para la producción de medicamentos, cosméticos y demás productos sanitarios que sean de su competencia.
- Capacidad para orientar a la población en el uso de medicamentos especialmente en aquellos que no requieren prescripción. Para ello, será capaz de identificar, evaluar y valorar la correcta dispensación de los medicamentos, en cuanto a la dosificación, forma farmacéutica, vía de administración y duración de tratamientos, así como los problemas relacionados con el medicamento y la optimización de la farmacoterapia en pacientes mediante la provisión de atención farmacéutica en todos los niveles de atención en salud.
- Capacidad de liderazgo en la conducción ética de las actividades propias del quehacer químico farmacéutico.
- Capacidad de gestión en las áreas propias del ejercicio profesional mediante la formulación, interpretación e implementación de políticas y normas relacionadas con cualquiera de los campos del ejercicio profesional.
- Capacidad para desarrollar técnicas utilizadas en el diagnóstico de la enfermedad y la investigación clínica aplicada.
- Capacidad para medir, evaluar e investigar las constantes biológicas y sus cambios realizando las pruebas de laboratorio clínico para diagnosticar los padecimientos.
- Capacidad para dirigir, administrar y controlar los laboratorios bioquímico-clínicos.

- Capacidad de colaboración en la planificación de programas de salud pública para determinar el origen y el grado de contaminación ambiental.
- Capacidad para administrar y mejorar los sistemas de calidad en las áreas de su competencia.
- Capacidad para realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos en los productos para determinar la pureza de acuerdo a los parámetros de calidad establecidos.
- Capacidad para la aplicación de las normas de seguridad ante los riesgos y peligros en el área de su competencia.
- Capacidad para efectuar la dirección y control de farmacias (Facultad de Química, 2005; Colegio Químico Farmacéutico del Perú; ministerio de Educación Nacional, 2006).

## 2.5 Acreditación y Competencia Técnica del QFB

La acreditación es un procedimiento mediante el cual un organismo autorizado reconoce formalmente la competencia técnica de una organización para la realización de una determinada actividad de evaluación de conformidad (Universidad de Vigo, 2005).

La acreditación concedida por un organismo acreditador reconocido se constituye, con base en prácticas internacionales, en la forma más efectiva de demostrar la competencia técnica del laboratorio, mostrando evidencias de la credibilidad de los servicios que realiza y eliminando la necesidad de múltiples evaluaciones realizadas por sus clientes. Además lleva implícita la competencia técnica profesional de quienes efectúan los análisis o técnicas en dicho laboratorio (CCN, 2003; Valenzuela, 2003).

Los beneficios que presenta para un laboratorio la acreditación son las nuevas oportunidades de mercado, reservado solo para aquellos laboratorios que consiguen demostrar su competencia técnica. Además, aumenta la confianza de los clientes en los resultados proporcionados (Valenzuela, 2003; Entidad Nacional de Acreditación, 2004).

Para obtener la acreditación, el laboratorio debe operar conforme a criterios para la acreditación, los cuales están basados en los requisitos establecidos en la Norma Internacional ISO/IEC 17025 en la cual se establecen los “Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Calibración y Ensayo” (Valenzuela, 2003). El hecho de que las entidades de acreditación de todo el mundo utilicen la norma ISO/IEC 17025 como norma de referencia para evaluar y declarar la competencia de un laboratorio, permite llegar a acuerdos internacionales (Entidad Nacional de Acreditación, 2004).

De acuerdo con la NTP basada en la ISO/IEC 17025 (2001) existen muchos factores que determinan si los ensayos y/o calibraciones realizados por un laboratorio son correctos y confiables. Estos factores incluyen contribuciones de:

- Factores humanos.
- Instalaciones y condiciones ambientales.
- Métodos de ensayo y calibración así como validación de métodos.
- Equipos.
- Trazabilidad de la medición.
- Muestreo.
- Manipulación de objetos a ensayar y calibrar.

En lo que se refiere a los factores humanos, se debe asegurar que el personal sea competente y supervisado así como que trabaje de acuerdo con el sistema de calidad del laboratorio.

De esta forma el laboratorio debe mantener actualizada la descripción de cargos para el personal directivo, técnico y personal de apoyo clave involucrado en los ensayos y/o calibraciones.

La descripción de cargos puede realizarse en varias formas. La NTP (NTP-ISO/IEC 17025, 2001) propone que como mínimo se definan los siguientes aspectos:

- a) Las responsabilidades con relación a la ejecución de ensayos y/o calibraciones.
- b) Las responsabilidades con relación a la planificación de ensayos y/o calibraciones y evaluación de resultados.
- c) Las responsabilidades para emitir opiniones e interpretaciones.
- d) Las responsabilidades con respecto a la modificación de métodos, desarrollo y validación de métodos nuevos.
- e) La pericia y experiencia requerida.
- f) Calificaciones y programa de entrenamiento.
- g) Tareas de gestión.

De ahí que el laboratorio deba mantener registros pertinentes de la(s) autorización(es), de la competencia técnica, calificaciones educativas y profesionales, entrenamiento, habilidades y experiencia de todo el personal técnico y profesional. Esta información debe estar fácilmente disponible y debe incluir la fecha en la cual se confirmó la autorización y/o competencia técnica (NTP-ISO/IEC 17025, 2001); ya que como se mencionó anteriormente, la experiencia adquirida fuera de las aulas constituye una parte importante en la formación de competencias (López, 2004).

En lo referido a la acreditación de laboratorios relacionados con el área microbiológica, existen guías complementarias a la norma ISO/IEC 17025 para laboratorios de ensayo y calibración como la G-ENAC-04 “Guía para la Acreditación de Laboratorios que realizan análisis microbiológicos” y la G-ENAC-06 “Guía para la Acreditación de Laboratorios que realizan análisis clínicos”.

Con respecto a la acreditación de laboratorios que realizan análisis microbiológicos, la G-ENAC-04 considera que los análisis microbiológicos incluyen prueba de esterilidad, detección, aislamiento, recuento e identificación de microorganismos (virus, bacterias, hongos y protozoos) y sus metabolitos en diferentes materiales y productos, o cualquier tipo de ensayo en el que se utilicen microorganismos como parte de un sistema de detección, así como la utilización de microorganismos para ensayos ecológicos.

De ahí se deduce que algunas de las directrices contenidas y las referentes a bioseguridad de los laboratorios, tendrán que ser interpretadas en consecuencia. Este mismo documento indica que la ISO/IEC 17025 puede servir también de orientación para los laboratorios que utilizan técnicas en áreas relacionadas con la microbiología, bioquímica, biología molecular y cultivos celulares, aunque esos laboratorios pueden tener que cumplir otros requisitos adicionales (G-ENAC-04, 2002).

En la adaptación a la ISO/IEC 17025, contenida en la G-ENAC-04, en el apartado 2 se mencionan características que debe cumplir el personal que labore en un laboratorio de análisis microbiológicos los cuales se presentan a continuación:

- a. Los análisis microbiológicos deben ser realizados o supervisados por una persona con experiencia y con titulación superior en microbiología o equivalente. Se admitirán otras titulaciones siempre que el personal tenga una amplia experiencia relacionada con el alcance de acreditación del laboratorio. El personal debe tener la necesaria experiencia profesional práctica para que se le permita realizar sin supervisión trabajos cubiertos por el alcance de la acreditación o se considere que tiene experiencia suficiente como para supervisar el trabajo acreditado. Algunas disposiciones específicas de la legislación nacional pueden sobrepasar las directrices contenidas en este documento.
- b. Si el laboratorio incluye opiniones e interpretaciones de los resultados de los ensayos en sus informes, éstas deben ser realizadas por personal autorizado con experiencia suficiente y con

conocimientos relacionados con la aplicación específica, incluyendo, por ejemplo, los requisitos legislativos y tecnológicos y criterios de aceptabilidad.

- c. La dirección del laboratorio debe asegurar que todo el personal haya recibido formación adecuada para que sean competentes en la realización de los ensayos y en el manejo de los equipos. Dicha formación incluirá el entrenamiento en técnicas básicas, como preparación de placas, recuento de colonias, técnicas asépticas, etc., y la aceptabilidad se determinará aplicando criterios objetivos. El personal sólo podrá realizar análisis de muestras cuando se haya reconocido su competencia para hacerlo, o cuando lo haga bajo la supervisión adecuada. Se comprobará con criterios objetivos que el personal sigue siendo competente y se proporcionará de nuevo formación siempre que sea necesario. Cuando un método o técnica no se utilice de manera regular, puede que sea necesario verificar la competencia técnica del personal antes de realizar el ensayo. Se establecerá y documentará el intervalo crítico entre la realización de sucesivos ensayos. La interpretación de los resultados de los ensayos para la identificación y verificación de microorganismos depende en gran medida de la experiencia de quien realiza el ensayo y debe vigilarse periódicamente con cada analista.
- d. En algunos casos, puede que sea más apropiado relacionar la competencia con una técnica o instrumento en particular, más que con métodos.

En lo que respecta a la acreditación de laboratorios para la realización de análisis clínicos, en la G-ENAC-06 se define como análisis clínicos cualquier operación técnica o determinación, total o parcialmente realizada "*in vitro*", sobre especímenes biológicos con el propósito de proveer información relevante para la detección, diagnóstico, control, seguimiento o tratamientos en los estados de salud o enfermedad, o anomalías congénitas.

Este documento se utiliza como una guía para los laboratorios clínicos que realicen total o parcialmente actividades analíticas, propias de especialidades como análisis clínicos, bioquímica clínica, hematología y hematoterapia, microbiología clínica, farmacología clínica e inmunología clínica (G- ENAC-06,1998).

En concordancia con el documento CGA-ENAC-LE (Criterios Generales de Acreditación. Competencia técnica de los laboratorios de ensayos), y como una parte importante para la acreditación de un laboratorio, con respecto al personal se mencionan los siguientes aspectos:

- a. Cada laboratorio dispondrá de una estructura organizativa y contará con personal adecuado a los diferentes campos analíticos en que desarrolla su actividad. El personal deberá contar con los conocimientos, experiencia y competencia técnica adaptados a las tareas y responsabilidades que tenga otorgadas.  
La dirección del laboratorio debe definir los niveles mínimos de titulación, cualificación y experiencia necesarios para las personas que ocupan puestos de trabajo clave en el laboratorio. Para ello se deberá tener en cuenta los requisitos establecidos en la legislación vigente.
- b. El laboratorio debe documentar las medidas que garantizan que las actividades son realizadas únicamente por personas con la debida cualificación.  
En la cualificación del personal hay que considerar no solamente al implicado en las tareas analíticas, sino también al personal relacionado con las actividades pre y post-analíticas (obtención, transporte y recepción de especímenes, preparación y distribución de muestras, elaboración de informes, revisión de resultados, etc.)
- c. Se documentará la relación existente entre el laboratorio y personal ajeno al mismo, encargado de actividades que puedan afectar a la calidad de los resultados, como la obtención y transporte de especímenes (G- ENAC-06,1998).

Como se observa en los párrafos anteriores, la acreditación de la competencia técnica de un laboratorio, depende entre otros puntos de la competencia técnica profesional del personal que labora en los mismos. Aunque se habla de títulos profesionales, en las ISO/IEC 17025, G-ENAC-04 y G-ENAC-06 no se especifica cuáles son las profesiones ligadas a estos centros de trabajo. Sin embargo, de acuerdo con lo expuesto, es posible inferir que el QFB es uno de los profesionales que puede cumplir con los requisitos estipulados con respecto a los conocimientos y habilidades requeridas para integrarse a un laboratorio de calibración, de análisis microbiológico y clínico.

### **2.5.1 Competencias profesionales del QFB relacionadas con el área microbiológica.**

Entre las diferentes competencias profesionales del QFB, aquellas que están directamente relacionadas con el área de microbiología se enlistan a continuación:

1. Capacidad para la aplicación de las normas de seguridad ante los riesgos y peligros en el área de su competencia.
2. Capacidad para integrarse a un equipo de salud prestando un servicio de calidad en aspectos clínicos, tecnológicos, legales y reglamentarios.
3. Capacidad para llevar a cabo el diseño, el desarrollo, producción, control de calidad, dirección y la vigilancia de los procesos productivos en la elaboración de medicamentos, cosméticos, alimentos con o sin indicación terapéutica y demás productos e insumos de salud relacionados con el campo de la Química Farmacéutica.
4. Capacidad para desarrollar técnicas utilizadas en el diagnóstico de la enfermedad y la investigación clínica aplicada.
5. Capacidad para dirigir, administrar y controlar los laboratorios bioquímico-clínicos.
6. Capacidad de gestión en las áreas propias del ejercicio profesional mediante la formulación, interpretación e implementación de políticas y normas relacionadas con cualquiera de los campos del ejercicio profesional.
7. Capacidad de colaboración en la planificación de programas de salud pública para determinar el origen y el grado de contaminación ambiental.

En lo que respecta a la competencia 1, la aplicación de dichas normas es fundamental en el trabajo microbiológico, especialmente en el sector salud. Se puede recordar que en los inicios de la microbiología como ciencia, ocurrieron algunos decesos de los investigadores causados por el organismo de estudio (Madigan, *et. al.*, 2003). El conocimiento de las técnicas de asepsia y esterilización en las áreas de trabajo, así como la clasificación y manejo de residuos biológico-infecciosos de acuerdo a lo establecido en la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 es fundamental para la formación de profesionales de la carrera de QFB.

Con respecto a las competencias con número 2, 3 y 4, la calidad en el servicio depende directamente de la adecuada ejecución de las técnicas microbiológicas necesarias para el trabajo; del manejo adecuado de los conocimientos declarativo, procedimental y actitudinal (incluyendo la normatividad relacionada) relacionados con el área laboral.

En lo que respecta al inciso 5, esta capacidad tiene un fuerte componente actitudinal relacionado con el manejo de personal, sin embargo, para el manejo adecuado de un laboratorio es indispensable conocer las técnicas microbiológicas, fisicoquímicas y/o moleculares que se requieren, la cantidad de reactivos que emplean, las diferentes opciones para poder obtener un resultado, el tiempo estimado para la obtención de un resultado certero, entre otros (G- ENAC-06,1998).

La competencia con el número 6 se relaciona con las anteriores, en lo que respecta a la interpretación de políticas y normas de calidad de los productos fabricados: la presencia de microorganismos en los alimentos probióticos, biofertilizantes, etc. o la ausencia de los mismos en medicamentos y otros productos que alteren el sabor y/o la calidad de un alimento o cosmético.

Asimismo, la experiencia en el manejo de estos productos, aportará el conocimiento para proponer normas de calidad nuevas, o bien para sugerir las modificaciones pertinentes con pruebas empíricas que lo respalden.

Finalmente, la competencia 7 tiene un componente actitudinal en lo que corresponde a la ética de los profesionales de la salud. Como se mencionó anteriormente, el manejo de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 es importante para un QFB, sin embargo, existen otras áreas en las que puede incidir como en la definición de microorganismos indicadores de cierto tipo de contaminación.

De esta forma, una de las técnicas que tiene gran influencia para el cumplimiento de algunas de las competencias mencionadas, con relación al área microbiológica, es la tinción de Gram.

Esta tinción de Gram fue desarrollada empíricamente por Hans Christian Gram en 1884 y a pesar del tiempo transcurrido, la tinción apenas ha sufrido alguna modificación y se considera en la actualidad como uno de los pilares de la microbiología (Universidad Autónoma de Baja California, 2006; Cowan y Park, 2006).

### **3. TINCIÓN DE GRAM**

#### **3.1 Preparaciones y Tinciones**

Para observar al microscopio óptico un espécimen, éste se coloca en un portaobjetos el cual se sitúa en la platina entre el condensador y las lentes del objetivo. La forma en la cual en que se realiza esta preparación depende de:

- a) La condición del organismo: si es necesario que esté vivo.
- b) La finalidad del estudio: Búsqueda de estructuras, identificación de los microorganismos u observación de la movilidad de los microorganismos.

Cuando se requiere hacer un montaje permanente para estudios a largo término puede ser obtenido mediante preparaciones fijas con organismos teñidos. La técnica del frotis, desarrollada por Roberto Koch hace más de 100 años, consiste en extender una delgada capa de una suspensión de células sobre un portaobjetos y dejar secar al aire. Después el frotis secado al aire se calienta suavemente por un proceso llamado fijación al calor que simultáneamente mata al organismo y lo “asegura” al vidrio. Otra acción importante de la fijación es preservar varios componentes celulares en un estado natural con una distorsión mínima.

Debido a que las células no tienen color, se requiere efectuar un “revelado” del frotis. Para crear contraste se requiere de una técnica de tinción. La tinción es un proceso que aplica colorantes químicos a los microorganismos, de modo tal que les imparten color a las células o a parte de ellas llegando a “sujetarse” a ellas a través de una reacción química.

Estas técnicas de tinción pueden ser muy sencillas como es el caso de una tinción simple, en la cual se adiciona un único colorante o pueden ser más complejas y que requieran la adición de agentes químicos para producir la reacción deseada, por ejemplo en las tinciones diferenciales se requiere la adición de una sustancia conocida como mordente cuya función es mejorar la afinidad entre el colorante y la estructura celular.

Las tinciones diferenciales usan colorantes de distintos color para contrastar dos tipos de células o partes de ellas. Además, con este tipo de tinciones también es posible conocer con precisión otras características tales como el tamaño, forma y agrupación de las células. Los ejemplos de este tipo de tinción son: Gram y de ácido alcohol resistencia (Cowan y Park, 2006; Ramírez-Gama, *et. al.*, 2006).

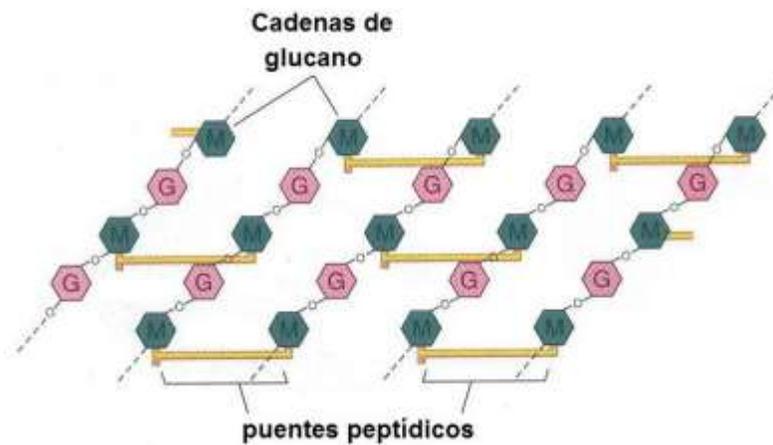
### 3.2 La tinción de Gram.

La tinción de Gram es la base de varios tópicos importantes en bacteriología, incluyendo la taxonomía bacteriana, la estructura de la pared celular e identificación y diagnóstico de la infección, en algunos casos guía la selección del fármaco correcto para el tratamiento de dicho padecimiento. Tiene como principal ventaja la obtención de resultados inmediatos, en comparación con las técnicas de cultivo, ya que permite determinar:

- La presencia de bacterias en un alimento, sea que éstas formen parte del mismo como en el caso de los lactobacilos en algunos productos lácteos o que sean contaminantes, por ejemplo la presencia de microorganismos productores de toxinas.
- Bacterias causantes de infección. Detección de bacterias que no formen parte de la flora normal. Permite una orientación sobre el medio de cultivo para el aislamiento de la bacteria y del tipo de antibióticos a probar.
- Contaminación en algún producto como cosméticos, fármacos, vitaminas, entre otros.

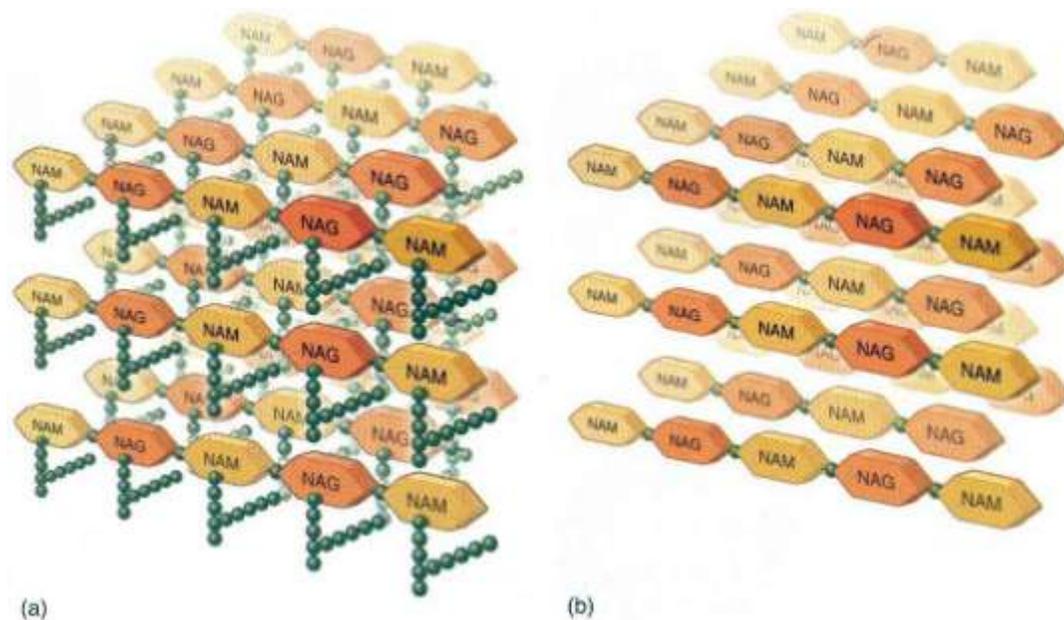
La técnica de tinción de Gram permite diferenciar dos grupos de bacterias de acuerdo con la estructura y composición de su pared celular, estructura que aporta un número importante de características bacterianas: determina la forma de una bacteria, provee de fuerza estructural y soporte necesario para impedir que una bacteria se colapse o reviente por cambios en la presión osmótica del medio (Madigan, *et. al.*, 2003; Cowan y Park, 2006).

La rigidez de la pared celular bacteriana se debe a una macromolécula llamada peptidoglucano (PG) compuesta por una estructura repetida de largas cadenas de glucano unidas transversalmente por fragmentos de péptido (puentes peptídicos) que proveen una fuerte pero flexible estructura de soporte (v. figura 3).



**FIGURA 3.** Composición del peptidoglucano. Se puede observar una gran cantidad de enlaces, que son responsables de la rigidez de la estructura. (Tomado de Talaro y Talaro, 2002)

La comprensión de la función y estructura de la pared celular ha sido muy beneficioso para la industria farmacéutica: varios tipos de fármacos empleados para el tratamiento de infecciones son efectivas debido a que su blanco de acción son los péptidos que unen las cadenas de PG (v. figura 4). Sin embargo, algunos de estos fármacos afectan de manera diferente a las bacterias grampositivas y a las gramnegativas.



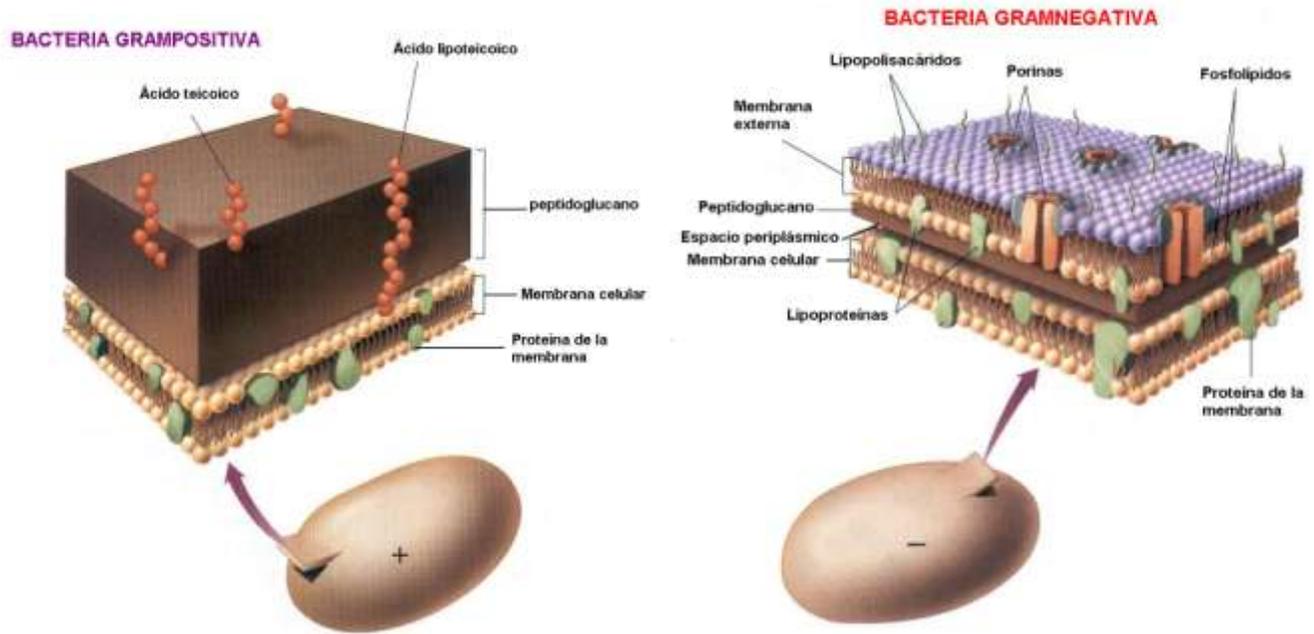
**FIGURA 4.** Efecto de la acción de algunos fármacos sobre la estructura de la pared celular. a) Pared celular en la que se observan los enlaces peptídicos íntegros. b) Pared dañada, los enlaces peptídicos han sido destruidos y quedan únicamente las cadenas de glucano, por lo cual la bacteria pierde estabilidad y protección.

La diferencia en la acción de los diferentes agentes antimicrobianos y de otras características de las bacterias se debe a la estructura de su pared celular. En el caso de las grampositivas, su pared está constituida por una cubierta homogénea de PG de 20 a 80 nm de espesor; también contiene unidades estructuralmente polisacáridos acídicos, incluyendo ácidos teicoicos y lipoteicoicos (v. figura 5).

En el caso de las bacterias gramnegativas, su pared celular está formada por una capa delgada de PG de 1 a 3 nm de espesor. Aunque esta actúa como una estructura de protección, su “delgadez” da una relativamente mayor flexibilidad y sensibilidad a la lisis, en comparación con la pared de las bacterias gram positivas. Afuera de esta capa, existe un espacio periplásmico bien desarrollado que rodea al PG en el cual se llevan a cabo una variedad de reacciones de sustancias que entran y salen de la célula (v. figura 5).

Rodeando al espacio periplásmico, existe otra estructura denominada membrana externa (ME) cuya composición es similar a la membrana celular, excepto porque contiene tipos especializados de polisacáridos y proteínas. La ME sirve como un filtro parcial que permite solamente el paso de moléculas relativamente pequeñas. El acceso es provisto por canales especiales de la membrana formados por proteínas conocidas como porinas que atraviesan completamente la ME. El tamaño de estas porinas puede alterarse para bloquear la entrada de fármacos u otros químicos que puedan dañar a la célula, proporcionando una defensa de las bacterias gramnegativas contra ciertos antibióticos (v. figura 5).

Además, la capa más externa de la ME contiene lipopolisacáridos (LPS) cuyas cadenas se extienden fuera de la superficie funcionando como antígeno. Se le clasifica como endotoxina debido a que provoca fiebres y reacciones de choque endotóxico en infecciones causadas por bacterias gramnegativas.



**FIGURA 5.** Comparación entre la pared celular de una bacteria grampositiva y una gramnegativa. (Tomado de Talaro y Talaro, 2002).

La tinción de Gram diferencia dos grupos bacterianos principales en gram positivos y gram negativos. Dicha diferencia, como se mencionó anteriormente, se basa en la composición y estructura de la pared celular, lo cual determina que unas retengan el primer colorante, en tanto que otras lo pierden, y reaccionan con el colorante de contraste.

### 3.2.1 Principio o Fundamento.

La técnica consiste en la aplicación de cuatro reactivos:

- Cristal violeta: Es el primer reactivo de la serie. Por ser el colorante primario imparte su color a todos los microorganismos del frote.
- Solución de yodo (yodo de gram o lugol). Actúa como mordente cuya función es aumentar o reforzar la unión entre el colorante y el sustrato, formando un complejo cristal violeta-ribonucleato de magnesio.
- Alcohol-acetona. Actúa como decolorante, disolviendo y arrastrando fuera de las células al colorante primario (sólo en las gram negativas)
- Safranina. Colorante de contraste. Imparte el color sólo a las bacterias que durante la decoloración perdieron al colorante primario.

A continuación se describen las características de la pared celular bacteriana y los acontecimientos que se suceden durante la tinción, los que en conjunto constituyen el fundamento de la tinción de Gram.

Las bacterias grampositivas presentan una pared celular relativamente gruesa (20 a 80 nm), con un mayor contenido de peptidoglucano del 20 al 80% y con numerosos enlaces transversales entre las cadenas de N-acetil-murámico y N-acetil-glucosamina. En este grupo bacteriano, el colorante deshidrata y reduce la permeabilidad de la pared, por lo que al ser tratadas con alcohol acetona no pierden el complejo cristal violeta-yodo. En tanto que, en las bacterias gramnegativas, la pared celular es más delgada (hasta 15nm) y contiene poco PG (5 al 10%) con pocos enlaces transversales, estas

bacterias además presentan una ME constituida por LPS; en éstas el alcohol acetona disuelve los abundantes lípidos (25 a 30%) de la pared, abriendo los poros y facilitando la salida del complejo cristal violeta-yodo y la decoloración, por lo que las bacterias se tornan invisibles y reaccionan con la safranina.

Las bacterias que retienen el colorante primario a lo largo de todo el proceso y no reaccionan con el colorante de contraste son llamadas grampositivas, éstas se ven teñidas de morado; el segundo grupo de bacterias pierden el colorante primario, reaccionan con el colorante de contraste y se denominan gramnegativas, éstas se observan teñidas de rojo (Ramírez-Gama, *et. al.*, 2006, Universidad de Colima, 2006; Universidad Autónoma de Baja California, 2006).

### 3.2.2 Procedimiento:

1. Extender una gota del cultivo sobre 1/3 a 1/2 del área del portaobjetos. Si se trata de una muestra sólida, colocar una gota de agua corriente y en ella suspender el cultivo.
2. Dejar secar al aire. El tiempo de secado dependerá de la temperatura y humedad del ambiente.
3. Pasar el portaobjetos con la muestra seca a través de la flama de un mechero de tres a seis veces para fijar el frotis. Flamear brevemente cuidando de no calentar en exceso (el portaobjetos no debe quemar el dorso de la mano al tocarlo).
4. Cubrir la zona de extensión con 3 ó 4 gotas de cristal violeta y dejar actuar un minuto.
5. Lavar cuidadosamente con agua de la llave aplicándola en un extremo del portaobjetos, drenar el exceso de agua del portaobjetos.
6. Cubrir el frotis con lugol de Gram y dejar actuar un minuto.
7. Lavar cuidadosamente con agua de la llave y escurrir el exceso de la misma.
8. Aplicar el decolorante (alcohol-acetona) de 5 a 10 segundos\*. La decoloración se completa cuando la solución que escurre del portaobjetos está clara.
9. Lavar inmediatamente con agua de la llave y escurrir el exceso de la misma.
10. Cubrir la zona de extensión de la muestra con safranina durante 30 segundos a un minuto.
11. Lavar cuidadosamente con agua y dejar escurrir sobre papel absorbente.
12. Observar al microscopio enfocando a 10X para localizar el campo y describir a un aumento de 100x (IEIP, 2005; Murray, 2003; Ramírez-Gama, *et. al.*, 2006; Universidad Autónoma de Baja California, 2006; CUCS, 2006).

\*Paso crítico de la tinción

### 3.2.3 Lectura e interpretación:

La tinción de Gram es usada para la diferenciación de bacterias grampositivas de gramnegativas. La agrupación de las células, en el caso de los cocos, permite orientar con respecto al género bacteriano.

Cuando se hace la lectura de una tinción de Gram, recordar que la agrupación celular nunca es del 100%, de modo que en un mismo frote se pueden observar cocos solos, en pares, cadenas, etc. El microbiólogo deberá determinar la agrupación dominante en la mayoría de los campos de observación para hacer su reporte.

La descripción de los organismos debe hacerse observando su morfología, agrupación y color (indicando si se trata de grampositivos o gramnegativos) de acuerdo con lo indicado en el cuadro 3 (IEIP, 2005; CUCS, 2006)

**CUADRO 3.** Características de las bacterias que se deben reportarse al hacer una tinción de Gram.

<b>COLOR</b>	<b>FORMA</b>	<b>AGRUPACIÓN</b>
Violeta= grampositivos Rojo= gramnegativos	Cocos (esferas)	Cadenas (estrepto) Pares (diplo) Racimo (estafilo)
	Bacilos (bastoncillos)	Cadenas (estrepto) Empalizada Letras chinas Ninguno
	Cocobacilos (forma intermedia) Espirilos (forma de espiral)	No tienen formas de agrupación características

### 3.2.4 Limitaciones:

Los cultivos jóvenes proporcionan características más certeras que los viejos. Los cultivos viejos pueden teñirse como gramnegativos, aún cuando no lo sean, por ello se recomienda trabajar con bacterias de 18 a 24 horas a partir de su siembra.

Los microorganismos grampositivos que fueron expuestas a algún agente antimicrobiano o la acción de enzimas líticas han perdido la integridad de su pared celular por lo que pueden presentar una morfología atípica, además de ser más susceptibles a la decoloración.

Las bacterias grampositivas que son sobre-decoloradas pueden observarse como gramnegativas. Por ello es recomendable correr siempre un control con un organismo de la colección ATCC (IEIP, 2005; Murray, 2003; Ramírez-Gama, *et. al.*, 2006; Universidad de Colima, 2006).

### 3.2.5. Control de calidad:

El control de calidad de los reactivos y técnicos debe efectuarse una vez por semana o una vez que se ha preparado un nuevo reactivo.

Las cepas de referencia recomendadas como controles son: para gramnegativos *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 como grampositivo (IEIP, 2005; Murray, 2003).

## 3.3 Importancia en la formación profesional del QFB.

Esta técnica de tinción es de gran utilidad en el campo del QFB debido a que:

- I. Constituye la herramienta básica para la identificación de las bacterias al dividir las especies en dos grandes grupos de acuerdo a las características de su pared celular. El Bergey's Manual of Determinative Bacteriology es el libro más consultado para identificar bacterias, su uso se enfoca a la categorización que se emplea comúnmente en laboratorios clínicos, de enseñanza e investigación.

Este Manual organiza el reino Procariota en cuatro divisiones principales, las cuales se basan en la naturaleza de la pared celular.

La identificación médica de patógenos emplea un sistema informal de clasificación basado en la tinción de Gram, morfología y agrupación, reacciones bioquímicas así como requerimientos metabólicos.

- II. Permite la detección de bacterias contaminantes al efectuar el control de calidad de diferentes productos. La técnica proporciona resultados sobre la pureza de un microorganismo empleado como inóculo en productos como biofertilizantes, alimentos, cepas de interés industrial, etc. Además, se emplea en la detección de microorganismos objetables en alimentos y productos farmacéuticos.
- III. Permite la diferenciación de los microorganismos patógenos y ayuda a la identificación de los mismos. Una tinción de Gram permite poner en evidencia la presencia de bacterias diferentes a las que constituyen la flora normal de un organismo superior, los resultados obtenidos permitirán seleccionar los medios de cultivo y pruebas bioquímicas que se emplearán para la identificación del patógeno.  
Conocidas las características del microorganismo, para su aislamiento se recurre a la siembra en medios de cultivo selectivos y diferenciales. Para la selección de los primeros, se sabe de medios que inhiben el crecimiento de bacterias grampositivas como aquellos que en su composición presentan un colorante como el cristal violeta, verde brillante, entre otros.
- IV. Proporciona información sobre el tipo de antimicrobiano de elección para el tratamiento de pacientes con infecciones. Como se mencionó anteriormente, la pared celular mantiene la integridad estructural de las bacterias.  
Varios tipos de agentes químicos bloquean la síntesis de la pared celular, la digieren o destruyen su superficie. Una célula privada de una pared funcional llega a ser frágil y es lisada muy fácilmente. Sin embargo, este efecto no es de la misma magnitud en las grampositivas que en las gramnegativas, por ejemplo: La penicilina interfiere en la síntesis de la pared, o bien tienen como blanco a los péptidos que unen las cadenas del PG (v. figura 4), dada la composición de la pared en las células grampositivas, estas se ven afectadas por la presencia de este antibiótico, en tanto que en las gramnegativas la ME impide su paso hacia la capa de PG.  
En el caso de los alcoholes, éstos compuestos pueden desorganizar la pared celular, especialmente en las gramnegativas en las cuales se disuelven los lípidos de la ME y pueden llegar a destruir las proteínas celulares. (Cowan y Park, 2006; CUCS, 2006; Ramírez-Gama, *et. al.*, 2006; Universidad de Colima, 2006; Universidad Autónoma de Baja California, 2006)

Por otro lado, debido a la precisión y eficacia con que debe realizarse, así como a la importancia de sus resultados, esta técnica es la recomendada en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM) forma parte de los métodos generales de análisis MGA 0921 Tinciones bacterianas y es señalada como la técnica de elección para realizar las pruebas de pureza e identificación en los MGA 0501 Indicadores biológicos.

Otro aspecto de importancia es que la tinción de Gram constituye la técnica de elección en diferentes Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con diferentes áreas del desarrollo del QFB, como un ejemplo de ello mencionan las siguientes:

NOM-099-SSA1-1994 Que establece las especificaciones sanitarias para los anillos de valvuloplastia. En este caso la tinción de Gram se emplea como herramienta para verificar el cumplimiento de la prueba de esterilidad.

NOM-143-SSA1-1995 de bienes y servicios que establece el método de prueba microbiológico para alimentos: Determinación de *Listeria monocytogenes*. En este caso la tinción se emplea como técnica para la identificación del microorganismo en cuestión ya que permite verificar las características microscópicas en cultivos jóvenes.

NOM-130-SSA1-1995 de bienes y servicios. Alimentos envasados en recipientes de cierre hermético y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias. La tinción de Gram permite la detección de microorganismos contaminantes que causen el deterioro de alimentos envasados.

NOM-047-Z00-1995 Requisitos mínimos para las vacunas, bacterinas y antígenos empleados en la prevención y control de la salmonelosis aviar. La tinción de Gram constituye una de las pruebas para determinar la pureza del género y especie bacteriana.

En conclusión, y de acuerdo con lo expuesto anteriormente, la formación de competencias técnicas profesionales en el QFB en el área microbiológica requiere de:

- a) Determinar las competencias técnicas profesionales del QFB relacionadas con el área microbiológica de acuerdo con su perfil profesional.
- b) Buscar el modelo instruccional más adecuado para la enseñanza de dichas competencias de acuerdo con el tipo de conocimiento involucrado.
- c) La práctica continua de las técnicas propias del área que le permita dominarlas para la obtención de resultados confiables.
- d) Dominio del conocimiento teórico subyacente a las técnicas del área.
- e) La integración de los fundamentos teóricos con los procedimientos para lograr la interpretación de los resultados obtenidos.
- f) Transferencia de las técnicas y conocimientos a las diferentes áreas de aplicación.

## II PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

En la actualidad existe una disfunción severa entre la educación y el trabajo, causada principalmente por la falta de comunicación entre el sector educativo y el productivo. De modo tal, que las competencias que el primer sector privilegia no son congruentes con las necesidades de los egresados de las carreras para insertarse en un mercado laboral cada vez más competitivo (Ruiz-Iglesias, 2001). Es por ello que el presente proyecto es una propuesta para investigar las condiciones que conduzcan a mejorar la enseñanza y evaluación en el trabajo práctico relacionado con las competencias técnicas del Químico Farmacéutico Biólogo.

Es necesario reconocer que el sistema educativo mexicano se ha separado paulatinamente de las exigencias del desarrollo nacional. Sobre los criterios de calidad y mejoramiento educativo se han impuesto en los últimos años los intereses corporativos y burocráticos del sector. En consecuencia, los pocos indicadores disponibles sobre la calidad del proceso educativo señalan, sin excepción y en todos los niveles, que México es un país con promedio escolar inferior a cinco (Guevara, 1992).

Encontrar estos resultados no es extraño cuando examinamos con detalle lo que acontece en el aula, donde se fomenta una enseñanza centrada excesivamente en la transmisión de información, en la que se privilegian los aprendizajes memorísticos y superficiales sin interés por lograr que el alumno tenga una comprensión cabal de lo enseñado. El resultado es la falta de dominio de los conocimientos y habilidades establecidos en los programas de estudio.

Por otro lado, de acuerdo con Hernández (1995), en la enseñanza universitaria los profesores requieren una formación esencial sobre el diseño de la enseñanza, debido a que el diseño tiene tradición como una simple organización de contenidos en la enseñanza Universitaria, sin atender una verdadera planeación en la que se consideren medios y condiciones, ni una secuencia instruccional adecuada.

Aunado a esto, existen otros problemas que se enfrentan tanto para la enseñanza como para el aprendizaje del área microbiológica (algunos de ellos no son exclusivos de esta área) que se relacionan con las diferentes competencias mencionadas y que se enlistan a continuación:

### I. Con respecto a los alumnos:

- A. La memorización y no comprensión de los conceptos previos de la carrera así como aquellos provenientes del nivel primaria, secundaria y bachillerato.
- B. La falta de integración entre los conceptos teóricos y los resultados experimentales, para poder analizar el comportamiento de los microorganismos en una situación determinada o la resolución de problemas
- C. La carencia del hábito de organización y manejo del material y/o equipo al inicio y término del curso.
- D. La escasez de tiempo para poder practicar las diferentes técnicas y lograr una ejecución eficiente.

### II. Con respecto al profesor:

- A. El desconocimiento de mecanismos de evaluación que reflejen la comprensión e integración de los aspectos teóricos con los prácticos.
- B. La falta de estrategias para lograr un aprendizaje significativo del área que permita al alumno utilizar estos conocimientos a lo largo de la carrera y en el ejercicio profesional.

- C. El poco trabajo para lograr la mejora de habilidades y actitudes en los estudiantes (responsabilidad, organización, manejo de personal, expresión verbal) que conduzcan a una mayor competencia en el campo laboral.
- D. El requerimiento de ejercicios de evaluación en los que se prioriza a la transferencia de conocimientos a situaciones reales.

### III. Con respecto al curso

- A. Poco tiempo para la explicación de las prácticas, lo cual conduce a un inadecuado desarrollo de las técnicas.
- B. Tiempo insuficiente para la práctica y aplicación constante de las diferentes técnicas aprendidas para la solución de problemas en diversos contextos, es decir, que permitan la transferencia.
- C. Falta de motivación y de un ambiente de trabajo agradable ocasionado por diferencias con sus compañeros o por la inadecuada comunicación con el profesor que lo conduzcan a abandonar el curso.

En este punto, es conveniente aclarar que conseguir la transformación de un sistema educativo netamente memorístico a uno que promueva habilidades intelectuales superiores requiere de cambios coherentes en sus componentes, incluyendo currículo, libros de texto, preparación de los profesores, ambiente de aprendizaje, materiales de apoyo, administración escolar, política educativa y las mismas relaciones de la escuela con la familia, la comunidad y la sociedad (Ruiz-Iglesias, 2001).

Por otro lado, para conseguir el éxito e implementación de dichas alternativas éstas deben ser: Económicamente accesibles; de fácil comprensión y aplicación para los profesores y ser motivadoras para los alumnos quienes son el objetivo final del proceso.

Aunado a esto, existen pocos estudios que permitan abordar los problemas planteados, por ejemplo se diseñan instrumentos sin la debida fundamentación teórica y sin pasar por un proceso de validación, creación de material didáctico apoyado en ilustraciones, pero que carecen de texto o de una estructura lógica y especialmente en nuestro país, se copian modelos y materiales, pero se presentan al estudiante en su idioma original.

De esta forma, el presente proyecto de investigación pretende aportar: un video instruccional para la enseñanza de un tópico específico; un instrumento de observación validado para la evaluar la técnica seleccionada; evidencia empírica sobre la forma de promover el desarrollo de la competencia técnica profesional en estudiantes de licenciatura mediante la prueba de cuatro intervenciones instruccionales.

### **III PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS**

#### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:**

A partir de la investigación de distintas intervenciones instruccionales, seleccionar ¿Cuál es la que proporciona un desempeño más competente en la ejecución de la técnica de tinción de Gram en estudiantes de la carrera de Química Farmacéutica Biológica?

### **OBJETIVO GENERAL:**

Diseñar y evaluar intervenciones instruccionales para fomentar el desarrollo de la competencia técnica profesional en el área de Microbiología, en estudiantes de la carrera de Química Farmacéutica Biológica, mediante la ejecución de la tinción de Gram.

### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

1. Diseñar intervenciones instruccionales para la enseñanza de la técnica de tinción de Gram.
2. Probar las intervenciones instruccionales en estudiantes de la carrera de QFB que cursen la asignatura Microbiología Experimental
3. Evaluar las intervenciones instruccionales mediante la valoración de la ejecución de la técnica de tinción de Gram.
4. Identificar el diseño instruccional con mayor capacidad para mejorar la ejecución de la técnica de tinción de Gram en estudiantes de la carrera de Química Farmacéutica Biológica.

# MÉTODO

## 1. PARTICIPANTES.

- a) La población de estudio correspondió a ciento cincuenta y dos estudiantes de quinto semestre de la carrera de Química Farmacéutica Biológica (QFB) de la Facultad de Química de la UNAM inscritos por primera vez en la asignatura práctica Laboratorio de Microbiología Experimental.
- b) En el estudio participaron 20 profesores responsables de 10 grupos de la asignatura antes mencionada y 8 estudiantes de servicio social o tesis. Tanto profesores como estudiantes fungieron como jueces para la validación del instrumento diseñado y como observadores en la aplicación del mismo.

## 2. ESCENARIO

El proyecto de investigación se realizó en los Laboratorios de enseñanza de la asignatura Microbiología Experimental en la Facultad de Química de la UNAM.

## 3. DEFINICIÓN DE VARIABLES

- a) Variable Independiente.

**Intervención instruccional:** Acción ejercida sobre el estudiante que permite iniciar, mejorar o promover un proceso con intención de mejorarlo. En este trabajo, las intervenciones se basan en el empleo de 3 métodos de enseñanza definidas como “las formas o instrumentos que posibilitan las funciones instruccionales. Cada medio tiene características propias que requieren estrategias diferentes que dependen del contenido, la interactividad permitida por el medio utilizado y los mecanismos de focalización de la atención (Rossignoli, 1996)”.

- b) Variable dependiente o de respuesta.

**Competencia técnica profesional:** Dominio que tiene el sujeto profesional sobre métodos, procedimientos, herramientas y equipos que le faciliten su actividad manual o intelectual, lo cual implica el ahorro de movimientos y administra mejor su espacio (Alanís, 2000).

## 4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se empleó un diseño cuasi experimental de cuatro grupos independientes (tratamientos) con pretest y postest con medidas repetidas, en ambiente natural de trabajo lo cual asegura la validez ecológica<sup>1</sup> del estudio.

Se trabajó con grupos intactos, no equivalentes y sin selección aleatoria. Se planteó con los profesores la selección de una intervención instruccional para aplicar al grupo a su cargo.

<sup>1</sup> La validez ecológica se refiere al proceso de análisis y valoración de los datos respecto al contexto donde estos han sido producidos.

Las intervenciones instruccionales o tratamientos consistieron en la aplicación de un método de enseñanza en dos sesiones del curso o momentos de medición acorde a lo indicado en el cuadro 4.

**CUADRO 4.** Diseño del experimento.

Tratamiento	Momentos de medición y Método de enseñanza*			
	Pretest	Postest		
		Sesión instruccional	Sesión de refuerzo	Evaluación Final
1	LM	LM	LM	-
2	LM	D	D	-
3	LM	V	V	-
4	LM	VD	VD	-

\*LM= Lección Magistral.

D= Demostración de la técnica por parte del profesor

V= Uso de un video instruccional

- = Sin explicación de la técnica

Las intervenciones instruccionales o tratamientos de estudio comprenden los métodos de enseñanza y momentos de medición que se describen a continuación:

#### 4.1 Métodos de enseñanza:

- **Lección magistral (LM).** Definida como la exposición oral que hace un docente en determinado tiempo en el cual proporciona a los estudiantes la información relevante de un tema (Rodríguez y Austria, 1993).
- **Demostración de la ejecución de la técnica (D).** Como su nombre lo indica, esta última estrategia consiste en la demostración o modelamiento de la técnica por parte del profesor, quien realiza la actividad (como el manejo de aparatos, instrumentos, técnicas, etc.) y el estudiante la efectúa en seguida (Rodríguez y Austria, 1993).
- **Video instruccional (V).** Rodríguez y Austria (1993) la definen como una técnica de entrenamiento para presentar la introducción a un tema y explicar los procesos que no se pueden observar directamente. A este tratamiento se le denominará video.
- **Video complementado con demostración (VD).** Uso del video para explicar la técnica y empleo de la demostración como medio para resolver las dudas de los estudiantes.

#### 4.2 Momentos de medición:

- **Pretest:** Medición previa a la aplicación del tratamiento. Se efectuó una sesión antes de la explicación de la técnica de estudio.
- **Postest:** Las medidas repetidas efectuadas en el postest aplicadas en los diferentes momentos del curso consistieron en:
  - i. Sesión instruccional (SI). Medición realizada en la sesión en que se explicó la técnica a los estudiantes.
  - ii. Sesión de refuerzo (SR). Medición efectuada un mes después de la sesión instruccional. Tuvo fines correctivos, por ello, el profesor explicó la técnica y puso énfasis en aquellas tareas en las que se detectaron problemas durante la SI.
  - iii. Evaluación final (EF). Esta medición se efectuó dos meses después de la sesión instruccional. Tuvo la finalidad de comprobar la ejecución autónoma de la técnica.

## **5. MATERIALES E INSTRUMENTOS**

### **5.1 Instrumentos de observación**

Para el registro de la ejecución de la técnica se buscó un instrumento de observación válido y confiable, al no encontrarse instrumentos con estas características, se diseñó, validó y confiabilizó un instrumento de observación del cual, a sugerencia de los jueces, derivaron tres versiones denominados Instrumentos I1, I2 e I3.

Estos instrumentos consisten en listas de verificación de secuencias de acción (tareas), que los observadores utilizaron para registrar la ejecución de la técnica en los diferentes momentos de medición:

- Instrumento I1. Diseñado para su aplicación en el pretest.
- Instrumento I2. Diseñado para aplicarse en la sesión instruccional.
- Instrumento I3. Diseñado para su aplicación en las sesiones de refuerzo y evaluación final.

Los tres instrumentos contienen en la primera columna la descripción de las tareas en la secuencia en que se realizan y en las siguientes columnas espacios para registrar la evaluación (v. anexo 1).

Estos instrumentos se aplicaron para registrar el desempeño de los estudiantes participantes en todos los tratamientos y en los momentos de medición indicados.

### **5.2 Video instruccional.**

Se realizó una búsqueda exhaustiva de un video instruccional en idioma español, que abarcara todas las tareas a medir con los instrumentos diseñados, sin embargo no se encontró alguno, por lo cual se decidió elaborar un video instruccional que cumpliera estos requisitos. Este material abarcó el fundamento, la ejecución e interpretación de resultados de la técnica de tinción de Gram.

El video resultante tiene una duración de 20 minutos de duración y en él se emplearon diferentes estrategias de enseñanza con el objetivo de favorecer la comprensión del tema (v. 6.3 y anexo 2).

## **6. PROCEDIMIENTOS.**

### **6.1.1 Grupos de trabajo**

Se trabajó con grupos no equivalentes debido a que presentaron las siguientes características:

- Tamaño diferente. Cada grupo estuvo constituido por un número entre doce y treinta y dos estudiantes.
- Distintos horarios de clase. Se trabajó con cinco grupos de turno matutino y cinco del vespertino con diferentes horarios de clase.
- La formación de cada grupo no se puede controlar. Los estudiantes se inscribieron en el grupo que mejor convino a su horario de clases.
- Profesores distintos. Cada grupo tuvo dos profesores responsables.

La asignación de los tratamientos se efectuó preguntando a los profesores cuál método de enseñanza es el que regularmente utiliza y proponiéndole el tratamiento que más se adecuaba al mismo. De esta forma, antes del inicio del curso se habló con ellos para:

- I. Proporcionarles información del estudio: panorama general y objetivos.
- II. Familiarizarlos con el instrumento de observación.

- III. Instruirlos en la forma en que deberán llevar a cabo la toma y registro de datos.
- IV. Resolver las dudas con respecto al uso del instrumento.

Por otro lado, se comentó con los profesores la importancia de: a) cumplir con las instrucciones acordadas y que en caso de ocurrir algún inconveniente o imprevisto, éste fuera registrado en hojas anexas para su posterior consideración; b) indicar cualquier error y/o modificación pertinente en los instrumentos de recogida de datos.

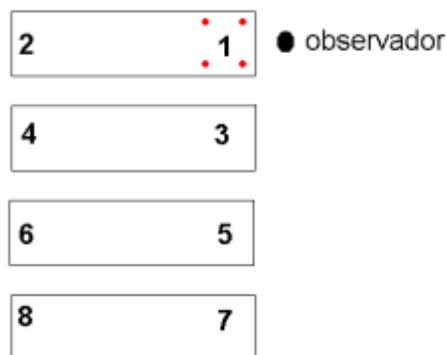
### 6.1.2 Selección de la muestra.

Al inicio del curso se solicitaron a los estudiantes algunos datos sociodemográficos y antecedentes académicos, tales como: si es la primera vez que se inscriben a este laboratorio; si cursaron en el bachillerato una opción técnica, especialmente análisis clínicos.

El criterio de selección de los posibles participantes a los estudiantes fue que cursaran por primera vez la asignatura, excluyéndose a los repetidores o a aquellos que hubiesen cursado en el bachillerato la opción técnica de análisis clínicos.

En el caso de los grupos con doce o dieciséis estudiantes, se evaluaron a todos los alumnos que cumplieran el criterio de selección y, en aquellos con más de veinte alumnos se efectuó una selección al azar. Para ello y debido a que los profesores sugirieron un número máximo de cuatro estudiantes para evaluarse con el detalle requerido, se consideró el acomodo mostrado en la Figura 6, en donde cada número equivale a un conjunto de cuatro estudiantes y se decidió la ubicación del observador al extremo de la mesa de trabajo para tener un mejor punto de observación.

Antes de realizar el sorteo de los conjuntos estudiantes, se ubicaron en un esquema a quienes no cumplieran el criterio de selección descartándose sus números. Finalmente, se marcaron las zonas de muestreo seleccionadas y se entregaron los esquemas a los observadores.



**FIGURA 6.** Ubicación de los estudiantes y del observador. Cada número equivale a 4 estudiantes colocados de acuerdo con los puntos pequeños observados alrededor del número 1.

## 6.2. Construcción de los Instrumentos de observación

El primer paso para la construcción de los instrumentos consistió en definir la competencia de estudio, posteriormente se identificaron los indicadores que la componen, finalmente, se seleccionaron las tareas a evaluar, las cuales representan las acciones concretas que los estudiantes deben realizar. Una vez definidos los componentes de la competencia, se procedió a diseñar los instrumentos de evaluación para su posterior validación y confiabilización.

### 6.2.1 Definición de la competencia

En este proyecto, la competencia técnica profesional de estudio es la: Ejecución de la técnica de tinción de Gram. La unidad de competencia u objetivo en el programa de la asignatura es verificar si “el estudiante es capaz de realizar adecuadamente la técnica de tinción de Gram para la obtención de resultados confiables”.

En concordancia con lo reportado por Wainmaier, *et. al.* (2006), la competencia seleccionada pertenece al rubro de “Destrezas manuales”, es por ello que para la construcción de los instrumentos se seleccionaron los indicadores o capacidades propuestos por estos autores y que corresponden a:

1. Aplica normas de seguridad. De vital importancia en el trabajo de laboratorio pues garantiza la seguridad física tanto del estudiante como la de sus compañeros.
2. Utiliza técnicas elementales. El cumplimiento de este indicador se refleja en la calidad del trabajo del alumno.
3. Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio. Requisitos indispensables para la obtención de resultados confiables.

Como último paso en la definición de la competencia, se determinaron las tareas que conforman la técnica de tinción y que constituyeron los criterios de evaluación. Una vez definidas las tareas, estas se ubicaron dentro del indicador del cual forman parte aunque no necesariamente aparecen en el mismo orden en el instrumento, pues un indicador puede abarcar tareas que se efectúan tanto al inicio del trabajo como al final del mismo.

Cabe mencionar que por tratarse de la formación de una competencia, se consideraron aspectos actitudinales y otros que integran tópicos revisados en asignaturas previas, pero que son importantes en la formación profesional del QFB.

### 6.2.2 Diseño de los instrumentos

Como se mencionó anteriormente, para la construcción de los instrumentos se consideraron tres indicadores, mismos que se subdividieron en 19 tareas enlistadas del número 1 al 11 (pues algunas tareas están formadas por más de una acción). El cuadro 5 muestra las tareas que pertenecen a cada indicador seleccionado para el diseño de los instrumentos de evaluación.

**CUADRO 5.** Indicadores y tareas seleccionadas en el diseño de los instrumentos de observación.

INDICADOR	No. y DESCRIPCIÓN DE LA TAREA*
Aplica normas de seguridad	1. Desinfecta el área de trabajo. 2. Cumple las normas de Higiene y Seguridad establecidas: uso de bata, gafete, cubrebocas, cabello recogido. 3. Coloca sus objetos personales en el lugar destinado para ello. 4. Coloca únicamente el material que empleará en el área de trabajo. 5. Rotula el material de forma adecuada. 6. Trabaja en área aséptica. 11. Para eliminar los portaobjetos con microorganismo los deposita en una solución desinfectante.

INDICADOR	No. y DESCRIPCIÓN DE LA TAREA*
Utiliza técnicas elementales	7. Al preparar el frotis: a) Toma la muestra dependiendo de su estado físico. b) Extiende la muestra formando una película uniforme, no muy gruesa ni muy delgada. c) Deja secar el frote al aire. d) Lo fija pasando de 3 a 6 veces por la flama. 9. Al efectuar el procedimiento de la tinción de Gram: a) Coloca el colorante hasta cubrir la muestra (sin que escurra). b) Respeta los tiempos de aplicación. c) Aplica el decolorante en cantidad suficiente.
Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio.	8. Manipula adecuadamente el material (destapa el tubo correctamente, el asa permanece en área aséptica sin pasar sobre la flama del mechero, etc.). 10. Al observar al microscopio: a) Enfoca adecuadamente (Imagen nítida que corresponde a la descripción del estudiante). b) La cantidad de luz es adecuada para la observación. c) Selecciona el campo microscópico más adecuado. d) El microorganismo presenta la morfología, agrupación y coloración reportadas en la bibliografía (Únicamente si se trata de una cepa de referencia o control).

\* El número de la tarea corresponde a su ubicación en el instrumento de evaluación

Una vez definidos los criterios de evaluación (indicadores y tareas), se diseñaron los instrumentos que corresponden a listas de verificación de secuencias de acción que, en la primera columna tienen la descripción de las tareas en el orden en que se realizan y en el último renglón incluye una zona para anotar observaciones; las siguientes columnas constituyen los espacios para el registro de la evaluación. Dado que una competencia se relaciona con la ejecución autónoma de la técnica, se consideró importante incluir en la zona de observaciones la solicitud de asesoría por parte del estudiante (V. Anexo 1).

En la construcción del instrumento, las tareas se organizaron de acuerdo con el orden en que deben realizarse durante la ejecución de la técnica, procurándose que no quedaran “atomizadas”. También, se procuró que las tareas fueran mutuamente excluyentes, para evitar confusiones durante el registro de la observación. Además, se seleccionó un lenguaje adecuado y comprensible para los usuarios acorde a la terminología propia del área.

En un principio se diseñó un instrumento de observación, sin embargo, después de su aplicación en el estudio piloto se planteó la formulación de tres versiones:

- Instrumento I1. Modificado para su uso en el pretest. Este instrumento contiene un menor número de tareas que el instrumento original, debido a que se empleó para el registro de la ejecución de una técnica con menos pasos que la tinción de Gram. Emplea un nivel nominal de medición en el que se registró si el estudiante realizaba o no la tarea a evaluar.
- Instrumento I2. Instrumento que contiene todas las tareas del cuadro 5. Fue diseñado para su aplicación en la sesión instruccional. De acuerdo con la experiencia de los profesores, en esta sesión se esperaba que los estudiantes requirieran de mayor supervisión y asesoría, razón por lo cual se decidió emplear un nivel nominal de medición para lo cual al aplicar este instrumento únicamente se efectuara el registro de si el estudiante realizaba o no la tarea a evaluar.

- Instrumento I3. Este instrumento se conformó con las tareas presentadas en el cuadro 5, pero a diferencia de I2 su aplicación es más compleja, pues comprende tanto el registro de la presencia o ausencia de algunas tareas (nivel nominal), como la calidad del desempeño en aquellas donde fuera susceptible su evaluación mediante los niveles 1 a 3 que corresponden a una ejecución mala, regular o buena respectivamente (nivel ordinal de medición). Se recomendó su aplicación en las sesiones donde se proporcionó el refuerzo (SR) y en la evaluación final del curso (EF).

### 6.2.3 Validación de los instrumentos.

Para el proceso de validación fungieron como jueces un total de 20 profesores que imparten la asignatura Microbiología Experimental y 8 estudiantes de la carrera de QFB que hubiesen cursado y aprobado la asignatura.

Se analizó la validez de contenido mediante la valoración por jueces o expertos, procedimiento que se realizó en cinco etapas: Revisión inicial, aplicación en estudio piloto, aplicación durante la fase de entrenamiento, aplicación experimental y modificación final.

1ª Etapa. Revisión inicial. El instrumento se entregó a diez profesores de la asignatura Microbiología Experimental para su evaluación. Anexo al instrumento se proporcionó un formato en el cual indicaran su acuerdo o desacuerdo en la presencia de las tareas del instrumento, así mismo se dejó un espacio para que plasmaran sus sugerencias. Posterior al análisis de estas observaciones se realizó la primera modificación del instrumento.

2ª Etapa. Aplicación en estudio piloto. Los profesores participantes en la primera etapa aplicaron el instrumento modificado, en cuatro momentos del curso: en la sesión previa a la instruccional, en la sesión instruccional y en las sesiones de uno y dos meses después de la misma.

3ª Etapa. Aplicación durante la fase de entrenamiento. Simultáneamente a la segunda etapa, se realizó el entrenamiento de los estudiantes que participarían como jueces. En esta etapa, los participantes: Realizaron la tinción de Gram, observaron a sus pares y aplicaron el instrumento tanto para evaluación por pares como para autoevaluación (ver 6.5.2).

De estas etapas derivó la segunda modificación del instrumento consistente en: i) Cambios en la redacción con el objetivo de que las tareas evaluadas estuvieran claramente enunciadas; y ii) El empleo de diferentes niveles de medición en el pretest y sesión instruccional con respecto a la sesión de refuerzo y la evaluación final. Como se mencionó anteriormente, derivado de esta aplicación piloto, se propusieron tres versiones del instrumento presentadas en el anexo 1: la primera (Instrumento I1) para el pretest, la segunda (I2) para la sesión instruccional y la tercera (I3) para las sesiones de refuerzo y de evaluación final.

4ª Etapa. Aplicación experimental. En esta etapa, se integraron diez docentes más quienes, previo a su uso, revisaron los instrumentos y sugirieron puntualizar la redacción de dos tareas. Una vez incorporados los cambios, se aplicaron los instrumentos en todos los grupos involucrados en el trabajo de investigación.

5ª Etapa. Modificación final. Se realizó de acuerdo con la experiencia de los jueces al aplicar el instrumento. Después de esta modificación y con los resultados obtenidos en la confiabilización, quince jueces revisaron los instrumentos y aceptaron los cambios para obtener la versión final.

Los criterios para la validación de los instrumentos correspondieron a lo recomendado por Buendía, *et. al.* (1998) para listas de verificación u observación:

- Pertinencia de la tarea. Las tareas o acciones deben ser las más adecuadas y representativas para la evaluación del procedimiento.
- Claridad en la redacción. Todos aquellos que empleen los instrumentos, deben entender lo mismo, para ello, los aspectos que van a ser observados deben plantearse de manera clara y concisa. Además de emplear el lenguaje propio del área.
- Nivel de medición: La mayoría de las listas sólo admiten presencia o ausencia del rasgo a observar. Sin embargo, para determinar el logro de la competencia, es necesario realizar la evaluación de la calidad del trabajo experimental, por ello en el instrumento I2 se decidió emplear el nivel ordinal.
- Orden secuencial. Cuando la lista verificación se realiza para observar un proceso secuencial, las acciones deben presentarse ordenadas y en el mismo sentido en el que aparecen en el procedimiento del que forman parte.

#### 6.2.4 Confiabilización del instrumento.

Con los resultados de la aplicación, se evaluó la fiabilidad de los instrumentos utilizados analizando la consistencia interna por el método del alfa de Cronbach.

#### 6.2.5 Aplicación del instrumento.

Los instrumentos validados y confiabilizados se aplicaron con todos los grupos y tratamientos, de modo que se obtuvieran registros comparables. Los profesores responsables del grupo, y los estudiantes (quienes en conjunto se denominarán observadores) efectuaron la apreciación del trabajo de los estudiantes para evaluar su destreza en la realización de la técnica de tinción de Gram.

El registro del desempeño mediante la aplicación de los instrumentos se realizó durante la sesión ordinaria de trabajo. Al inicio de la sesión se presentaron ante el grupo a los observadores externos, indicándose que estarían presentes durante la clase con el objetivo de apoyarlos en su trabajo práctico, para lo cual tendrían que hacer un registro de su desempeño. Se mencionó que estas anotaciones serían entregadas a los profesores con la finalidad de que pudiesen ayudarlos a mejorar en su trabajo más que con fines de evaluación.

### 6.3 Momentos de medición.

El pretest corresponde a la sesión anterior a la instruccional en la que se explicó la técnica de estudio. En este momento de medición se empleó una técnica de tinción con una cantidad menor de contenidos declarativos, además de ser más sencilla en lo que se refiere a los aspectos técnicos y cantidad de información obtenida. El registro del desempeño se efectuó con el instrumento I1 (v. anexo 1).

En los cuadros 6 y 7 se presentan las comparaciones entre los contenidos teóricos y técnicos, respectivamente, que se evalúan en el pretest y aquellos comprendidos en el postest.

**CUADRO 6.** Comparación entre los conocimientos declarativos a evaluar en el pretest y postest.

CONTENIDO	PRETEST TINCIÓN SIMPLE	POSTEST TINCIÓN DE GRAM
Morfología bacteriana	X	X
Agrupación	X	X
Composición de la pared celular		X

**CUADRO 7.** Comparación de los aspectos técnicos a evaluar en el pretest y postest.

INDICADOR	PRETEST TINCIÓN SIMPLE	POSTEST TINCIÓN DE GRAM
Aplica normas de seguridad	X	X
Utiliza técnicas elementales: a) Frotis b) Tinción	X Aplicación de un solo colorante y enjuague con agua	X Aplicación de dos colorantes, un mordente, un agente decolorante y enjuagues intermedios con agua.
Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio. a) Manipulación del material b) Observación al microscopio	X Sólo se aprecia la forma y agrupación de los microorganismos.	X Además de la información obtenida en la tinción simple, se obtiene la reacción a los colorantes y se deduce la composición química de la pared celular.

### 6.3 Desarrollo del video instruccional

Para favorecer el aprendizaje de contenidos procedimentales, se plantea el modelamiento de una técnica básica como material de apoyo a cualquier curso de Microbiología dirigido a QFB's, Médicos, Médicos Veterinarios, Biólogos, etc.

Como se mencionó anteriormente, debido a la falta de un material instruccional adecuado a las necesidades del proyecto se decidió elaborar un video que incluyera los siguientes aspectos:

- a. Conceptos clave (previos y nuevos) relacionados con la técnica.
- b. Secuencias del adecuado manejo y organización del material en un Laboratorio de Microbiología.
- c. Modelamiento de la técnica a aprender en la que se destaquen los puntos críticos para la obtención de resultados de calidad.
- d. Fundamento teórico de la técnica y su relación con los diferentes pasos del procedimiento.
- e. Interpretación de resultados.
- f. Importancia de la técnica en la formación profesional del QFB.

El objetivo del desarrollo de este material es que el alumno pueda iniciar su trabajo con una idea clara de la metodología a seguir y que logre la integración de los conocimientos declarativo y procedimental así como de los conocimientos previos con los nuevos.

#### 6.3.1 Producción del video

La producción completa de un documento videográfico es un proceso muy complejo, para lo cual Domínez, *et. al.* (1999), Ferrés (1988) y Palomas y Martínez (1993) recomiendan cumplir las siguientes fases sucesivas para la producción de un video que pueda ser útil en el aula:

- a) Preparación: Fase en que se concibe la idea y se delimitan los objetivos. Es importante evaluar si el tema admite el uso de imágenes estáticas y en movimiento, ventajas didácticas proporcionadas por el video frente a otros medios más sencillos en su producción.
- b) Sinopsis. Es la idea inicial redactada en un modo más explícito, en ella se establecen los contenidos, la forma de tratarlos en imágenes y se configura el documento.

- c) Guión. Redacción del argumento de una manera descriptiva, conteniendo el relato visual pormenorizado de todos los aspectos de la narración: lugares, personajes, acción, diálogos, ruidos y música. El escrito debe presentarse de una manera clara y comprensible, contando hechos que puedan ser visualizados y divididos en escenas encabezadas por su número.
- d) Guión técnico. Constituye la base para la realización y la post-realización. Comprende al lenguaje visual y verbal, desglosados en secuencias y éstas en planos; las escenas se omiten.
- e) Plan de trabajo o guión de realización. En el que se detalla el planning de grabación.
- f) La realización. Registro de las imágenes siguiendo todas las indicaciones propuestas en el guión técnico. En esa fase sólo se cuidará la grabación de sonidos directos.
- g) La post-realización. Comprende la edición y la sonorización, concluyendo el producto videográfico.

La producción del video se realizó en conjunto con la Sección de video del departamento de Diseño y medios Audiovisuales de la Coordinación de Comunicación perteneciente a la Facultad de Química, de la UNAM, para lo cual y en concordancia con lo anteriormente expuesto, se desarrollaron las siguientes actividades:

### **6.3.1.1. Preparación**

Se establecieron los objetivos del video y se determinaron los tópicos que apoya y las asignaturas del plan de estudios de la carrera de QFB en las que incide el contenido. Otro aspecto fue el determinar el título del video, Arreguín (1991) y Barbero, *et. al.* (1995) mencionan que el nombre del programa tiene la capacidad de atraer la atención hacia lo que se desea y que una breve introducción puede completar esta función.

De esta forma, se eligió el título de Tinción de Gram para hacer referencia a la técnica que se expondrá y en complemento se agregó en forma interrogativa la frase ¿morado o rojo? Con el fin de dirigir la atención del estudiante en que la aplicación de esta técnica permitiría teñir a los microorganismos de color rojo o morado y, de este modo, crearles la inquietud del porque adquieren un color u otro.

### **6.3.1.2. Sinopsis**

Se elaboró un resumen de la técnica con la información básica para el desarrollo del procedimiento. A partir de esta información se comenzó a ampliar el contenido teórico que debería contener este material y se inició la búsqueda de imágenes que lo ilustraran adecuadamente. Además, se realizó una pre-grabación de la ejecución de la técnica con el objetivo de que apoyara el guión que se comenzaría a elaborar.

### **6.3.1.3. Elaboración del guión**

De acuerdo con los indicadores y las tareas del instrumento de evaluación, con la información teórica y la pre-grabación, se elaboró el guión del video en el cual participaron expertos en didáctica y en el área microbiológica. Para el desarrollo del guión pedagógico se enfatizaron los siguientes aspectos:

- a. Claridad de las instrucciones. En la redacción del guión se privilegió el empleo de términos sencillos (no coloquiales) y de la terminología del área que se complementarían con las imágenes presentadas.
- b. Secuencia de las acciones. Se buscó que el contenido tuviera una secuencia lineal, evitando saltos en el contenido que pudiesen provocar confusión entre los estudiantes.
- c. Inclusión dosificada de la terminología científica. La terminología propia del área se introdujo paulatinamente para que los estudiantes la asimilaran durante la transmisión del video.

- d. Selección de imágenes útiles para ilustrar el contenido declarativo. La búsqueda de animaciones, esquemas, fotos, etc. permitió seleccionar e incluso crear material que ejemplificara el concepto o proceso que se exponía. Las microfotografías, se tomaron en gran cantidad con diferentes bacterias teñidas mediante tinción de Gram y se seleccionaron aquellas que tuvieran mejor calidad y que fueran más ilustrativas para su exposición. Asimismo se crearon las animaciones que mostraran el fundamento teórico de la técnica.
- e. Búsqueda de una introducción que lograra captar la atención de los estudiantes y que además se lograra relacionar con el cierre del video.

El guión seguido para la elaboración del video de acuerdo se presenta en el anexo 2.

#### **6.3.1.4. Planeación de la grabación.**

En la elaboración del plan de trabajo para la grabación, se revisaron tanto los aspectos técnicos como el material requerido. En relación al primer punto, la observación detallada de la pre-grabación permitió identificar el ángulo en que se deberían realizar la o las tomas de cada uno de los diferentes pasos de la realización de la técnica, lo cual, a su vez, permitió calcular el material necesario para la grabación. Además se buscó proyectar a los estudiantes la organización que deben tener en su lugar de trabajo. Con respecto al segundo aspecto, se consideró tanto lo referente a imágenes como a los reactivos, utensilios e instrumentos de trabajo.

#### **6.3.1.5. Grabación.**

La grabación del video se realizó en el laboratorio 1C y en el cepario de la Facultad de Química de la UNAM. La introducción del video se efectuó en la Escuela Nacional de Música de la UNAM.

Previo a la grabación se preparó todo el material para el modelamiento de la técnica y junto con el camarógrafo se revisaron los ángulos así como la secuencia de las tomas con el objetivo de optimizar el tiempo de trabajo.

#### **6.3.1.6. Realización y post-realización.**

La realización y post-realización del video se efectuó en la Sección de video del departamento de Diseño y medios Audiovisuales de la Coordinación de comunicación perteneciente a la Facultad de Química de la UNAM. En esta etapa se integraron las secuencias de video, introducción, audio e imágenes así como los créditos de los participantes en la elaboración del mismo.

### **6.3.2 Estrategias de enseñanza empleadas en el video.**

Para la realización de un video instruccional se debe recurrir al empleo de diferentes estrategias de enseñanza acordes con el tipo de contenido. Si bien es cierto que las imágenes son el punto fuerte en un video, se debe recordar que por sí mismas no constituyen la fuente del conocimiento y que se requiere de una explicación sencilla y breve de lo que se pretende al mostrar una u otra imagen o una secuencia de las mismas. De esta forma se deben aprovechar eficientemente todos los recursos que esta tecnología proporciona el video, la presentación de imágenes fijas y el audio (Marqués, 1998).

Las estrategias de enseñanza que se emplearon en la elaboración del video instruccional se presentan a continuación:

#### **6.3.2.1 Modelamiento.**

Para la demostración de la técnica, un experto realizó el procedimiento de la tinción de Gram en las mismas condiciones que los estudiantes la deben efectuar dentro del laboratorio. Al mismo tiempo en

que realizaba el modelamiento, el instructor explicó el porqué de las acciones que efectuaba y los cuidados que se deben considerar para realizar una ejecución exitosa.

Un aspecto fundamental que complementó el modelamiento fue el apoyo técnico para realizar la toma con el mejor ángulo y/o acercamiento para evidenciar con detalle los movimientos efectuados por el experto.

### 6.3.2.2 Imágenes.

En este rubro se contempló el uso de imágenes fijas como microfotografías y esquemas e imágenes con movimiento o simulaciones (animaciones). De los diferentes tipos de ilustraciones que existen, aquí se presentan únicamente aquellas empleadas para la construcción del video:

- a) Descriptivas. Muestran cómo es un objeto, aportan una impresión holística del mismo sobre todo cuando es difícil describirlo o comprenderlo en términos verbales. Lo importante de su uso es que el estudiante identifique visualmente las características centrales o definitorias del objeto.

En lo que se refiere al video, se emplearon microfotografías que ilustraran las diferentes morfologías y agrupaciones bacterianas para apoyar la interpretación de resultados.

- b) Construccionales. Este tipo de ilustraciones buscan explicar los componentes de una totalidad, ya sea un objeto, aparato o sistema. Lo importante en su uso es que los estudiantes aprendan los aspectos estructurales que interesa resaltar del objeto o sistema representado.

En el video se empleó este tipo de ilustración mediante la presentación de esquemas que muestran la composición y estructura de la pared celular en bacterias grampositivas y gramnegativas, señalándose sus componentes principales en la imagen para resaltar la diferencia entre ambos grupos.

- c) Con respecto a las ilustraciones con movimiento o animaciones, se emplearon las del tipo simbólico, que son una forma de “modelización” posible gracias a los recursos de la tecnología informática (Gredlen, 1996).

En el video se emplearon animaciones para ilustrar el proceso que ocurre en la célula cuando se agregan los diferentes colorantes y reactivos en las bacterias grampositivas y gramnegativas. Estas ilustraciones se intercalaron durante el desarrollo de la técnica con el objetivo de que los estudiantes entendieran los sucesos que ocurren en la célula mientras se encuentran en contacto con los reactivos y que el proceso les resultara significativo.

### 6.3.2.3 Señalizaciones.

Entre los elementos considerados en esta categoría y que fueron seleccionados en la elaboración del video se encuentran el uso de títulos y subtítulos, la inclusión de notas o “llamadas” para enfatizar la información clave y el manejo de diferentes colores al presentar un texto. A continuación se expone el uso de cada uno de ellos:

- a) Títulos y subtítulos. Al inicio de la presentación del video aparece el título del mismo: “Tinción de Gram: ¿morado o rojo?” Este título presenta a los estudiantes el tema abordado en el video y además les deja una pregunta que se relaciona con los colores que pueden adquirir las bacterias al ser sometidas a esta técnica.

Esta estrategia también se ocupó en la presentación de la técnica, “Nuestra Práctica consta de tres etapas: i. La preparación del Frotis; ii. La Realización de la Técnica de Tinción de Gram y iii. La observación e Interpretación de Resultados”, en este momento se presentó una lista con las etapas resaltadas con viñeta. Posteriormente, antes de iniciar cada una de las etapas se insertaron letreros con el título de la misma. Por otro lado, para que fuera más significativa la exposición del letrero se acompañó de sonidos.

- b) Notas. Se insertaron letreros para destacar aquellos aspectos que requieren de mayor atención del estudiante, por ejemplo al efectuar la decoloración que constituye el punto crítico de la técnica, aparece un letrero con la leyenda “Decoloración: punto crítico”.
- c) Uso de colores. En la presentación del resumen de la técnica, aparece un cuadro sinóptico (organizador gráfico), el cual de un lado es color morado y del otro color rojo para mostrar las características de las bacterias que adquieren dicho color en la tinción. De esta forma, también se hace alusión al título ¿morado o rojo?

#### **6.3.2.4 Organizadores gráficos.**

De los diferentes tipos de organizadores que existen, se seleccionó el cuadro sinóptico. Esta estrategia proporciona una estructura coherente global de una temática y sus múltiples relaciones, además de organizar la información sobre uno o varios temas centrales que forman parte del tema que interesa enseñar.

Dadas las ventajas de esta estrategia, se decidió su empleo en el resumen final del video debido a que la información comparativa entre bacterias grampositivas y gramnegativas podría resultar muy densa para los estudiantes. Es así que se diseñó un cuadro sinóptico en el cual se compararan las características de las bacterias de ambos tipos. Con el objetivo de que fuera más significativa la información del cuadro, éste se complementó con el uso de colores: a la columna de las bacterias grampositivas se le coloreó de morado y a la de gramnegativas de rojo por ser esta la coloración que presentan esos microorganismos después de aplicar la técnica de tinción.

#### **6.3.2.5 Resumen.**

Para que esta estrategia sea efectiva, se recomienda el uso de algunas frases introductorias, de recapitulación o bien que indiquen la relevancia de la información. De esta forma, en el video instruccional se incluyeron dos resúmenes, uno al inicio y otro al término de la explicación de la técnica.

En el resumen inicial o introducción se empleó esta estrategia para:

- i. Indicar la importancia que tiene esta técnica en la formación profesional del QFB: “Una de las técnicas de Tinción más importantes del área microbiológica, es la Técnica Tinción de Gram”.
- ii. Destacar las ventajas del uso de esta técnica “Considerada como uno de los pilares de la Microbiología, la técnica de tinción de Gram tiene la ventaja de proporcionarnos resultados inmediatos, en comparación con las técnicas de cultivo”.
- iii. Señalar cómo efectuar el control de calidad del trabajo. Para ello se usó una frase que indicara la relevancia de la información “Es importante señalar que...”

Con respecto al resumen final, en este se incluyeron los pasos críticos de la técnica de tinción y su relación con el fundamento de la misma. La presentación de este resumen se apoyó en algunas de las estrategias mencionadas. Dentro del resumen se consideraron los siguientes aspectos:

- i. La recapitulación del fundamento comenzó con una frase: “Como ya dijimos...”. Además, para favorecer el recuerdo, se emplearon los esquemas y las animaciones presentadas durante la demostración de la técnica.
- ii. Se mencionaron los factores que deben cuidarse para obtener los resultados confiables: “Frotis adecuado, uso de microorganismos control, la decoloración como punto crítico y el respetar los tiempos de aplicación”. Igual que en la recapitulación, el resumen se apoyó en las imágenes mostradas cuando se expuso la información citada.
- iii. Síntesis de la diferencia entre bacterias grampositivas y gramnegativas. Como se mencionó anteriormente, esta información se organizó en un cuadro sinóptico.

iv. Para concluir, se resumió la información presentada con respecto al uso de la tinción en los diferentes campos de acción del QFB, para ello se utilizó otra frase de recapitulación “Recordemos que...”.

### **6.3.3. Opinión de los usuarios del video.**

Con el objetivo de conocer la opinión de los usuarios con respecto a la utilidad del video, tanto en lo referente a los contenidos como a la presentación de los mismos, se aplicaron cuestionarios (ubicados en el anexo 3) tanto a estudiantes como a profesores.

El cuestionario de opinión 3.1 se aplicó a todos los estudiantes inscritos en los grupos donde se empleó el video como método de enseñanza, contiene tanto preguntas abiertas como de opción múltiple. En el mismo, se solicitó su nombre a los estudiantes con el objetivo de diferenciar a los repetidores de los que cursaran por primera vez la asignatura.

A los profesores responsables de los grupos y a los estudiantes que fungieron como observadores se les entregó el cuestionario 3.2 reportado por Marquès (2002), en el cual anotaron sus evaluaciones y comentarios con respecto al video.

## **6.4 Observadores.**

En el estudio participaron dos tipos de observadores, el primero que correspondió a los profesores de la asignatura y el segundo a estudiantes de servicio social o tesis. A partir de este momento, se empleará el término “observadores” para denominar a ambos grupos.

### **6.4.1 Selección de observadores.**

Los profesores participantes fueron aquellos interesados en colaborar en el estudio, comprometidos a seguir todas las indicaciones para la aplicación de los instrumentos y de la estrategia instruccional, y que además, estuvieran dispuestos a compartir sus experiencias de trabajo.

Para el reclutamiento y selección de estudiantes de la carrera de QFB, se hizo una invitación a participar en el estudio a alumnos que hubiesen cursado la asignatura y con interés por la enseñanza. Por otro lado, se investigó quienes fueron sus profesores de la asignatura, que cumplieran los siguientes requisitos: entrega puntual de sus tareas escolares, interés por la asignatura, participaciones constantes durante el curso, buena organización en el trabajo, capacidad de análisis demostrada en sus exámenes, reportes u otras evidencias y preferentemente que hubiesen concluido sus créditos. Además, se les hizo una entrevista para conocer sus expectativas con relación al proyecto. Al finalizar este proceso se seleccionaron a ocho estudiantes.

### **6.4.2 Entrenamiento de observadores.**

El entrenamiento de los ocho estudiantes seleccionados se desarrolló en cuatro etapas:

1ª Etapa: Se solicitó a un estudiante que efectuara la tinción bajo la observación de los otros alumnos quienes evaluaban su desempeño anotando la presencia o ausencia de la tarea en el instrumento de observación I1. Posteriormente, en conjunto, se revisaron las evaluaciones y se discutieron aquellos puntos en los que hubiese desacuerdo.

2ª Etapa: Un estudiante realizaba la tinción y el resto evaluaba su desempeño mediante la asignación de los niveles de ejecución en el instrumento I2. Al concluir el ejercicio, de manera grupal se discutían los puntos de acuerdo y desacuerdo. En ocasiones se grabó en video la ejecución para tener la

evidencia del desempeño y efectuar una mejor discusión hasta lograr la unificación de criterios. Cuando se contó con videograbación, al revisar el video se solicitó a todos los estudiantes que registraran nuevamente el desempeño, de modo tal que al analizar detenidamente el video se contara con una mayor cantidad de registros que condujera a una discusión más documentada.

3ª Etapa: Dos estudiantes realizaban la técnica y el resto, evaluó con el instrumento I2. Nuevamente, se recurrió a la videograbación para el análisis de las evaluaciones.

4ª Etapa: Cuatro estudiantes ejecutaban la técnica y los restantes evaluaban, para tener una mayor cantidad de registros para comparar se solicitó la participación de otros estudiantes que tuvieran que emplearan la tinción de Gram en sus proyectos de tesis o servicio social para que la realizaran mientras los observadores registraban su desempeño. Al final, se analizaron los registros obtenidos.

Cabe aclarar que cada etapa finalizó en el momento en que se logró la unificación en los niveles asignados en los registros.

## **6.5 INTERVENCIONES INSTRUCCIONALES DE ESTUDIO.**

El proceso del diseño de una intervención instruccional comprende las siguientes acciones: diagnóstico inicial, organización logocéntrica de los contenidos, concreción de objetivos, reorganización didáctica de los contenidos, organización de las condiciones, procesos de ejecución, designación de los procedimientos y condiciones de evaluación y designación y organización de las estrategias.

**6.5.1 Diagnóstico inicial.** Es la evaluación de las características y condiciones de los alumnos, de los medios disponibles y del contexto donde se va a realizar la enseñanza.

Para conocer las características de los alumnos, al inicio del curso se aplicó un cuestionario de datos sociodemográficos en los cuales se incluyan: edad, género, promedio de bachillerato y de la licenciatura, si es la primera vez que cursan la asignatura, entre otros.

En lo que respecta al diseño instruccional del tema de estudio (tinción de Gram), se realizará el pretest para conocer el nivel de destreza de los alumnos antes de ser sometidos al tratamiento de prueba correspondiente.

Con relación a los medios disponibles, se buscó el material apropiado para la enseñanza y evaluación del tema, y como se indicó anteriormente, al no encontrarse, se decidió elaborar un video instruccional y diseñar los instrumentos de evaluación.

En relación al contexto, el estudio se realizó en los laboratorios de enseñanza de la asignatura Microbiología Experimental. Previo a la aplicación de las intervenciones, se revisó con los profesores que existieran las condiciones más adecuadas para la enseñanza de la técnica, así como para el registro del desempeño.

**6.5.2. Organización logocéntrica de los contenidos.** Se refiere a la estructuración del currículum de la enseñanza, de acuerdo con criterios académicos.

Dentro del plan de estudios de la carrera de Química Farmacéutica Biológica, los estudiantes deben cursar y aprobar las asignaturas teóricas Biología Celular (BC) y Microbiología General (MG) para tener derecho a inscribirse al curso práctico de Microbiología Experimental (ME).

En la asignatura Microbiología General se imparten los conocimientos declarativos necesarios para comprender los fundamentos e interpretar los resultados de las técnicas que forman parte del programa de Microbiología Experimental.

Las asignaturas obligatorias que siguen a ésta en la seriación de la carrera son “Bacteriología”, “Bacteriología Experimental” y “Genética y Biología Molecular”, las cuales requieren de microorganismos como modelos de estudio.

Por otro lado, MG y ME también constituyen el antecedente teórico y práctico respectivamente, para las asignaturas optativas: “Biosíntesis y Biotecnología”, “Micología”, “Microbiología Ambiental I”, “Microbiología Ambiental II”, “Parasitología” y “Virología”.

Específicamente, en lo que respecta al tema de tinción de Gram, la correcta realización de dicha técnica, la comprensión de su fundamento, la interpretación de resultados y su aplicación son esenciales tanto para los temas siguientes del curso de ME así como de las asignaturas subsiguientes: Bacteriología y Bacteriología Experimental, Biosíntesis y Biotecnología, Microbiología Ambiental I y Microbiología Ambiental II. De esta forma, la ejecución de la tinción de Gram constituye una competencia técnica transversal de la carrera de QFB.

**6.5.3 Concreción de objetivos:** Se toman los contenidos organizados y se tratan de especificar hasta el punto de que puedan ser fácilmente evaluados en el dominio requerido.

En este rubro, los objetivos de la asignatura son:

- Aplicar correctamente las normas de higiene y seguridad y las buenas prácticas en el laboratorio de microbiología.
- Desarrollar correctamente las técnicas básicas para el estudio de los microorganismos.
- Discriminar las condiciones nutricionales y de cultivo para los diferentes grupos microbianos.
- Aplicar correctamente los agentes físicos y químicos en el crecimiento y control microbiano.
- Caracterizar a los microorganismos en función de sus requerimientos nutricionales.
- Aplicar diferentes métodos de cuantificación de microorganismos en diversos productos.
- Discriminar el efecto benéfico o perjudicial que deriva de las asociaciones microbianas entre microorganismos, y entre estos y otros seres vivos.

De ellos, el segundo objetivo es el que se refiere al desarrollo o ejecución de una técnica básica como es la tinción de Gram. Concretamente, el objetivo de las intervenciones del presente estudio es que los estudiantes logren aplicar correctamente el procedimiento de tinción de Gram cuando se emplean diferentes muestras de trabajo.

**6.5.4 Reorganización didáctica de los contenidos.** Se organizan los contenidos tal cual van a ser enseñados, por lo que constituyen el aspecto metodológico prioritario.

Con los profesores de la asignatura se decidió la secuencia de contenidos para la enseñanza y aplicación de la tinción de Gram, la cual se expone a continuación:

1. Tinción Simple. Técnica de tinción sencilla tanto en el aspecto metodológico como en lo referido a los contenidos declarativos (v. cuadros 3.3 y 3.4) para el Pretest.
2. Tinción de Gram. Constituye la técnica de interés.
3. Aislamiento (sesión de refuerzo). La tinción de Gram constituye una herramienta de apoyo en esta práctica, pues el crecimiento y aislamiento de bacterias en cierto tipo de medios de

cultivo tiene una estrecha relación con el fundamento de la técnica, por ejemplo el empleo de sustancias inhibitoras de la síntesis de peptidoglucano en un medio de cultivo selectivo para grampositivos. Asimismo, la verificación de pureza de la muestra se realiza mediante dicha técnica.

4. Diversidad microbiana (evaluación final). Esta práctica comprende el estudio de muestras ambientales en las cuales existe una gran cantidad y diversidad de microorganismos. La importancia de realizar adecuadamente la técnica de tinción consiste en discriminar la diversidad de bacterias al diferenciar su forma, agrupación y reacción a los colorantes de Gram.

Con respecto a la técnica de tinción de Gram, primero se explicará el fundamento de la técnica y después el procedimiento mediante el método de enseñanza correspondiente.

**6.5.5 Organización de las condiciones.** Se refiere a la distribución de los contenidos en su dimensión temporal (cronograma), a la disposición espacial del aula, a la formación de grupos, a la disposición de los alumnos (en el aula o en los grupos), a la disposición del material de apoyo (audiovisual, de laboratorio, de prácticas, etc.).

- i. La distribución temporal de los contenidos para la enseñanza y aplicación de la tinción de Gram es la siguiente:
  1. Tinción Simple. Corresponde al pretest o preprueba. Se efectuó en la sesión previa anterior.
  2. Tinción de Gram. Correspondiente a la sesión instruccional.
  3. Sesión de refuerzo. La realización de esta práctica se efectuó un mes después de la sesión instruccional.
  4. Evaluación final (Diversidad microbiana). Se realizó dos meses después de la enseñanza de la tinción de Gram.
- ii. Disposición espacial del aula y formación de grupos: Cada grupo se organizó en equipos de trabajo integrados por dos estudiantes. Este hecho depende directamente de la cantidad de material disponible y sistema de organización tradicional para la enseñanza en los laboratorios de la Facultad de Química de la UNAM. Sin embargo, la realización y evaluación del trabajo fue individual. Desde el inicio del curso se comentó con los profesores que los equipos estuvieran integrados preferentemente por dos alumnos que hubiesen cursado la asignatura o dos que no la hubiesen cursado.
- iii. Disposición de los alumnos. En cada mesa de trabajo se distribuyeron cuatro equipos de trabajo (ver. Figura 6). Antes de iniciar el experimento, se tuvo especial cuidado de ubicar los equipos integrados por los repetidores para evitar su sorteo al momento de seleccionar a los estudiantes que serían observados.
- iv. Disposición del material de apoyo. Antes de iniciar la clase se puso cuidado en que el profesor tuviera el material de apoyo necesario de acuerdo con el tratamiento correspondiente (ver. cuadro 4): gises, proyector de acetatos, material para efectuar la demostración, equipo de proyección para el video, etc.

**6.5.6 Designación y organización de las estrategias.** Una vez organizados los contenidos y establecidas las condiciones en que se va a desarrollar la enseñanza, se tienen que especificar las estrategias o procedimientos que se van a utilizar para obtener los objetivos de comprensión, memorización, elaboración, aplicación, o cualquier otro que se haya propuesto.

Las diferentes estrategias a emplear en los grupos participantes y los momentos de aplicación de los mismos se describen ampliamente en el apartado de tratamientos (p.74).

**6.5.7 Designación de los procedimientos y condiciones de evaluación.** La evaluación debe ser coherente con el diseño general realizado. Es necesario seleccionar las herramientas adecuadas para comprobar el aprendizaje durante y al final del proceso de enseñanza.

Para la evaluación del trabajo práctico se emplearon los instrumentos de observación diseñados y que fueron descritos en el apartado 6.2. Por tratarse de la formación de una competencia, se decidió emplear un pretest, y tres mediciones para el postest que tenían diferente objetivo de acuerdo con lo que se expone a continuación:

- a) Pretest. Evaluación de las habilidades de los estudiantes antes de la aplicación de las intervenciones instruccionales mediante el instrumento I1.
- b) Sesión instruccional. Evaluación de la ejecución de la técnica de tinción de Gram con el instrumento I2. Permitted detectar los errores de los estudiantes, por ello al final del análisis de resultados se entregó un reporte a los docentes con dicha información.
- c) Sesión de refuerzo. Como su nombre su indica, en esta sesión se otorgó a los estudiantes la ayuda necesaria para que mejoraran la ejecución de la técnica. Después de la explicación grupal y/o ayuda ajustada se evaluó su desempeño mediante el instrumento I3. Esta fue la última medición como evaluación formativa.
- d) Evaluación final. Permitted evaluar la ejecución autónoma del estudiante al final del proceso de enseñanza para determinar su competencia o incompetencia en la realización de la técnica. También se empleó el instrumento I3.

**6.5.8 Procesos de ejecución.** Puede existir o no una fase de preparación, repaso o entrenamiento previo a la enseñanza. Es a partir de esta etapa, que se entra en los procesos propios de la enseñanza consistentes en llevar a cabo lo que se ha diseñado, adaptándolo a las condiciones reales, mediante el empleo de las estrategias de enseñanza elegidas, además de evaluar y desarrollar una actividad correctora sobre sí mismo (el docente) o sobre los alumnos.

En relación a este apartado, previo a la realización del experimento se realizó un estudio piloto y una fase de entrenamiento para los observadores.

Como fase de preparación se efectuó un estudio piloto que persiguió los siguientes objetivos:

- a) Familiarizar a los profesores con el instrumento de observación durante su práctica docente.
- b) Modificar los instrumentos de evaluación.
- c) Revisar de manera conjunta las sugerencias que derivaron de la aplicación del instrumento, para optimizar la realización del trabajo de investigación.

El entrenamiento de los observadores para la adecuada y eficiente aplicación del instrumento cuando están frente a un grupo se explicó en el apartado 6.4.2.

## **7. TRATAMIENTOS**

En el cuadro 1 se presenta el diseño del experimento en donde se indican los momentos de medición así como el empleo de cuatro intervenciones instruccionales o tratamientos de estudio:

1. Explicación mediante lección magistral.
2. Explicación mediante lección magistral con demostración de la ejecución de la técnica.

3. Explicación del fundamento y técnica mediante un video instruccional.
4. Explicación del fundamento y técnica mediante video instruccional complementado con una demostración de la técnica.

La estrategia indicada se empleó en las sesiones instruccional y refuerzo para explicar la técnica. En todos los tratamientos, se realizaron mediciones pretest y postest a los mismos estudiantes seleccionados, para ello se efectuaron las observaciones una clase antes de la sesión instruccional, en la sesión instruccional, uno y dos meses después de esta sesión (v. cuadro1).

a) Lección magistral.

Según Román y Díez (1994), este método hace referencia al discurso formal sobre un tema. Se trata de una exposición relativa a un asunto del que se intenta proporcionar la información relevante, reciente y /o de difícil acceso. Pretende facilitar al alumno el acceso a la información y ofrecerle perspectivas distintas sobre la misma que sería más costoso, lento y laborioso conseguir de otra manera.

En la lección magistral el discurso ha de ser lógico y organizado. Las fases, etapas, momentos o situaciones de que consta este método de enseñanza son:

1. Preparación. Consiste en la secuenciación de los contenidos, elaboración de los materiales de apoyo, preparación los instrumentos tecnológicos, definición del tiempo a dedicar en el tema, preparación del discurso, etc.
2. Introducción. Su función es atraer la atención de los alumnos. Para ello Román y Díez (1994) sugieren presentar un esquema, índice u organizador previo del tema que se va a desarrollar a continuación.
3. Desarrollo. Exposición del tema con los materiales y estrategias previamente establecidos.
4. Conclusión. Consiste en resumir los aspectos fundamentales que se han abordado en la lección, sugerir aplicaciones, problemas, etc.
5. Turno de preguntas. Los alumnos participan con preguntas, dudas o comentarios que consideren de su interés. Pueden también sugerir al ponente profundizar en algún aspecto particular del tema.

Su uso está justificado cuando: los alumnos necesitan informaciones que no pueden adquirir fácilmente; se presentan temas que después van a trabajarse con otras metodologías; se exponen metodologías de trabajo; se necesitan hacer integraciones temáticas o resúmenes finales; se requiere aclarar conceptos difíciles de comprender por su complejidad, novedad o uso infrecuente; hay que desarrollar largos programas en poco tiempo; se dispone de grupos numerosos de alumnos, entre otros (Román y Díez, 1994).

b) Lección Magistral con demostración.

Se indicó a los profesores que para la explicación del fundamento de la técnica utilizaran la estrategia de lección magistral y para el procedimiento efectuaran el modelamiento de la misma mediante una demostración.

Para efectuar la demostración, se les sugirió a los profesores que siguieran las recomendaciones de Raviolo y Garritz (2006), quienes señalan que las demostraciones tendrán éxito si cumplen los siguientes requisitos:

- a) Deberán estar bien preparadas y ensayadas para cumplir su función de ser un medio para mostrar un procedimiento.

- b) Que involucren activamente a los estudiantes, es decir, se debe generar un “clima” en toda el aula.
- c) Deberán ser visibles a gran escala, para ello es necesario adecuar las cantidades y materiales al tamaño y distribución del aula así como al número de estudiantes. Ser simples y sin distractores, de modo tal que se centre la atención sobre ella; generalmente no requieren reactivos exóticos ni equipo complejo.
- d) Ser directas y vívidas, que atrapen la atención en todo momento, deben ser cortas para mantener el interés.
- e) En los casos que proceda, ser dramáticas y sorprendentes para ello involucrar cambios de olor, desprendimiento de gases, producción de precipitados.
- f) Hacer hincapié en que profesor y alumnos asistentes deben tener en cuenta las mismas precauciones y medidas de seguridad.

De modo particular se enfatizó que era necesario tener preparado todo el material que emplearían para evitar distraer a los estudiantes, de esta forma también la demostración abarcaría el cumplimiento de todos los indicadores contenidos en el instrumento de observación.

### C) Video Instruccional

Con respecto al uso del video-casete, Russell (1984) menciona las ventajas que ofrece la instrucción pregrabada de una experiencia de laboratorio:

1. La demostración (experimento) siempre sale bien.
2. Se sabe con exactitud cuánto tiempo durará el experimento.
3. Se puede reducir drásticamente el tiempo de un experimento, ofreciendo de manera seguida un “antes” y un “después” que pueden estar muy separados en el tiempo.
4. Las demostraciones que suceden en pequeña escala, pueden ser amplificadas al utilizar acercamientos mediante la técnica del zum.
5. Las demostraciones grabadas de experimentos peligrosos no guardan ningún tipo de peligro.
6. Se disminuye el gasto en reactivos y generación de desechos.

En complemento, Marquès, (2003) indica la conveniencia de que durante la explicación se emplee una secuencia no lineal del video, es decir, que pueda detenerse el video cuando se considere necesario destacar aspectos o conceptos significativos y/o entablar diálogos con los estudiantes; incluso, proyectar el video cuantas veces el grupo lo requiera.

En esta investigación, se dejó a consideración del profesor el uso del video, de acuerdo con las características del grupo. Sin embargo, de manera general no fue necesaria la repetición del video por lo que se llevó una secuencia lineal de su presentación. Al finalizar la proyección, en todos los grupos con este tratamiento, hubo un turno de preguntas tanto de los estudiantes como del profesor.

A continuación se expone de forma detallada las actividades que se desarrollaron en las sesiones instruccional y posteriores de evaluación. Cabe aclarar que solamente en el primer caso se explica con detalle el pretest debido a que las actividades a realizar en esta evaluación son las mismas para todos los tratamientos.

#### 7.1 Tratamiento 1. Explicación mediante lección magistral.

- a) **Pretest (sesión previa a la instruccional):** El profesor expuso ante los estudiantes el tema de la tinción simple. Posteriormente, los alumnos realizaron la práctica y de manera simultánea los observadores efectuaron el registro con el instrumento de observación, para ello, al inicio del trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que les correspondía observar y se ubicaron en el lugar establecido (ver. Figura 1), posteriormente efectuaron el registro del desempeño con el instrumento. En aquellas situaciones que los

estudiantes requieran de una asesoría individual, este hecho se registró en el área de observaciones. En esta sesión también se informó a los estudiantes el tema de la siguiente sesión, con el objetivo de que buscaran información al respecto.

- b) **Sesión instruccional.** Se compone de dos momentos principales la exposición de la práctica y la evaluación del desempeño de los estudiantes (a partir de este momento se denominará evaluación).

**Exposición de la práctica.** El profesor expuso el fundamento y procedimiento la técnica con ayuda del pizarrón o material didáctico como acetatos.

**Evaluación.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que fueron evaluados en el pretest y procedieron al registro del desempeño.

- c) **Sesión de refuerzo.** Segunda evaluación que se efectuó un mes después de la sesión instruccional, nuevamente se empleó como estrategia la lección magistral. Como su nombre lo indica ésta sesión tiene como objetivo reforzar los conocimientos y adecuada ejecución de los estudiantes así como corregir aquellos puntos en que los observadores detectaron una ejecución deficiente de la técnica. Al igual que la sesión instruccional se compone de dos momentos.

**Exposición de la práctica.** El refuerzo se apoyó mediante la estrategia de lección magistral para la explicación de la técnica, en la cual se puso especial atención a los errores detectados en la sesión instruccional.

**Evaluación.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que fueron evaluados en el pretest y sesión instruccional, posteriormente procedieron al registro del desempeño.

- d) **Evaluación final.** Igualmente que las sesiones anteriores se compone de dos momentos principales:

**Exposición de la práctica.** En esta sesión el profesor explicó la práctica correspondiente en la cual la técnica de tinción de Gram sirva como una herramienta para la obtención de los resultados, sin embargo no realizará explicación alguna del procedimiento de la técnica de Gram.

**Ejecución.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores ubicaron a los estudiantes evaluados en las sesiones anteriores y procedieron al registro del desempeño instrumento.

**7.2 Tratamiento 2.** Explicación mediante lección magistral con demostración de la ejecución de la técnica.

- a) **Pretest:** Desarrollada como se explicó con el tratamiento 1.

- b) **Sesión instruccional:** Las actividades desarrolladas en esta sesión fueron:

**Exposición de la práctica.** El profesor explicó el fundamento de la técnica mediante una lección magistral y para el procedimiento realizó una demostración, para ello preparó el material necesario en una mesa cercana al pizarrón. Al finalizar la demostración se resolvieron las dudas de los estudiantes.

**Evaluación.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que fueron evaluados en el pretest y procedieron al registro del desempeño.

- c) **Sesión de refuerzo.** Como estrategia de enseñanza se emplearon la lección magistral y la demostración de la técnica de manera similar a la sesión instruccional. A continuación se exponen las actividades que se realizaron en esta sesión.

**Exposición de la práctica.** El profesor explicó la práctica a sus estudiantes y dio una retroalimentación sobre la técnica de Gram a los estudiantes mediante el uso de las estrategias mencionadas, poniéndose particular atención en aquellas tareas no realizadas en la sesión instruccional.

**Evaluación.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que fueron evaluados en el pretest y sesión instruccional, posteriormente procedieron al registro del desempeño.

d) **Evaluación final.** Se siguieron las actividades mencionadas en el tratamiento 1.

### 7.3 Tratamiento 3. Explicación del fundamento y técnica mediante un video instruccional.

a) **Pretest.** Desarrollada como se explicó con el tratamiento 1.

b) **Sesión instruccional:** Las actividades realizadas en esta sesión fueron las siguientes:

**Exposición de la práctica.** El profesor proyectó el video instruccional y al final hubo una sesión bidireccional de preguntas con los estudiantes.

**Evaluación.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que fueron evaluados en el pretest y procedieron al registro del desempeño.

c) **Sesión de refuerzo.** Las actividades desarrolladas en esta sesión fueron:

**Exposición de la práctica.** El profesor proyectó el video y posteriormente comentó con los estudiantes los puntos cuyo desempeño deberían mejorar de acuerdo con los resultados obtenidos en la sesión instruccional. Además explicó la práctica en la cual la técnica de Gram serviría como apoyo metodológico.

**Evaluación.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que fueron evaluados en el pretest y sesión instruccional, posteriormente procedieron al registro del desempeño.

d) **Evaluación final.** Se siguieron las actividades mencionadas en el apartado tratamiento 1.

### 7.4 Tratamiento 4. Explicación del fundamento y técnica mediante video instruccional complementado con una demostración de la técnica.

a) **Pretest.** Desarrollada como se explicó con el tratamiento 1.

b) **Sesión instruccional:** Las actividades realizadas en esta sesión fueron las siguientes:

**Exposición de la práctica.** El profesor proyectó el video instruccional y al final hubo una sesión bidireccional de preguntas con los estudiantes. Después se realizó una demostración de la técnica con el objetivo de enfatizar en los puntos críticos de la misma.

**Evaluación.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que fueron evaluados en el pretest y procedieron al registro del desempeño.

a) **Sesión de refuerzo.** Las actividades desarrolladas en esta sesión fueron:

**Exposición de la práctica.** El profesor proyectó el video y posteriormente realizó una demostración de la misma con el objetivo de corregir los puntos con pobre desempeño que detectó en la sesión instruccional. Posteriormente, explicó el ejercicio práctico que deberían realizar en el cual la técnica de Gram sirviera como apoyo.

**Evaluación.** Una vez que iniciaron el trabajo práctico, los observadores localizaron a los estudiantes que fueron evaluados en el pretest y sesión instruccional, posteriormente procedieron al registro del desempeño.

b) **Evaluación final.** Se siguieron las actividades mencionadas en el apartado tratamiento 1.

## **8. Tratamiento estadístico de los resultados.**

El tratamiento estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el programa estadístico SPSS (ver. 12.0 para Windows.)

La fiabilidad del instrumento se obtuvo mediante la determinación de la consistencia interna de cada ítem mediante la prueba de alfa de Cronbach.

La comparación entre las puntuaciones obtenidas entre el pretest y el posttest y entre la sesión de refuerzo y evaluación final se efectuaron mediante una prueba de t de student.

Las puntuaciones de la aplicación de los instrumentos durante la fase experimental se analizaron mediante un AVAR simple para cada momento de medición donde el factor correspondió a la intervención instruccional y otro para cada intervención. En aquellos indicadores donde se detectaron diferencias estadísticamente significativas, se realizó la prueba de Tukey.

## IV. RESULTADOS

### 1. Validación y confiabilización de los Instrumentos

Después de las diferentes etapas para la validación del instrumento original, se obtuvieron tres versiones del instrumento para su uso en los diferentes momentos de evaluación, mismas que se presentan en el anexo 2.

En lo que se refiere a la validación de los instrumentos, desde un inicio hubo un 100% de acuerdo de los jueces con respecto a las tareas a evaluar, sin embargo, hubo observaciones acerca de la redacción de las tareas, de los niveles de ejecución y el orden de aparición en el instrumento. A continuación se exponen resultados de la validación y confiabilización de cada instrumento.

#### 1. 1 Instrumento I1.

Instrumento para la evaluación en el pretest. Diseñado a petición expresa del 85% de los jueces quienes consideraron más adecuado tener un instrumento exclusivo para la técnica de tinción simple que dejar espacios sin llenar en el instrumento original lo cual condujera a errores en el registro y evaluación.

Es así que este instrumento se constituyó inicialmente de catorce tareas, en el cual se excluían los pasos propios de la tinción de Gram y tres tareas de observación al microscopio. Al presentarse a los jueces la versión final del instrumento se obtuvo un acuerdo del 100%.

Con la realización de la prueba de confiabilidad se obtuvo un valor de  $\alpha=0.543$  y se eliminaron los ítems correspondientes a las tareas "Toma la muestra dependiendo de su estado físico", "Coloca sus objetos personales en lugar destinado" y "Deja secar el frote al aire" de acuerdo con lo mostrado en el cuadro 8. Al calcular el índice alfa del instrumento final que consta de 11 ítems se obtuvo un valor de 0.596 y ya no se eliminó ningún ítem.

**Cuadro 8** Valor del alfa de Cronbach por cada ítem si este fuera eliminado.

	Alfa de Cronbach si el ítem es eliminado <sup>1</sup>	Alfa de Cronbach si el ítem es eliminado <sup>2</sup>
Desinfecta el área de trabajo	0,499	0,546
Cumple las normas de Higiene y Seguridad	0,540	0,591
Coloca sus objetos personales en lugar destinado	<b>0,567</b>	
Coloca sólo el material que empleará en área de trabajo	0,511	0,579
Rotula el material de acuerdo a las indicaciones del profesor	0,500	0,558
Trabaja en área aséptica	0,509	0,575
Manipula adecuadamente el material	0,475	0,531
Extiende la muestra formando una película uniforme, ni muy gruesa ni muy delgada	0,524	0,594
Deja secar el frote al aire	<b>0,552</b>	
Lo fija pasando de 3 a 6 veces por la flama	0,523	0,584
Agrega el colorante cubriendo la muestra	0,538	0,583
El microorganismo presenta la forma y agrupación característica	0,540	0,590
Elimina los portaobjetos con microorganismos al depositarlos en una solución desinfectante.	0,462	0,526

Nota: Con negrita se señalan los ítems a eliminar.

<sup>1</sup> y <sup>2</sup>. Número de vez que se efectuó el cálculo estadístico.

## 1.2 Instrumento I2

Este instrumento se diseñó para su aplicación durante la sesión instruccional, es decir aquella en la cual se explica el desarrollo de la técnica. Por acuerdo del 97% de los jueces se decidió que en el mismo únicamente se registre el cumplimiento o no cumplimiento de la tarea pues al ser la primera vez que realizan la técnica requieren de mayor supervisión y asesoría. El uso de una variable nominal en esta sesión permite al docente asesorar a los estudiantes sin descuidar el registro de los resultados.

Con respecto a la consistencia interna de los instrumentos, se obtuvo un valor de  $\alpha=0.707$ , de este análisis derivó la eliminación de las tareas “Cumple las normas de Higiene y Seguridad”, “Toma la muestra dependiendo de su estado físico” y “Deja secar el frote al aire” incrementándose el índice de confiabilidad a 0.739 sin que se recomendará la eliminación de más ítems (v. cuadro 9).

**Cuadro 9** Valor del alfa de Cronbach por cada ítem en caso de que este fuera eliminado.

	Alfa de Cronbach si el ítem es eliminado <sup>1</sup>	Alfa de Cronbach si el ítem es eliminado <sup>2</sup>
Desinfecta el área de trabajo	0,693	0,725
Cumple las normas de Higiene y Seguridad	<b>0,716</b>	
Coloca sus objetos personales en lugar destinado	0,691	0,723
Coloca sólo el material que empleará en área de trabajo	0,706	0,740
Rotula el material de acuerdo a las indicaciones del profesor	0,682	0,714
Trabaja en área aséptica	0,691	0,725
Manipula adecuadamente el material	0,683	0,718
Toma la muestra dependiendo de su estado físico	<b>0,712</b>	
Extiende la muestra formando una película uniforme, ni muy gruesa ni muy delgada	0,706	0,742
Deja secar el frote al aire	<b>0,721</b>	
Lo fija pasando de 3 a 6 veces por la flama	0,699	0,733
Coloca el colorante hasta cubrir la muestra	0,694	0,726
Respetar los tiempos de aplicación	0,693	0,726
Aplica el decolorante en cantidad suficiente	0,674	0,707
Enfoca adecuadamente (obtiene una imagen nítida)	0,680	0,709
Utiliza la cantidad de luz adecuada para la observación	0,678	0,709
Selecciona el campo microscópico más adecuado	0,706	0,735
El microorganismo presenta la forma y agrupación característica	0,674	0,707
Elimina los portaobjetos con microorganismos al depositarlos en una solución desinfectante.	0,674	0,708

Nota: Con negrita se señalan los ítems a eliminar.

<sup>1</sup> y <sup>2</sup>. Número de vez que se efectuó el cálculo estadístico.

## 1.3 Instrumento I3

Instrumento derivó del I2 debido a que incluye las mismas tareas, pero algunas de las mismas se evalúan mediante niveles de desempeño. El 85% de los jueces sugirieron que el instrumento 13 se empleara para evaluar la ejecución de la técnica en sesiones donde los resultados de la tinción sirvieran como apoyo a otra práctica, y en las que se asume que el requerimiento de asesoría disminuya y el profesor pueda hacer un registro más fino de la ejecución.

De esta forma, el registro del nivel de desempeño contribuye a evaluar la precisión al realizar la técnica, la aplicación del procedimiento cuando se emplea una muestra problema así como el desempeño autónomo del estudiante como fines últimos de la competencia.

Dentro de las modificaciones relacionadas con el establecimiento de los niveles de desempeño en el instrumento I3, se encuentran las siguientes:

- i) A las tareas que por su naturaleza se puedan evaluar por niveles de ejecución, se les asignó un número del 1 al 3 dependiendo si el desempeño del estudiante es malo, regular o bueno respectivamente. Junto con el instrumento se entregó una rúbrica en la cual se describían las acciones o resultados que correspondían a cada nivel. Sin embargo, por resultar difícil la redacción adecuada para la asignación de niveles y su consulta durante la sesión de trabajo, se decidió eliminar la descripción de los mismos. Por otro lado, los jueces comentaron que la asignación de niveles en el intervalo de 1 a 3 no dejaba lugar a la subjetividad.
- ii) En la tarea número dos se evalúa el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas para el trabajo en laboratorio, sin embargo dado que no es factible su evaluación por un desempeño malo o regular, se decidió que los niveles se asignaran de acuerdo al número de acciones realizadas por el estudiante y que esta información se incluyera enseguida de la presentación de la tarea: nivel 1 sólo cumple un aspecto, 2 cumple dos y 3 cumple todo.

Por otro lado, después de la aplicación del instrumento los jueces hicieron las siguientes observaciones en relación a su uso:

- Se recomienda que para un uso eficaz, el número máximo de estudiantes que un mismo observador registre con el detalle requerido, sea de cuatro. Sin embargo, con la experiencia de su aplicación este número puede aumentar hasta ocho.
- En caso de duda u omisión en la asignación o registro del nivel de desempeño de las tareas 7 a 9, la observación del frotis antes de colocarlo en el microscopio y durante la observación microscópica (tarea 10) permite confirmar o asignar el nivel más adecuado.
- El 85% de los jueces sugirió que en la sección de observaciones, se explicitaran dos acciones de importancia en el desempeño de los estudiantes y la adquisición de la competencia:
  - i) Tiempo que tarda el estudiante en realizar el procedimiento (Indicar únicamente si el procedimiento supera los 10 minutos). La inclusión de esta tarea se relaciona con el desempeño eficiente y eficaz como parte de la consecución de una competencia técnica. A pesar de lo anterior, no se realizó el registro de esta tarea por diversos factores. Sin embargo, los jueces indicaron que era importante su inclusión especialmente si el instrumento se utiliza en la realización de exámenes prácticos.
  - ii) El estudiante solicita asesoría para la interpretación de los resultados de la tinción. Aspecto relacionado con el desempeño autónomo del estudiante considerado como uno de los fines de la competencia.

Aunque el instrumento I3 deriva del I2, se determinó su consistencia interna por el cambio en el nivel de medición de algunos ítems, obteniéndose un valor de 0.779 sin considerar la tarea “El microorganismo presenta la morfología...” debido a que no se emplearon cepas control. De acuerdo con los datos del cuadro 10, además de la eliminación de las tareas excluidas en la versión final del instrumento I2, se excluyeron las tareas: i. “Desinfecta el área de trabajo” puesto que la varianza era

de cero debido a que todos los estudiantes realizaron la actividad en las sesiones de refuerzo y evaluación final, y ii. “Rotula el material de acuerdo a las indicaciones del profesor”. Con estas modificaciones, el valor del índice alfa se incrementó a 0.812 y se obtuvo una versión final del instrumento C compuesto por 13 tareas.

**Cuadro 10** Valor del alfa de Cronbach por cada ítem si este fuera eliminado.

	Alfa de Cronbach si el ítem es eliminado <sup>1</sup>	Alfa de Cronbach si el ítem es eliminado <sup>2</sup>
Cumple las normas de Higiene y Seguridad	<b>0,780</b>	
Coloca sus objetos personales en lugar destinado	<b>0,783</b>	
Coloca sólo el material que empleará en área de trabajo	0,775	0,806
Rotula el material de acuerdo a las indicaciones del profesor	<b>0,796</b>	
Trabaja en área aséptica	0,769	0,799
Manipula adecuadamente el material	0,762	0,793
Toma la muestra dependiendo de su estado físico	0,743	0,774
Extiende la muestra formando una película uniforme, ni muy gruesa ni muy delgada	0,750	0,779
Deja secar el frote al aire	<b>0,780</b>	
Lo fija pasando de 3 a 6 veces por la flama	0,750	0,778
Coloca el colorante hasta cubrir la muestra	0,760	0,791
Respetar los tiempos de aplicación	0,766	0,796
Aplica el decolorante en cantidad suficiente	0,759	0,791
Enfoca adecuadamente (obtiene una imagen nítida)	0,768	0,790
Utiliza la cantidad de luz adecuada para la observación	0,771	0,795
Selecciona el campo microscópico más adecuado	0,769	0,793
Elimina los portaobjetos con microorganismos al depositarlos en una solución desinfectante.	0,772	0,803

Nota: Con negrita se señalan los ítems a eliminar.

<sup>1</sup> y <sup>2</sup>. Número de vez que se efectuó el cálculo estadístico.

#### 1.4 Establecimiento del punto de corte.

Una vez validados los instrumentos y determinada su confiabilidad, se elaboró su versión final y, a partir de la misma, se determinó el punto de corte para cada instrumento, en conjunto con los expertos. Así mismo se señalaron los ítems en los cuales los estudiantes deben obtener la máxima puntuación, mismos que se indican en el cuadro 11.

**CUADRO 11.** Puntuaciones mínimas, máximas y punto de corte para cada instrumento de medición.

Instrumento	Momento de medición	Puntuación mínima	Puntaje máximo	Punto de corte.
A	Pretest	11	22	<b>17</b>
B	Sesión instruccional	16	32	<b>26</b>
C	Sesión de refuerzo y evaluación final	13	36	<b>34</b>

## 2. Elaboración de video

En el anexo 2 se presenta al guión pedagógico empleado en la elaboración del video instruccional, el cual se titula “Tinción de Gram: Morado o Rojo” y tiene una duración de 22 minutos.

A continuación se presentan las opiniones de los usuarios con respecto al video, tanto en lo que se refiere a su contenido académico como en su presentación.

### 2.1 Opinión de los estudiantes.

Después de la aplicación del cuestionario de opinión (anexo 3 cuestionario 3.1) a los estudiantes se obtuvieron las siguientes respuestas:

Para la pregunta 1 ¿Consideras que el video ayudó a comprender mejor la técnica de tinción de Gram? Un 79.5% de los estudiantes que vieron el video contestó que sí, un 20.5% mencionó que un poco y un 0% que no.

En seguida apareció la pregunta del porqué de su opinión. Entre los que contestaron que sí, se obtuvieron las respuestas mostradas en el cuadro 12.

**CUADRO 12** Opiniones de los estudiantes sobre las razones por las que consideran que el video les ayudó a comprender mejor la técnica de tinción de Gram.

Opinión	Porcentaje
Se explica cada paso	38.5
Se aclara el fundamento	25.0
Se muestra la técnica y ello facilita su ejecución	17.3
Resalta de manera gráfica los puntos críticos	11.5
Ayuda a comprender el tema	7.7

Algunos estudiantes añaden que las imágenes de los microorganismos y las animaciones les ayudaron a comprender el fundamento de la técnica, pues al tratarse de información muy abstracta les permite “comprender cómo está formada la pared celular” y “entender gráficamente los procesos que ocurren mientras se agregan los diferentes reactivos”.

De los que contestaron un poco, el 90% eran repetidores del curso y comentaron que ellos ya sabían hacer la técnica y que “únicamente permitió recordar el fundamento” y/o “puntualizar cual era el punto crítico de la tinción”. El 10% restante contestó que únicamente les “ayudó a entender el procedimiento de la técnica, pues ya dominaban el fundamento”.

Con respecto al reactivo 2. “Después de ver el video de la tinción de Gram, consideras que el contenido fue”, el 50% de los estudiantes opinaron que muy claro, el 47.7 % que claro y el 2.3 % no contestó.

El tercer reactivo solicitaba información general del video mediante la frase “Consideras que el video es” cuyas opiniones en general fueron a favor del mismo: un 81.8% de los estudiantes piensan que es bueno, un 11.4 % que es aceptable, pero puede mejorar y un 6.8% indican que es excelente.

Como complemento al reactivo, a continuación aparece la instrucción “Si consideras que el video puede mejorarse, por favor indica tus sugerencias al respecto”. Los comentarios emitidos por los estudiantes se pueden englobar en los siguientes rubros:

- i) Hacerlo más ágil, algunos estudiantes sugieren que se acorte la introducción;
- ii) Que no fuera tan repetitivo
- iii) Incluir más imágenes de resultados o de otras bacterias
- iv) Incluir una mayor cantidad de tomas con acercamiento

En cuarto lugar aparecía la pregunta ¿Consideras conveniente que hubiera videos de otras técnicas de la asignatura?, donde el 88.6% de los estudiantes contestó que SI y el 11.4% restante que NO, siendo repetidores todos ellos.

Relacionada con esta pregunta, a continuación aparecía la siguiente ¿De qué técnicas?, a lo cual arriba del 50% de los estudiantes propusieron dos o más técnicas. En el cuadro 13 se muestran las técnicas para las cuales los alumnos consideran conveniente la existencia de un video instruccional.

**CUADRO 13** Técnicas para las cuales los estudiantes sugieren se elaboren videos instruccionales.

<b>Técnica</b>	<b>Porcentaje</b>
Relacionada con algún tipo de tinción	23.1
Técnicas de siembra	23.1
Metabolismo	20
Cuantificación	9.2
Preparación de medios de cultivo	7.7
Aislamiento	6.2
Esterilización	4.6
Estudio de hongos	4.6
Diversidad microbiana	1.5

Finalmente, en la última parte del cuestionario, se incluyó la instrucción “Si tienes algún otro comentario, escríbelo en las siguientes líneas”, en caso de que los estudiantes desearan ampliar su opinión en alguna pregunta donde no se solicita información adicional, o bien para quienes tuviesen la inquietud de expresar alguna opinión sobre aspectos no considerados.

Menos del 20% de estudiantes emitió algún comentario, entre los cuales destacan algunos a favor como “felicitaciones por presentar un video bonito”, “me pareció buena idea que nos enseñen técnicas tan complicadas mediante un video porque nos ayuda a entender mejor el fundamento y la técnica”, “me gustaría que hubiera más videos para otras materias”, “si hubiera videos para todas las prácticas, me costaría menos trabajo entender lo que explican los maestros, ya que muchos explican muy rápido y me cuesta trabajo seguirlos”. Hubo otros comentarios que destacan algunos aspectos sobre la edición como los siguientes “la música que había era horrible, cámbienla por favor porque resulta molesta y distrae”, “me gustaría que hubiese tomas más cercanas a la acción”, “en general el contenido es bueno, me ayudó a entender, pero los efectos y la música me distraen, además me gustaría que las animaciones fueran más lentas”.

También se registraron algunos comentarios en contra, “no me gustan los videos y menos si son de la escuela”, “considero que enseñar mediante videos es sólo para los tontos”, “prefiero las explicaciones dentro del salón de clase y que el maestro nos explique en persona, yo creo que los videos no sirven”.

## **2.2 Opinión de los docentes**

Los resultados de la opinión de los docentes al responder el cuestionario mostrado en el cuestionario 3.2 del anexo 3 se presentan a continuación:

De manera general, los comentarios fueron a favor del video y se consideraron tres aspectos: Funcionales, técnicos y pedagógicos.

En lo que se refiere a los aspectos funcionales o utilidad, se evaluaron la eficacia y relevancia. Con relación a la eficacia, definida como si facilita el logro de los objetivos el 80% opinó que es excelente y un 20% alta y en lo que respecta a la relevancia curricular de los objetivos que persigue 60% consideran que es excelente y 40% alta.

Con respecto a los aspectos técnicos, estéticos y expresivos, los profesores emitieron las siguientes opiniones:

- a) En los aspectos imágenes, Contenidos (calidad, profundidad, organización), Estructura y ritmo (guión claro, secuenciación) así como Planteamiento audiovisual (interacción entre elementos) el 80% opinó que es excelente y el 20% alta.
- b) En lo que se refiere a textos, gráficos y animaciones el 60% la calificó como excelente y un 40% como alta.
- c) Por último, en relación a la Banda sonora 40% opinaron que es excelente, un 20% que es alta y el 40% restante que es correcta.

En lo que se refiere a los aspectos pedagógicos:

- i) Capacidad de motivación (atractivo, interés): 60% piensa que es excelente y un 40% que es alta.
- ii) Adecuación al usuario y Planteamiento didáctico: 80% opinó que es excelente y el 20% restante que es alta.

Como valoración global del video, el 80% opinó que es excelente y el 20% la considera alta.

Por último, en la sección de Observaciones se recuperaron las siguientes opiniones:

a) Eficiencia, ventajas que comporta respecto de otros medios: De manera global

- En pocos medios se habla de la importancia de la tinción de Gram en la identificación de las bacterias causantes de infecciones, lo cual les resulta significativo a los estudiantes.
- Es muy didáctico pues lleva a los estudiantes paso a paso en la realización de la técnica, brindando al mismo tiempo la información motriz y la fundamentación teórica.
- Muestra con imágenes un proceso abstracto como lo es “teñir a las bacterias”

b) Problemas e inconvenientes:

- Mejorar las animaciones donde se muestra el fundamento de la tinción de Gram
- Incrementar el número de copias para que los alumnos puedan consultar este material aún cuando el profesor no esté presente.
- Algunas imágenes se muestran muy rápido

c) A destacar:

- Se muestra de una manera sencilla, pero eficaz, una de las técnicas más importantes para la identificación y clasificación de las bacterias que resulta difícil de comprender por parte de los alumnos.
- Claridad en los principales aspectos de la técnica.
- Sencillez del lenguaje y organización del contenido.

### 3. Evaluación de las Intervenciones Instruccionales.

Los resultados de esta sección se describen de acuerdo con la siguiente secuencia: 1) comparación pretest- postest, 2) efecto de las intervenciones instruccionales en los momentos de medición y 3) formación de la competencia de acuerdo con sus componentes.

#### 3.1 Comparación pretest- postest

Debido a la diferencia entre el número de tareas y niveles de medición empleados en los tres instrumentos de evaluación, la comparación pretest-postest se realizó considerando únicamente las tareas en común de los instrumentos I1 e I2 empleados en el pretest y la sesión instruccional respectivamente, puesto que en ambos instrumentos se emplea el mismo nivel de medición. La comparación de los resultados obtenidos en el pretest-postest mediante la aplicación de la prueba t de student para muestras relacionadas se muestra en el cuadro 14.

**CUADRO 14** Estadística descriptiva y valor de la prueba t de student

Momento de medición	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media	Sig.
Pretest	8.04	152	1.885	.153	0.000
Sesión Instruccional	8.41	152	1.661	.135	

#### 3.2 Efectos de las intervenciones instruccionales.

En el cuadro 15 se presentan los resultados del AVAR obtenidos al comparar las puntuaciones totales de cada una de las intervenciones instruccionales en los diferentes momentos de medición.

**CUADRO 15** Resultados del AVAR de todos los grupos en los momentos de medición.

Momentos de medición	Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	Sig.
Pretest	Entre grupos	5.370	3	1.790	1.404	0.244
	Intra grupos	188.729	148	1.275		
	Total	194.099	151			
Sesión Instruccional	Entre grupos	288.702	3	96.234	8.511	0.000
	Intra grupos	1673.502	148	11.307		
	Total	1962.204	151			
Sesión de Refuerzo	Entre grupos	141.793	3	47.264	17.254	0.000
	Intra grupos	397.200	145	2.739		
	Total	538.993	148			
Evaluación Final	Entre grupos	46.814	3	15.605	4.257	0.006
	Intra grupos	542.555	148	3.666		
	Total	589.368	151			

Como se aprecia en el cuadro 15, en los tres momentos de medición del postest hay diferencias estadísticamente significativas al aplicar los tratamientos, con el objetivo de identificar cuál o cuáles

son las intervenciones que presentan estas diferencias, se aplicó la prueba de Tukey cuyos resultados se presentan en el cuadro 16.

**CUADRO 16** Resultados de la prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS <sup>a</sup>	PUNTUACIÓN PROMEDIO <sup>b</sup>			
	PRETEST	POSTEST		
		Sesión instruccional	Sesión de refuerzo	Evaluación Final
1	8.15	12.00	28.91*	30.52
2	7.90	11.58	26.90	29.88
3	8.14	14.52**	30.50**	31.90**
4	8.00	14.00**	29.13*	32.71**

<sup>a</sup>1= Lección magistral, 2= Demostración, 3= Video, 4= Video+ Demostración

<sup>b</sup> Diferencias estadísticamente significativas por la prueba de Tukey con  $p < 0.05$  (\*) y  $p < 0.01$  (\*\*)

### 3.3 Formación de la competencia.

En los cuadros 17, 18 y 19 se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico aplicado a los tres grupos de estudio en cada uno de los momentos de medición con los indicadores que forman parte de la competencia en estudio.

**CUADRO 17** Promedio y diferencias estadísticas obtenidas con la aplicación de cada tratamiento en los diferentes momentos de medición con el indicador “Aplica normas de seguridad e higiene”.

TRATAMIENTOS <sup>a</sup>	PUNTUACIÓN PROMEDIO PARA CADA MOMENTO DE MEDICIÓN <sup>b</sup> .			
	Pretest	Postest		
		Sesión Instruccional	Sesión de Refuerzo	Evaluación Final
1	4.07	4.91	2.37	2.59
2	4.25	4.95	2.70*	2.75
3	4.24	5.66**	3.00**	3.00**
4	4.44	5.50*	2.94**	3.00**

<sup>a</sup>1= Lección magistral, 2= Demostración, 3= Video, 4= Video + Demostración.

<sup>b</sup> Diferencias estadísticamente significativas por la prueba de Tukey con  $p < 0.05$  (\*) y  $p < 0.01$  (\*\*)

**CUADRO 18** Promedio y diferencias estadísticas obtenidas con la aplicación de cada tratamiento en los diferentes momentos de medición con el indicador “Utiliza técnicas elementales”.

TRATAMIENTOS <sup>a</sup>	PUNTUACIÓN PROMEDIO PARA CADA MOMENTO DE MEDICIÓN E INDICADOR <sup>b</sup> .			
	Pretest	Postest		
		Sesión Instruccional	Sesión de Refuerzo	Evaluación Final
1	2.65	4.26**	16.33**	16.83
2	2.38	3.58	14.58	16.40
3	2.50	4.56**	16.86**	17.41**
4	2.25	4.81**	17.19**	17.79**

<sup>a</sup>1= Lección magistral, 2= Demostración, 3= Video, 4= Video + Demostración.

<sup>b</sup> Diferencias estadísticamente significativas por la prueba de Tukey con  $p < 0.05$  (\*) y  $p < 0.01$  (\*\*)

**CUADRO 19** Puntuación promedio y diferencias estadísticas obtenidas con la aplicación de cada tratamiento en los diferentes momentos de medición con el indicador “Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio”.

TRATAMIENTOS <sup>a</sup>	PUNTUACIÓN PROMEDIO PARA CADA MOMENTO DE MEDICIÓN E INDICADOR <sup>b</sup> .			
	Pretest	Posttest		
		Sesión Instruccional	Sesión de Refuerzo	Evaluación Final
1	1.43	2.83	10.22	11.11
2	1.27	3.05	9.63	10.73
3	1.40	4.30**	10.64*	11.49**
4	1.31	3.69*	9.00	10.93

<sup>a</sup>1= Lección magistral, 2= Demostración, 3= Video, 4= Video + Demostración.

<sup>b</sup> Diferencias estadísticamente significativas por la prueba de Tukey con  $p < 0.05$  (\*) y  $p < 0.01$  (\*\*)

Para conocer el efecto del refuerzo en la formación de la competencia técnica profesional “ejecución de la tinción de Gram”, mediante la prueba de t de student se compararon las puntuaciones obtenidas en la sesión de refuerzo y la evaluación final, en las que se aplicó el mismo instrumento de evaluación (I3). Los resultados de la prueba se muestran en el cuadro 20.

**CUADRO 20** Estadística descriptiva y valor de la prueba t de student de las SR y EF.

Momento de medición	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media	Sig.
Sesión de refuerzo	29.01	149	3.585	0.294	0.000
Evaluación final	31.01	149	1.908	0.156	

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 1. Validación y confiabilización de los Instrumentos

La valoración del instrumento por parte de los expertos fue satisfactoria, puesto que el 100% de los jueces mostraron su acuerdo con la inclusión de todas las tareas. Este resultado muestra la importancia de evaluar los indicadores propuestos:

- Aplica normas de seguridad. Reflejado en el cumplimiento de las reglas de higiene y seguridad que los estudiantes deben seguir durante la realización del trabajo práctico en el laboratorio microbiológico con el fin de evitar el esparcimiento de posibles focos de infección. También persigue el objetivo de evitar accidentes en el área de trabajo y en el caso de la tarea “Rotula el material de forma adecuada”, la obtención de resultados confiables. Además, este indicador se corresponde con la competencia del QFB “capacidad para la aplicación de las normas de seguridad ante los riesgos y peligros en el área de su competencia”.
- Utiliza técnicas elementales. Reflejado en la adecuada ejecución de dos técnicas básicas en microbiología la preparación de frotis y la tinción de Gram.
- Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio. Aspectos esenciales del trabajo práctico en un laboratorio, por un lado el conocimiento y manipulación del material y por otro el uso de un instrumento propio del área microbiológica, el microscopio.

En concordancia con lo anterior, Isanhart, *et. al.* (2008) mencionan la importancia de efectuar una evaluación formativa y sumativa de la técnica aséptica (incluida en el indicador “Aplica normas de seguridad”) en estudiantes del doctorado en farmacia como una parte fundamental dentro de su formación profesional y de manera particular en la manipulación y elaboración de productos parenterales.

Asimismo, Sancho, *et. al.* (2006) indican la importancia de la formación de habilidades manuales en la aplicación de “métodos microbiológicos básicos” para la adquisición de competencias en el área de microbiología. Estos métodos incluyen el manejo adecuado de materiales, equipo e instrumentos, ocupados en las diferentes técnicas microbiológicas, aspectos incluidos en los dos últimos indicadores propuestos.

Por otro lado, Montagut, *et. al.* (2002) mencionan que en el área de la química, las dimensiones a evaluar en los instrumentos para la evaluación del trabajo práctico, corresponden a: i) observación y respeto de las normas de seguridad; ii) manejo de instrumentos; iii) uso de material de laboratorio y iv) realizar el procedimiento correcto de las técnicas. En la primera dimensión incluyen el uso del equipo de seguridad así como la organización del equipo y material en el área de trabajo; todos éstos aspectos incluidos en el indicador “Aplica normas de seguridad e higiene” del presente estudio. Las dimensiones ii y iii se incluyen en el indicador “Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio” y finalmente la cuarta dimensión está relacionada con el indicador “utiliza técnicas elementales”.

En lo que respecta a la confiabilidad de los instrumentos validados, el primero de ellos no cumple con el nivel de confiabilidad ( $\alpha=0.70$ ) sugerido por Nunnally (citado por Rego y Fernandes, 2005), lo cual puede deberse a que contiene un menor número de tareas que los instrumentos I2 e I3, por lo que se recomienda introducir las tareas relacionadas con la observación microscópica que forman parte del indicador “Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio”. A pesar de ello, se puede recomendar su empleo para detectar errores de ejecución.

Con relación a los instrumentos I2 e I3, estos cumplen con el nivel mínimo de confiabilidad sugerido por Nunnally. Es así que, estos instrumentos se consideran válidos y confiables para la evaluación del

desempeño de la técnica de tinción de Gram, por lo cual se puede concluir que estos instrumentos poseen buenas propiedades psicométricas.

De acuerdo con la fiabilidad y validez de los instrumentos I2 e I3, estos pueden ser utilizados tanto en la práctica diaria como en la investigación. Al ser instrumentos cortos, de 16 y 13 ítems respectivamente, su aplicación durante las sesiones de clase es factible para realizar la evaluación formativa además de que pueden resultar útiles para que los docentes prueben otras intervenciones instruccionales y decidan cuál o cuáles son las más adecuadas para el logro de la competencia técnica: ejecución de la técnica de tinción de Gram.

De acuerdo con lo citado por Fitch (2007), Montagut, *et. al.* (2002) y por Sancho, *et. al.* (2006), generalmente en la evaluación en el laboratorio se efectúa igual que en las sesiones o clases teóricas, mediante la aplicación de exámenes sobre el conocimiento declarativo, sin embargo existen otros tipos de aprendizajes valiosos que se desconoce si realmente se alcanzaron o no, ya que cuando se llegan a evaluar, en el mejor de los casos, se realiza de manera intuitiva no sistemática. Esto debido a la falta de instrumentos que, de alguna manera, faciliten esta tarea al profesor para que la evaluación sea menos subjetiva.

Además, Montagut, *et. al.* (2002) recomiendan el uso de instrumentos donde únicamente se evalúe la presencia o ausencia de la tarea (cumplimiento o no de la misma), y cuyo propósito sea el señalar a los alumnos los procedimientos y habilidades que ya son de su dominio y aquellos en los que se requiere reforzar más. Mencionan además, que al emplearlo como un instrumento de evaluación continua, el profesor logra que el alumno se dé cuenta de cuáles procedimientos no domina y que juntos trabajen para alcanzar el dominio deseado. De esta forma el profesor evalúa las competencias de los alumnos en cuanto a los procedimientos básicos de un laboratorio.

Sin embargo, el que los estudiantes y el profesor conozcan cuáles procedimientos domina y cuáles no, en un instrumento en el que únicamente se emplea el nivel nominal de medición puede conducir a la subjetividad pues con el sólo hecho de que el alumno realice una acción es suficiente para considerar satisfactoria la realización de un procedimiento. En contraste, en el enfoque de la formación basada en competencias, no es suficiente el hecho de que el estudiante cumpla con todas las tareas que componen una técnica, sino que además, se requiere evidencia para conocer la calidad con que el estudiante realiza su trabajo y verificar su desempeño autónomo. Es por ello, que en los instrumentos diseñados en este estudio, el primer aspecto se abarca mediante el empleo del nivel ordinal de medición en aquellas tareas en donde esto es posible, y el segundo aspecto, se cubre con el registro de la solicitud de asesoría en la zona de “observaciones” (v. anexo 1).

Este conocimiento de la calidad del desempeño permite al docente conocer los avances reales en la ejecución del estudiante y, en consecuencia, poder otorgarle un refuerzo adecuado como parte de la formación de la competencia.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente y como se mencionó en el capítulo de Método, no existen instrumentos validados ni confiabilizados para la evaluación del desempeño de la técnica de tinción de Gram, sino que cada profesor evalúa el trabajo de sus estudiantes de la forma en que considera más adecuada, por lo que los instrumentos diseñados en este proyecto constituyen una valiosa aportación en el área.

En este contexto, algunos docentes comentaron que los instrumentos constituyen una herramienta de gran utilidad para incorporarla como estrategia de evaluación de esta técnica microbiológica, y que su desglose en tareas puntuales reduce considerablemente la subjetividad con la que son evaluadas las habilidades motrices y sugirieron el diseño de una mayor cantidad de instrumentos para la evaluación de otras técnicas del curso.

## 2. Elaboración del video instruccional.

De manera general, la opinión de los estudiantes y de los profesores es favorable hacia el video elaborado.

En relación a lo planeado en la elaboración del guión y, posteriormente del video, se verificó que el lenguaje empleado para presentar la información teórica (fundamento de la técnica) y del procedimiento, fuera claro y comprensible para los estudiantes, por lo que poco a poco se introdujo el lenguaje propio del área. Algunos autores (Arreguín, 1991; Bauzà, *et. al.*, 1991; Marquès, 1998) mencionan que este es un aspecto fundamental para captar el interés del auditorio, puesto que un lenguaje no adecuado para el mismo implica que no se logre transmitir o comprender el contenido.

En este sentido, Arreguín (1991) menciona que se debe tener mucho cuidado con la forma en que se utilizan las palabras, pues es muy distinto decir algo que escribirlo. Al hablar, bastante de lo que se dice puede ser erróneo o inexacto, no porque sea incorrecta la información, sino porque se construyen mal los enunciados. También es importante no perder de vista que en un diálogo es posible corregir cualquier error, pero que en un video o una cinta grabada y que se utiliza fuera del control del maestro autor, la corrección posterior ya no es posible.

Además, este autor considera que un medio audiovisual puede ser útil en la introducción paulatina del lenguaje técnico, el que, al interpretarse igual por parte de los maestros tendrá una mayor difusión entre los mismos.

En complemento a lo anterior, Bauzà, *et. al.* (1991) mencionan que el video es un instrumento para el aprendizaje mediante la expresión oral y que tiene gran éxito para la adquisición de conocimientos porque hoy en día se detecta una débil comprensión lectora en los estudiantes a todos los niveles, incluso el universitario. De ahí la importancia de utilizar un lenguaje claro e introducir poco a poco la jerga técnica del área.

De acuerdo con las opiniones de los estudiantes, se logró una adecuada transmisión de la información puesto que el 98 % consideró que el contenido del video tuvo claridad. En concordancia con lo anterior, algunos docentes indican que existe claridad en los principales aspectos de la técnica y destacan la sencillez del lenguaje utilizado así como la organización del contenido.

Otros aspectos que influyen en el éxito al emplear un video, son la congruencia de la información presentada, el orden en que esta aparece en el material y la combinación de las diferentes estrategias de presentación de la misma (mediante imágenes fijas, animaciones, modelamiento, etc.).

En relación con lo anterior, casi todos los estudiantes que cursaron por primera vez la asignatura indicaron que el video les ayudó a comprender mejor la técnica. Cabe destacar que algunos de estos estudiantes y todos los repetidores indicaron que este medio tuvo mayor influencia en la comprensión del fundamento y del punto crítico de la técnica. Por otro lado, el 100% de los docentes indican que el video permite el logro de los objetivos y que la calidad, profundidad y organización de los contenidos, así como su estructura y ritmo, es decir, guión claro y secuenciación son altas o excelentes. También la mayoría de los profesores indican que la adecuación al usuario y el planteamiento didáctico del video son excelentes o altas.

Otros aspectos que profesores y estudiantes destacan como ventajas de emplear el video son:

- Ayuda a comprender información “muy abstracta” como son: los procesos que ocurren en la célula al agregar cada reactivo, la estructura de la pared celular bacteriana y, del concepto “teñir a una bacteria”.

- Guía paso a paso en la realización de la técnica y destaca el punto crítico de la misma.
- Destaca la importancia de la técnica de tinción de Gram y su relación con otros contenidos del curso, haciendo más significativa la información.
- Contiene fotografías que orientan al estudiante con relación a las imágenes que obtendrán al observar al microscopio.

En concordancia con lo expresado por los estudiantes en el primer aspecto enunciado, Arreguín (1981) menciona que en el uso del video como una estrategia audiovisual de enseñanza en las ciencias experimentales, las imágenes visuales pueden aportar mucha información, y que aunado al lenguaje verbal comunican de manera precisa lo abstracto.

A pesar de los comentarios favorables, también existen aspectos técnicos que ambos tipos de usuario sugieren mejorar para que este material resulte más atractivo al público a quien está dirigido, entre estos destacan:

- a) Imágenes. Se sugiere incluir una mayor cantidad de imágenes de otras bacterias para ejemplificar la forma, agrupación y la reacción de Gram, así como un número mayor de tomas con acercamiento.
- b) Introducción. Algunos estudiantes opinan que la introducción debe ser más corta y amena.
- c) Música. Tanto profesores como estudiantes coinciden en que la música debe mejorar.
- d) Animaciones. Algunos estudiantes sugieren que éstas sean más lentas y unos profesores indican que se mejoren, pero no señalan en cuáles aspectos habría que hacer las modificaciones.

En relación a la presencia de imágenes, Arreguín (1981) menciona que este lenguaje visual en conjunto con el lenguaje verbal se refuerzan mutuamente en un video y que esto puede ser muy útil en el aprendizaje de las ciencias experimentales. Además, expone algunas de las ventajas del uso de las imágenes visuales en la enseñanza:

- a) Transmiten mucha información, que se capta instantáneamente, lo que permite integrar una situación total con rapidez.
- b) La presencia de colores u otras características formales, provocan con facilidad un impacto emotivo en el receptor.
- c) Permiten “visualizar” muchas relaciones, integrándolas en una idea global, aunque dichas relaciones sean abstractas.
- d) Son un recurso inigualable para representar objetos y situaciones reales, así como procedimientos.
- e) Se pueden memorizar con gran facilidad.
- f) Cuando lo que se dice y lo que se ve se refuerzan, la evocación consciente de lo que se recuerda mejora de manera sensible.
- g) Muestran la información en dos dimensiones, mientras lo verbal-auditivo la desarrolla sucesivamente en el tiempo.

En complemento a lo anterior, Bauzà, *et. al.* (1991) enfatizan que los estudiantes actuales tienen una predisposición a recibir signos visuales de imágenes: publicidad, carteles, películas, cómics, novelas gráficas, revistas ilustradas, etc. por lo que la escuela ha de tenerlo en cuenta para que sean buenos receptores de estos signos.

Esto coincide con lo expresado por los estudiantes, quienes mencionan que las imágenes: los orientan al realizar su observación al microscopio; les ayudan a comprender la estructura de la pared celular bacteriana y les permiten conocer los resultados a obtener, de ahí la sugerencia de incluir un mayor número de imágenes de bacterias con diferentes características.

Con respecto al uso de la música, Arreguín (1981) menciona que es muy común usar fondos musicales en los programas audiovisuales, pero que éstos no agregan nada básico a la información verbal y visual.

Otro aspecto de interés es que todos los estudiantes inscritos por primera vez en la asignatura consideran conveniente la existencia de videos para otras técnicas del curso y algunos más indican que también para otras materias de la carrera.

### **3. Evaluación de las Intervenciones Instruccionales.**

#### **3.1 Comparación pretest- postest**

En el cuadro 14 se aprecia que existen diferencias estadísticamente significativas a favor del postest, lo cual es indicativo de una respuesta favorable de las intervenciones instruccionales de estudio, mismas que cumplen con su función de promover un proceso con la intención de mejorarlo. En la presente investigación, las intervenciones favorecen la ejecución de la técnica de tinción de Gram, al realizar los estudiantes una mayor cantidad de acciones en comparación con la sesión previa a su aplicación. Cabe recordar que en el pretest, se empleó el mismo método de enseñanza con todos los grupos participantes.

#### **3.2 Efectos de las intervenciones instruccionales.**

En el cuadro 15 se observa que, con excepción del pretest, en el resto de los momentos de medición existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de estudio. Este resultado confirma que los grupos de estudio son comparables y equivalentes entre sí antes de aplicar las intervenciones instruccionales.

Además, los resultados muestran claramente un efecto diferencial de la aplicación de alguna o algunas de las intervenciones instruccionales en el desempeño de los estudiantes, comportamiento que se observó en los tres momentos de medición del postest.

Para identificar cuál o cuáles tratamientos son los que presentan diferencias estadísticas, se aplicó la prueba de Tukey por cada momento de medición. Los resultados del cuadro 16 confirman que no existen diferencias estadísticamente significativas en el pretest ya que las puntuaciones de los cuatro tratamientos son similares.

Con respecto al postest, se aprecia que, en general, los grupos en los que se aplica el video instruccional (tratamientos 3 y 4), tienen desempeños significativamente mejores en comparación con el resto de las intervenciones.

Este resultado indica que el video instruccional favorece la asimilación y permanencia de la información en los estudiantes, además mejora el desempeño de la ejecución de la técnica de estudio en comparación con la demostración hecha por el profesor y con la lección magistral. En concordancia con lo anterior, Rodríguez, *et. al.* (2005) argumentan que los diferentes sistemas simbólicos que maneja el video facilitan el recuerdo y la comprensión de la información.

Por otro lado, Rossignoli (1996) menciona que generalmente, con el video se presentan mejores resultados en la instrucción al compararlo con la lección magistral, sin embargo cuando se obtiene una respuesta contraria, generalmente se debe a las decisiones o acciones realizadas por el profesor como la cantidad de práctica, la cantidad y tipo de retroalimentación proporcionada al estudiantes y al uso de otras estrategias y tácticas de enseñanza.

Con respecto a la permanencia de la información, ésta puede deberse al número de recursos empleados en el video en comparación con la lección magistral y la demostración hecha por el profesor. Además, como indica Ferrés (1988) el video refuerza los procesos de atención por el uso de sonidos o música.

En relación al tratamiento 1, en que se emplea la Lección Magistral (LM) para explicar la técnica, algunos autores (Beard, 1974; Barbero, *et. al.*, 1995) mencionan que este método instruccional privilegia la transmisión de información de tipo conceptual, con la ventaja de estar actualizada y que además permite hacer accesibles aquellas asignaturas difíciles que no se podrían cursar sin la ayuda del docente. Además, Rossignoli (1996) resalta como una de sus principales ventajas la posibilidad de interactuar con los estudiantes y la adaptabilidad a sus necesidades cognitivas, razón por la que aún continúa utilizándose en las aulas.

En este estudio, el profesor estuvo en la libertad de modificar el orden de su explicación para resolver dudas y solucionar contratiempos como el aburrimiento de los estudiantes al repetir información que ya habían leído, la falta de material didáctico o lo poco llamativo que éste les resultaba, la falta de participación espontánea al plantear preguntas abiertas a todo el grupo, etc.

En complemento a lo anterior, algunos estudiantes a los que se aplicó el tratamiento 1 y los observadores del grupo mencionaron los siguientes aspectos como obstáculos para una adecuada transmisión de la información:

- a) Uso de gis blanco durante la explicación. Algunos mencionan que el empleo de gises de diferentes colores que llamen la atención favorecería el recuerdo de los puntos sobresalientes de la técnica como por ejemplo tiempos de acción de los reactivos y punto crítico.
- b) En el caso de los grupos en los cuales se explicó con acetato, este material presentaba la información del fundamento sin esquemas que les ayudaran a comprender mejor la estructura de la pared celular.
- c) En ambos casos la técnica se explicó con ayuda de un diagrama de flujo que carecía de color u otro tipo de señalizaciones sobre tiempos ni puntos críticos que los destacara del resto del texto.
- d) No se realizó una integración entre la información teórica con el procedimiento de la técnica, de modo que quedaron como dos aspectos aislados.
- e) Faltaron imágenes sobre la forma en que los microorganismos se observaban al microscopio, hubo quienes esperaban ver una fuerte intensidad del color como resultado de la tinción y se sintieron frustrados al observar una coloración tenue en los microorganismos observados.
- f) Aspectos tales como la desinfección del área de trabajo, la organización de la mesa de trabajo y la eliminación de portaobjetos al finalizar la ejecución se daban por entendidos, es decir, los profesores consideraron que como estos aspectos se mencionaron en el pretest no era necesario repetirlos nuevamente. Debido a ello, pocos estudiantes de estos grupos realizaron la tarea "Elimina el portaobjetos..." en los tres momentos de medición. Con respecto a la desinfección del área de trabajo, pocos la realizaron en la SI, pero con el reporte entregado a los profesores en los cuales se evidenciaba el no cumplimiento de dicha tarea en la SR se enfatizó la importancia de realizar dicha acción y la mayoría de los estudiantes la efectuaron.

En concordancia con lo mencionado en los puntos a y c, Rossignoli (1996) recomienda el uso de colores para el diseño de diagramas y para modular el realismo de una figura o enfatizar determinadas formas de información con el objetivo de generar respuestas emocionales que le resulten significativas al estudiante. Por otro lado, Arreguín (1981) menciona que un organigrama o diagrama de flujo permite ver en segundos las relaciones jerárquicas o de continuidad que serían complicadas de describir verbalmente, sin embargo para que éstas sean verdaderamente útiles, deben contener toda la información relacionada con la información presentada. Esto hace patente que, en la captación visual, uno puede captar mucha información en menos tiempo, que con el oído.

En relación con el punto c, se puede ver que la presentación de un diagrama de flujo es una herramienta útil para los estudiantes cuando se cumplen las condiciones citadas. En este estudio, los diagramas presentados en los acetatos o en el pizarrón, carecían de información sobre el tiempo de acción de cada reactivo, lo cual demuestra que la explicación mediante un diagrama de flujo sin colores u otras estrategias resulta útil para su aplicación en el momento, pero que tiene baja permanencia en los estudiantes.

Como ejemplo de lo anteriormente expuesto en relación a este método de enseñanza, a continuación se transcribe un comentario hecho por un observador: “la explicación que dieron los profesores, a mi parecer fue adecuada, sin embargo estuvo más enfocada hacia el fundamento de la técnica, el cual estuvo expuesto de forma clara y concisa, sin embargo se restringieron a anotar en el pizarrón la metodología, yo supongo que apoyándose en el hecho de que los alumnos debieron revisar previamente la técnica. Y, al parecer, los integrantes del segundo grupo que evalué no lo hicieron ya que cometieron algunos errores que no pueden pasarse por alto como: no haber fijado el frotis, no respetar los tiempos en que deben dejarse actuar los reactivos, dejar el alcohol-acetona encima del frotis por más de un minuto y esperar a que el portaobjetos se seque después de cada lavado para continuar con el siguiente paso de la tinción. A pesar de ello lograron observar al microscopio unos cuantos de sus microorganismos que mostraron la morfología y la coloración correspondiente”:

Un factor importante a considerar con los resultados obtenidos es lo que se refiere al tipo de contenido, pues la LM es un método muy efectivo para la transmisión de conceptos, teorías, fundamentos, pero no está comprobada su eficacia para la enseñanza de capacidades técnicas. En este sentido, un comentario vertido por los estudiantes fue que “el tiempo de la exposición pudiera ser mejor aprovechado para que el profesor explique, ejemplifique y de tips para hacer la tinción”. Es por ello que para la instrucción de contenidos procedimentales y, en ocasiones actitudinales se recomienda el uso del modelamiento.

De acuerdo con Beard (1974) y Barbero, *et. al.* (1995) la eficacia de este método de enseñanza depende fundamentalmente del buen funcionamiento de los procesos atencionales de los alumnos y del grado de significatividad de las informaciones presentadas por el profesor: número de relaciones con los conocimientos previos de los estudiantes; tema cercano afectivamente para el grupo de alumnos; si intercalan en la exposición momentos en los que los alumnos deban hacer algo (problemas, tareas, discusiones); si se apoya con material audiovisual (transparencias, videos, etc.); si se entregan esquemas en fotocopia para seguir la exposición, etc.

Un punto a considerar como desventaja del uso de este método de enseñanza, es que los alumnos actuales son hijos de la imagen (Bauzà, *et. al.*, 1991) y que requieren de medios y/o materiales distintos a los que se emplearon anteriormente. Una buena didáctica aconseja servirse de los medios que más llegan a los alumnos, dejar de lado un cierto prejuicio con respecto al uso de materiales audiovisuales.

Bauzà, *et. al.* (1991) mencionan que el pizarrón tradicional es un gran instrumento para la enseñanza y que siempre se le ha considerado como la “gran pantalla verde de las aulas” en la cual los profesores plasman sus textos e imágenes para hacer más comprensible aquello que es más difícil, más abstracto, para los niños que han de madurar la función cognitiva pasando del conocimiento concreto al conocimiento abstracto. Los profesores para conseguirlo, usan la “pantalla verde” que llenan de dibujos, esquemas, ejemplos, etc. Al respecto, Rossignoli (1996) recomienda el uso de imágenes más para aclarar que para introducir nueva información, además de no abusar de su empleo.

La demostración o modelamiento de alguna técnica es un método efectivo de enseñanza en grupos pequeños donde la visibilidad sea la adecuada para todos los asistentes (Barbero, *et. al.*, 1995; Raviolo y Garritz, 2006). Sin embargo, esto constituye una de las principales limitantes en grupos numerosos, así como la dificultad para observar movimientos muy finos, minuciosos o rápidos. Otro factor que incide en la efectividad de este método es la repetición de las acciones, pues ello implica consumo de tiempo para la repetición de todo el procedimiento, o bien el contar con una cantidad extra de material y reactivos que puedan utilizarse en diferentes momentos.

Como una forma de minimizar este problema, Acosta y Bonilla (2000) recomiendan el empleo de una videocámara conectada a un monitor para mejorar la visibilidad, sin embargo no soluciona el problema de la observación de movimientos rápidos y el ángulo de la toma. En este sentido, uno de los estudiantes que participaron en el presente estudio, comentó que “*las manos del profesor me estorbaban para ver claramente los movimientos que hacía*”. Además, de lo anterior, las dudas sobre la manipulación únicamente se resolvieron de manera verbal al no realizarse la repetición de las acciones.

Como es posible observar, el factor que más afectó los resultados con este tratamiento fue el hecho de que no todos los estudiantes pudieron observar el modelamiento de la técnica con el mismo “detalle” y que sus dudas acerca de la manipulación del material solo se resolvieron de forma verbal puesto que no se repitieron las acciones.

Autores como Rusell (1984) y Marquès (2003) mencionan como alternativa el uso de la instrucción pregrabada de una experiencia de laboratorio la cual tiene varias ventajas, como son: la reducción del tiempo del experimento, la amplificación de movimientos al utilizar la técnica del *zoom*, la mejora de visibilidad al cambiar o presentar diferentes ángulos de la toma, disminución del gasto en reactivos y generación de desechos, lo que constituye una de las mayores preocupaciones de la instituciones educativas.

Por otro lado, De Pablos y Cabero (1990) recomiendan el uso no lineal del video para un mejor aprovechamiento en los estudiantes, por ello, en el tratamiento 3 después de la transmisión del video se resolvieron las dudas acerca de la manipulación mediante la retransmisión de todo el video o bien, solo de un punto específico, deteniéndolo e inclusive proyectándolo a menor velocidad para observar con mayor detalle los movimientos efectuados al realizar la técnica. Esta acción se realizó tanto en la sesión instruccional como en la de refuerzo. En relación al tratamiento 4 en el que también se empleo el video instruccional, la resolución de dudas se efectuó mediante la demostración de la técnica efectuada por los docentes al finalizar la transmisión del video y en la que se enfatizó en aquellos aspectos que no quedaron claros a los estudiantes. Sin embargo, esta demostración únicamente comprendió la ejecución de la técnica, pero no la observación al microscopio ni la exposición de imágenes.

Por otro lado, los estudiantes y profesores de los grupos en los que se empleó el video, expresaron como ventajas del uso de este medio el hecho de que ayuda a comprender información muy abstracta, guía paso a paso en la realización de la técnica y destaca el punto crítico de la misma, contiene fotografías que orientan con respecto a la imagen que deben observar al microscopio, lo que disminuye el tiempo de enfoque de la muestra, además resalta la importancia de la tinción de Gram al relacionarla con otros contenidos del curso y su incidencia en la formación profesional del QFB.

Otro aspecto que pudo influir en los resultados de este experimento es lo planteado por Bauzà, *et. al.* (1991) quienes señalan que los estudiantes actuales tienen una predisposición a recibir signos visuales de imágenes en diversos medios, por lo que la escuela debe tener en cuenta esta información para aprovecharla en favor de una mejora en la enseñanza.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, es importante considerar la relación entre el material didáctico *per se*, su uso y el momento en que se utilice con respecto al tipo de conocimiento. Por ejemplo, Rodríguez, *et. al.* (2005) mencionan que la explicación del profesor es igual de efectiva que la transmisión de un video de manera lineal con respecto a la atención y recuerdo de la información presentada que en dicho estudio consistió en un conocimiento de tipo declarativo.

En contraste, en el presente estudio se buscó la formación de habilidades manuales en los estudiantes, para lo que se emplearon cuatro intervenciones instruccionales aplicadas en dos momentos del curso. La lección magistral y la demostración por parte del profesor mostraron ser métodos efectivos pero inferiores en lo que respecta a la permanencia de la información y a la calidad en la ejecución de la técnica al video solo o complementado con demostración. Para que este método sea efectivo el video debe retransmitirse completo o fragmentado, a la misma velocidad o con disminución de esta en el caso de existir dudas; la resolución de éstas también se puede efectuar mediante el empleo de otro método instruccional como es la demostración realizada por el profesor.

Algunas explicaciones al mejor desempeño, obtenido con las intervenciones en la cuales se empleó el video, son dadas por los mismos estudiantes y docentes, quienes comentan que la explicación paso a paso y modelamiento de la técnica son las razones por las cuales este método funcionó con mayor eficacia para el logro de la competencia.

En adición a lo expuesto en el párrafo anterior, cabe añadir algunas ventajas que ofrece la instrucción pregrabada de una experiencia de laboratorio y que pueden influir en esta respuesta (Russell, 1984):

1. La demostración del experimento siempre sale bien.
2. Se sabe con exactitud cuánto tiempo durará el experimento.
3. Se puede reducir drásticamente el tiempo de un experimento, ofreciendo de manera seguida un “antes” y un “después” que pueden estar muy separados en el tiempo.
4. Las demostraciones que suceden en pequeña escala, pueden ser amplificadas al utilizar la técnica del zum.
5. Las demostraciones grabadas de experimentos peligrosos no guardan ningún tipo de peligro.

Con relación al punto 3, en el video se empleó esta reducción de tiempo al secar el frotis, pues esta acción se realiza a temperatura ambiente y, por lo tanto, el tiempo de secado depende del clima, si hay mucha humedad tarda más en secarse que en clima seco y caluroso. Por otro lado, el tiempo de acción de tres de los reactivos que se emplean en la tinción es de un minuto, sin embargo en el video el tiempo es menor y este lapso es aprovechado para explicar mediante animaciones por computadora lo que sucede en la célula mientras el reactivo está en contacto con la misma. De esta forma, estos tiempos “muertos” son aprovechados en el video, en tanto que en la demostración se emplea para resolver dudas que puedan tener los estudiantes con respecto al procedimiento, y en algunas ocasiones, el tiempo se reduce para terminar más rápido con la explicación y que los estudiantes comiencen a trabajar.

En relación al punto 4, cabe mencionar que, aunque la técnica de tinción de Gram no se realiza en pequeña escala, algunos movimientos de la manipulación del material, así como el agregado de los reactivos en el portaobjetos requieren de cierto ángulo o distancia óptima de observación. De ahí que, algunos estudiantes sugirieron la inclusión de una mayor cantidad de tomas con acercamiento.

Smith y Jones (1989) indican, además la ventaja que supone el poder estudiar fenómenos que suceden demasiado rápido para ser estudiados en tiempo real utilizando la cámara lenta. Llitjós y Jiménez-Valverde añaden una última ventaja: la instrucción pregrabada favorece los aspectos de sostenibilidad, puesto que no hay consumo de productos químicos ni desgaste de los materiales o instrumentos utilizados cada vez que se repite el procedimiento.

En relación a este aspecto y al punto 1, cabe mencionar la oportunidad de presentar frotis bien realizados y ejemplificar aquellos que no se consideran bien hechos, sin tener que consumir tiempo en su preparación como sucedería en una demostración. Además tampoco se distrae la atención de los estudiantes en la preparación de tales frotis mal hechos y que pueda ocasionar confusión en el procedimiento.

Por otro lado, y en adición a lo anteriormente expuesto, Sancho, *et. al.* (2006) en un estudio realizado con estudiantes de farmacia del segundo año en asignatura de microbiología, mencionan que el uso de imágenes de las tinciones de Gram y Ziehl Neelsen, mediante la web les permite a los estudiantes el desarrollo de la habilidad “interpretación de imágenes al microscopio”, y que junto con los resultados de otras técnicas les ayuda a alcanzar la meta de los estudiantes que fue el logro de la competencia en la identificación de bacterias, un componente vital para llegar a ser un microbiólogo profesional. Además que el uso de este material adicional al laboratorio, permite disminuir el tiempo que se tardan los estudiantes en lograr realizar estos procedimientos.

En el presente estudio, en el cuestionario de opinión de los estudiantes, algunos de ellos mencionan que “las imágenes contenidas en el video nos orientan con respecto a la interpretación de las observaciones realizadas al microscopio, tanto en la distinción de los colores presentados por los microorganismos grampositivos y gramnegativos, como en la diferenciación de la agrupación y forma de las bacterias”. En este sentido, algunos estudiantes sugirieron que para mejorar el video se incluya una mayor cantidad de imágenes de los resultados y de otras bacterias.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que la exposición y modelamiento de la técnica mediante un video instruccional, permite una mayor retención de la información en los estudiantes, lo cual puede deberse a que la combinación de las diferentes estrategias empleadas en el diseño del mismo les permitan una mejor asimilación de la información y que la presentación de las imágenes les resulte significativa y les ayude al reconocimiento e interpretación de las mismas cuando realizan su observación al microscopio.

Esto coincide con lo reportado por Sancho, *et. al.* (2006) quienes mencionan que la combinación de diferentes escenarios (práctica en laboratorio y uso de laboratorio virtual) mejora la competencia de los estudiantes en el área microbiológica.

Por otro lado, Arreguín (1981) indica que un programa audiovisual presenta las siguientes características que lo hacen idóneo en la enseñanza de las ciencias experimentales:

- a) Hay muchas cosas en las ciencias experimentales que necesitan de imágenes para transmitirse como son las estructuras en anatomía, mecanismos en la física o procedimientos en la biología. Además de que lo visual permite captar situaciones experimentales con mucha rapidez.
- b) Debido a que lo visual puede ser interpretado con muchas variantes, dudas e inexactitudes, la parte verbal permite orientar y precisar la comprensión de lo visto. Además, lo verbal se puede ocupar para determinar lo abstracto y los planteamientos teóricos.
- c) Dado que el objetivo de un programa audiovisual es que se utilice repetidamente, con muchos grupos, el contenido debería ser predominantemente técnico o relacionado con técnicas o métodos básicos que los estudiantes deben aprender.
- d) La sincronización de imágenes y textos necesita ser muy cuidadosa. Si el desarrollo verbal no coincide con el de las ilustraciones, uno y otro se estorbarán para la comprensión, de modo tal que la interpretación que el alumno haga de cada ilustración será tan clara como los indicios verbales se lo permitan.

Como una ventaja extra del uso de un medio audiovisual, el autor menciona que este permite disminuir el tiempo de clase al transmitir una mayor cantidad de información en menor tiempo, se cuenta con más tiempo libre para ocuparse de otras actividades en las que se necesite, como en el caso del presente estudio para que los estudiantes realicen la técnica mostrada.

Por otro lado, Bauzà, *et. al.* (1991) consideran que la mayoría de los estudiantes no lee, por lo cual el video puede ser una gran ayuda para solventar este problema. Además de que las imágenes visuales unidas a la palabra son lo que más se parece a la vida misma, por lo cual resulta la información transmitida por este medio resulta más significativa a los estudiantes. Además leer resulta aburrido a algunos estudiantes especialmente cuando su contenido se considera abstracto. Sin embargo, aclaran que no se trata de renunciar a otros sistemas tradicionales que den buenos resultados didácticos, sino de emplear al video como un elemento complementario a la enseñanza.

### **3.3 Formación de la competencia.**

De manera general, en los cuadros 17, 18 y 19 se confirma que en el pretest no existen diferencias significativas entre los tratamientos con los diferentes indicadores de estudio. Además se observa que el grupo al que se aplicó el tratamiento 3 presenta los mejores desempeños con diferencias estadísticamente significativas en dos de los indicadores que conforman la competencia de estudio: “Aplica normas de seguridad e higiene” y “Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio”, y con el indicador restante “Utiliza técnicas elementales”, los tratamientos 3 y 4 presentan los mejores resultados.

A continuación se discute el efecto de los tratamientos en cada uno de los indicadores.

#### Indicador 1: Aplica normas de seguridad e higiene

En todos los momentos de medición del postest, el grupo al que se aplicó el tratamiento 3 presenta el mejor desempeño con diferencias significativas en relación a los tratamientos 1 y 2. Con el primer tratamiento se obtienen las menores puntuaciones, lo cual puede deberse a que el profesor explicó la importancia de estas acciones en el pretest y dio por sentado que los estudiantes ya sabían que tenían que cumplir con estas normas de seguridad e higiene y por ello únicamente mencionó “Recuerden desinfectar su mesa de trabajo” y al finalizar “Recuerden el desecho de los portaobjetos”.

En lo que respecta a la demostración la técnica, en la SI también se comentó a los estudiantes que “recordaran desinfectar el área de trabajo antes de comenzar a trabajar”, pero los profesores que realizaron el modelamiento de la técnica no realizaron este paso pues el área de trabajo ya había sido limpiada y desinfectada por los estudiantes. Parece ser que esta omisión en la secuencia de las tareas se reflejó en el hecho de que algunos aprendices no realizaran las acciones de desinfección previas a la realización de la técnica en la sesión instruccional. Sin embargo, al analizar estos resultados con los profesores se dieron cuenta de su error y en la sesión de refuerzo hicieron hincapié en la realización de esta acción por lo cual las puntuaciones mejoraron es este momento de medición y se mantuvieron constantes hasta el final del curso siendo cercanas a la puntuación máxima aunque diferentes significativamente de los tratamientos en que se empleó el video. Esto concuerda con lo que indican Raviolo y Garritz (2006), quienes hacen hincapié en que, para sea efectiva esta estrategia de demostración de cualquier técnica, tanto el profesor como los alumnos asistentes deben tener en cuenta las mismas precauciones y medidas de seguridad como se realizó en el video instruccional.

En este sentido, cabe destacar que cuando se emplea el video se alcanza la puntuación máxima para este indicador en las sesiones de refuerzo (sólo tratamiento 3) y evaluación final, esto significa, que los estudiantes realizan todas las tareas que lo componen. De esta forma, se puede concluir que el video favorece la formación de aspectos actitudinales o éticos en los estudiantes.

Cabe recordar que toda competencia tiene un componente actitudinal, el cual está presente en este indicador. Las tareas que forman parte del indicador tienen implícito un compromiso con la seguridad propia y de las personas con quien el estudiante se relaciona, además del cuidado del ambiente y será él mismo quien decida cumplir estas normas o no hacerlo, con el consiguiente riesgo que esto representa puesto que el cumplimiento de estas acciones suponen la creación de una barrera que impide la propagación de los microorganismos hacia la persona que trabaja y sus objetos personales, además de que se evita el desarrollo de focos de infección en que se convierte el área de eliminación de los desechos de trabajo.

#### Indicador 2: Utiliza técnicas elementales

En lo que respecta a este indicador, en el cuadro 18 se observa que el grupo con el tratamiento basado en la demostración de la técnica es el que presenta las puntuaciones menores con diferencias estadísticas en relación al resto de los tratamientos en las sesiones SI y SR, en tanto que en la EF la puntuación es similar a la LM. En este mismo cuadro se aprecia que en todas las mediciones del postest las puntuaciones más altas se obtienen con los tratamientos 3 y 4, pero es en la evaluación final donde se destaca su efectividad al ser el promedio cercano a la puntuación máxima (18 puntos). Esto último demuestra la importancia de la sesión de refuerzo como parte de una intervención instruccional que persiga la formación y el logro de una competencia técnica.

Al estar relacionado el indicador con el uso de técnicas microbiológicas básicas y con las habilidades manuales de los estudiantes, el desempeño de las tareas que lo componen incide directamente en la obtención de resultados confiables. Es por ello, que los resultados obtenidos con los tratamientos 3 y 4 muestran que el empleo de un video instruccional es el método más adecuado para la enseñanza de la técnica y su aplicación para la obtención de resultados confiables.

#### Indicador 3: Conoce y maneja adecuadamente material e instrumental de laboratorio.

Con este indicador, se observa un mejor desempeño con diferencias estadísticamente significativas, entre el tratamiento 3 con respecto al resto de las intervenciones en casi todos los momentos de medición del postest. El cuadro 19 muestra que con el tratamiento 3 la puntuación promedio del desempeño es cercana a la máxima posible (12 puntos) en la evaluación final.

Este comportamiento puede deberse a que el video instruccional es el único medio en el que se pone énfasis en el uso del microscopio y se presentan imágenes que sirven como guía de los microorganismos a observar y describir. Sin embargo, en el tratamiento 4 no se observa este comportamiento posiblemente debido a que las dudas sobre el uso del microscopio y la obtención de imágenes se hizo únicamente de forma verbal y sin el apoyo de material visual como diapositivas con fotos o esquemas.

Debido a que en la evaluación final se obtienen resultados cercanos a la puntuación máxima con el tratamiento 3, se efectuó una prueba de Tukey para verificar si esta diferencia es significativa en comparación con la sesión de refuerzo en la que se emplea el mismo instrumento de medición (I3).

De esta forma, en el cuadro 20 se destaca que las puntuaciones mejoran entre la sesión de refuerzo y la evaluación final con diferencias estadísticamente significativas, resultados que confirman que la práctica continua, supervisada y con retroalimentación conduce a mejores niveles de desempeño y al logro de la competencia.

El análisis de los resultados obtenidos con los diferentes indicadores muestra que la sesión de refuerzo proporcionó:

- a) Una ayuda ajustada a los estudiantes que así lo requirieran, específicamente en las tareas donde tenían problemas para su ejecución.
- b) Una retroalimentación a los profesores, pues al revisar los informes de la sesión instruccional algunos docentes reflexionaron en el hecho de que si ninguno de sus estudiantes realizaba una tarea, esto se debía a una omisión cometida cuando explicaron la técnica, por lo tanto la sesión de refuerzo les brindaba la oportunidad de enmendar esta falla.

Finalmente, para conocer la cantidad de estudiantes que alcanzaron la competencia, se consideró por un lado a aquellos que no solicitaron asesoría para realizar la técnica y a aquellos estudiantes que superaron la puntuación establecida como punto de corte.

En lo que respecta a la solicitud de asesoría, el 16.3% de los estudiantes del tratamiento 3 solicitaron este apoyo, lo cual indica que aproximadamente un 84% logró la ejecución autónoma de la técnica. En los demás tratamientos, el porcentaje de alumnos con desempeño autónomo fue de un 77% para el tratamiento 4, 50% para la lección magistral y de 25% para la demostración. Esto indica que el video instruccional favorece el desempeño autónomo de la técnica.

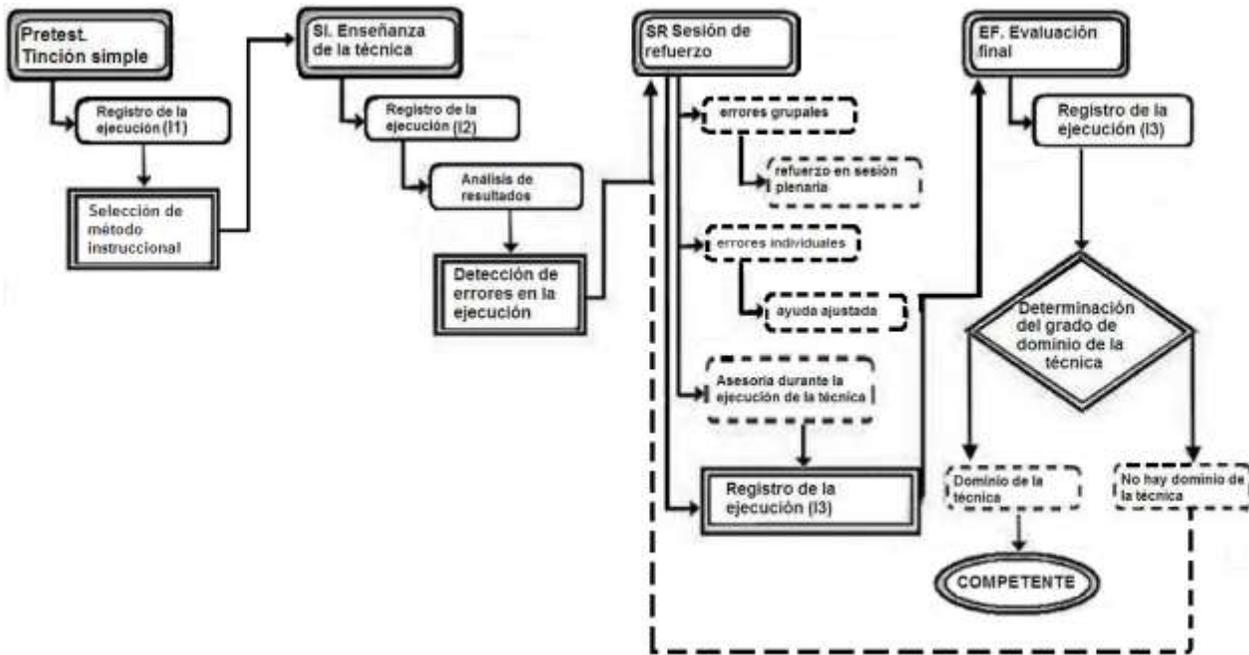
Con relación al porcentaje de estudiantes que superaron el punto de corte, se consideran competentes en la ejecución de la técnica de tinción de Gram al 78.3% en el caso de la lección magistral, al 55.0% para la demostración, al 95.9% para el video y al 92.9% para el video con demostración. Estos resultados confirman las bondades del método de enseñanza basado en un video instruccional al favorecer la permanencia del contenido en los estudiantes.

Con respecto a la lección magistral, el número de estudiantes es superior a las tres cuartas partes del grupo, lo cual indica la eficacia de esta técnica, pero la menor permanencia de la información en los estudiantes en comparación con el video al favorecer la asimilación en la memoria a largo plazo. En lo que se refiere a la demostración, el número de aprendices que superan el punto de corte y realizan la técnica de modo autónomo en la EF es igual o superior al 50% lo cual indica su baja permanencia en la ejecución de esta técnica y que la información se almacene en la memoria a corto plazo.

En resumen, es posible observar que la enseñanza de habilidades procedimentales para el logro de una competencia técnica profesional, requiere de una Intervención instruccional como la ilustrada en la figura 7, en la que:

- i. Se utilice como método de enseñanza un video instruccional, debido a que otorga a los estudiantes un apoyo visual que ejemplifica el manejo de material y equipo. Además de que favorece la permanencia de la información.
- ii. Se realice una evaluación formativa que conduzca al logro de la competencia.
- iii. Como consecuencia de la evaluación formativa, se proporcione a los estudiantes un refuerzo adecuado (grupal o individual) que permita al docente trabajar en las debilidades y fortalezas de sus estudiantes para conseguir mejores desempeños a lo largo del curso.
- iv. Se utilicen instrumentos de medición válidos y confiables, diseñados para su uso en cada uno de los momentos de evaluación a lo largo del curso.

- v. Se evalúen los aspectos actitudinales por medio del instrumento de observación, lo cual complementa la formación de la competencia técnica profesional de estudio.
- vi. Sea posible proporcionar el refuerzo en caso de que en la evaluación sumaria el dictamen sea de no competente en la ejecución de la técnica.



**FIGURA 7** Proceso de la evaluación formativa y sumativa de la competencia técnica profesional “Ejecución de la técnica de tinción de Gram”.

## VIII. CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación evaluó experimentalmente cuatro intervenciones instruccionales con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación planteada como eje central del mismo: ¿cuál estrategia proporciona un desempeño más competente en la ejecución de la técnica de tinción de Gram en estudiantes de la carrera de Química Farmacéutica Biológica?

Para resolver la pregunta de investigación y cumplir los objetivos planteados, se probaron los métodos de enseñanza comúnmente empleados en las ciencias experimentales, cada uno formó parte de una intervención instruccional que incluyó un refuerzo, la evaluación formativa y sumativa de la competencia.

Los resultados obtenidos por medio del diseño de investigación y los métodos indicados previamente, permiten evidenciar otras aportaciones del estudio y, como todo trabajo experimental, conocer las limitaciones del mismo, así como arrojar las conclusiones y sugerencias presentadas en este apartado.

En este contexto, una de las principales aportaciones del estudio es la evidencia empírica del efecto de las intervenciones instruccionales en la formación de una competencia técnica profesional, debido a que en México existen estudios sobre reflexiones teóricas de las competencias, pero que carecen de sugerencias concretas basadas en experiencias empíricas para su formación y logro. Además, la metodología empleada constituye una propuesta viable que puede aplicarse en otros contextos para la formación de competencias técnicas profesionales.

Un aspecto que comúnmente se ha ignorado, es la parte actitudinal que rodea a toda competencia, la cual conduce a la actuación ética que todo profesionista debe poseer. En algunos trabajos, se hace mención a este tipo de conocimiento, pero no se dan las directrices para promover los aspectos éticos propios de la profesión. Es por ello, que uno de los aspectos a considerar en la presente investigación fue la parte actitudinal subyacente a la competencia de estudio.

Entre las principales aportaciones de esta investigación, se encuentran el diseño de dos instrumentos de evaluación válidos y confiables para su empleo en diferentes momentos del curso de Microbiología Experimental; así como un video instruccional en idioma español, en el que se exponen tanto el fundamento de la técnica tinción de Gram, como su procedimiento, aplicación e interpretación de los resultados. Estos materiales fueron diseñados *ex profeso* y probados como parte de una intervención instruccional basada en el empleo del video en dos sesiones del curso (sesión instruccional y de refuerzo), en las que la evaluación se efectuó mediante los instrumentos citados. Lo anterior, constituye una limitante en la generalización de los resultados, pues no es posible afirmar cuál será el resultado en la formación de la competencia si el video se emplea sólo en una sesión y no hay una evaluación formativa.

En lo que se refiere a los instrumentos de evaluación 2 y 3, éstos se diseñaron para medir las variables del estudio o indicadores de la competencia y después de su prueba, se observó que cumplieron con las características psicométricas requeridas, por lo que se consideraron pertinentes para su utilización en la presente investigación.

Al determinar la validez de contenido de los mismos se encontró plena concordancia de los indicadores con lo reportado por otros autores. Además, los jueces determinaron que las tareas e indicadores seleccionados eran los más adecuados para la evaluación de la competencia de estudio.

Por otro lado, el uso de los instrumentos en los diferentes momentos del curso favoreció la evaluación del progreso del estudiante, desde la ejecución supervisada hasta el desempeño autónomo de la técnica. El índice de confiabilidad resultante, permite hacer comparables los resultados obtenidos con los diferentes tratamientos empleados. Sin embargo, se sugiere confirmar este comportamiento al aplicar estos instrumentos en otras instituciones en donde se aplique la técnica de estudio.

Los instrumentos 2 y 3 constituyen una aportación al área microbiológica por ser herramientas novedosas para la evaluación sistemática de una técnica básica, dejando de lado la subjetividad inherente a las evaluaciones de habilidades manuales (realizadas por apreciación) en las que se pondera más el resultado que el proceso y que generalmente tiene fines sumativos más que formativos. Además, los instrumentos permiten una evaluación parcial y global del proceso dando su justa dimensión a sus componentes o indicadores.

De las ventajas observadas en su aplicación, algunos docentes sugirieron seguir el método para el diseño y prueba de los instrumentos empleado en este estudio, con el propósito de desarrollar y probar otras herramientas de evaluación enfocadas a la formación de diferentes competencias técnicas profesionales.

Algunos docentes, destacaron como una bondad de estos instrumentos su empleo para la evaluación sumativa del curso realizada de manera personalizada a cada uno de los estudiantes. Destacan que con el empleo de los instrumentos se logra una evaluación objetiva y documentada como lo exige la enseñanza basada en competencias.

Por otro lado, los jueces recomendaron la aplicación de los instrumentos en un máximo de cuatro estudiantes para ser evaluados simultáneamente, lo cual constituye una limitante para su aplicación en grupos grandes y poder proporcionar una retroalimentación efectiva a nivel grupal. Esto obedece a la naturaleza misma de la técnica en la que prevalecen movimientos finos, así como por la minuciosidad con que se registra la ejecución. De ahí, que se sugiera emplear estos instrumentos para la autoevaluación y evaluación por pares con la ventaja adicional de conducir a los estudiantes a la autorregulación de su aprendizaje y, que ofrezca al profesor un panorama general del avance del grupo. Para tener resultados confiables de los estudiantes, se recomienda que se evalúen de manera sistemática a lo largo del curso, de modo tal que sean capaces de reconocer sus logros y trabajar con el profesor en sus deficiencias.

Referente a la aplicación de los instrumentos, algunos de los observadores que cumplieron con un entrenamiento sistemático previo al empleo de los instrumentos, lograron evaluar simultáneamente hasta ocho estudiantes, lo cual aportó un mejor conocimiento del grupo. En este entrenamiento, el empleo de una videograbación de las ejecuciones constituyó una valiosa herramienta que condujo a la autoevaluación de los observadores y que, además, permitió sensibilizarlos en su relación con los estudiantes al momento de realizar la evaluación. Asimismo, permitió la unificación de criterios al posibilitar la repetición de la ejecución y discutir los desacuerdos entre el equipo de trabajo. Este proceso también permitió determinar aquellas tareas que, de no registrarse en el momento de la evaluación, podrían cotejarse con el producto (frotis) ya sea por su observación directa (a simple vista en el portaobjetos) o por su observación al microscopio (por ejemplo, la decoloración).

En lo que respecta a la prueba de las intervenciones instruccionales, éstas permiten confirmar la importancia de la evaluación formativa para la detección de problemas en la ejecución de los estudiantes y, especialmente del papel que tiene el refuerzo en el logro de una competencia técnica. En este sentido, el seguimiento realizado en la formación de la competencia, mediante la aplicación de los instrumentos en diferentes momentos del curso, permitió otorgar un refuerzo al estudiante, de manera grupal cuando la mayoría de los alumnos participantes tuviera errores en la ejecución en una misma tarea, o mediante una asesoría individualizada.

Este refuerzo constituyó un punto medular de las intervenciones instruccionales, pues como lo demuestran los resultados experimentales, existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos en la sesión de reforzamiento y la evaluación final. Es por ello que se recomienda que en los cursos se dispongan de unos minutos para aportar un refuerzo a los estudiantes sobre las técnicas revisadas. Aunque siempre se argumenta la falta de tiempo para realizar esta acción, la evidencia de este trabajo indica que el beneficio a obtener es mayor pues se logra un ahorro de tiempo y material para la realización de la técnica de tinción cuando esta constituye un apoyo a otras técnicas.

En lo que respecta al método de enseñanza empleado en las intervenciones instruccionales de estudio, aquellas basadas en el uso de un video instruccional diseñado *ex profeso* para la enseñanza de la técnica de estudio es la que presenta la mayor capacidad para fomentar el logro de la competencia técnica profesional “Ejecución de la Técnica de tinción de Gram”.

El video instruccional desarrollado corresponde a otra aportación del presente trabajo de investigación debido a que es el único material en idioma español en el que se conjuntan el fundamento o la parte conceptual de la técnica con la parte procedimental. Si bien es cierto que el diseño y producción del mismo constituye un proceso largo y costoso, tanto por los recursos como por el tiempo invertido, también lo es que se obtuvieron resultados satisfactorios en lo que respecta a la formación y logro de una competencia técnica profesional. Un ejemplo de lo anterior es que con el tratamiento basado en el video instruccional se obtuvo la puntuación máxima con uno de los indicadores y en los otros dos las puntuaciones estuvieron cercanas a la misma.

La explicación de este efecto es multifactorial, y abarca desde el material *per se*, las estrategias de enseñanza empleadas así como las características de los estudiantes. En lo que se refiere al material, se propone que la combinación de recursos atencionales como imágenes y sonido favorece la asimilación de la información en la memoria a largo plazo.

Aunado a ello está la adecuación al usuario referida al empleo de un lenguaje sencillo al principio para ir introduciendo poco a poco los tecnicismos propios del área, la aplicación que tiene la técnica en diferentes áreas de desarrollo profesional del QFB, lo que a su vez favoreció la significatividad de la información presentada, el empleo de imágenes que ilustraran conceptos abstractos.

Con relación a las estrategias de enseñanza, el video tiene como ventaja el poder emplear una combinación de ellas, por ejemplo el uso de imágenes fijas para ejemplificar los resultados de la aplicación de la técnica, imágenes en movimiento para ilustrar procesos, resúmenes tanto introductorios como finales y el modelamiento de la técnica. Sin embargo, es la combinación estratégica de las mismas la que favorece esta permanencia de la información en el estudiante. En lo que se refiere a la formación de habilidades motrices, el empleo de acercamientos y toma desde diferentes ángulos durante el modelamiento, permite observar con mayor detalle las acciones que ocurren en cada paso de la técnica, aunado a ello, se puede disminuir la velocidad en que se transmite la imagen para apreciar mejor los movimientos realizados por el instructor.

Otro factor a considerar es el avance tecnológico de las últimas décadas, mismo que ha formado generaciones que exigen cada vez más material didáctico que les sea familiar. Diversos estudios demuestran que cada vez menos estudiantes leen y a algunos hasta les resulta aburrido, por lo cual el desarrollo de material que estimule sus sentidos auditivo y visual constituye una alternativa para reducir esta brecha “generacional” en los recursos disponibles para su formación profesional. Una evidencia de ello es que los estudiantes solicitan más videos para otras técnicas del curso, así como para diferentes asignaturas de su plan de estudios. De esta manera, la recomendación es invertir recursos tanto materiales como humanos para el desarrollo de este tipo de material o de software que les resulte llamativo.

Hasta este punto se ha mencionado que el video favorecer la asimilación a largo plazo, sin embargo sería de gran utilidad el realizar el seguimiento de los estudiantes en cursos posteriores para tener una mayor información respecto a la permanencia de la ejecución de la técnica en un periodo más largo y conocer mayores alcances de las intervenciones instruccionales.

En lo que respecta a la formación de la competencia de estudio, esta investigación aporta evidencia sobre la importancia del diseño de las intervenciones instruccionales para la enseñanza de procedimientos. Misma que se basa en el seguimiento de la formación de la competencia hasta el logro de la misma.

Otro aspecto de importancia en la formación de la competencia, fue el fomento de aspectos actitudinales, representados por el indicador "Aplica normas de seguridad e higiene". En éste se incluyen algunos aspectos éticos del profesionista como es el cuidado de su persona y el evitar la creación de focos de infección que perjudiquen a otros miembros del personal o a las personas con quienes convive. También, abarca el adecuado etiquetado del material con el objetivo de evitar confusiones que conduzcan a una mala toma de decisión en la interpretación o aplicación de los resultados obtenidos.

Como se mencionó anteriormente, los instrumentos de evaluación están diseñados de tal forma, que estos aspectos actitudinales forman parte del procedimiento mismo y, que por ello también son considerados como puntos a trabajar en la o las sesiones de refuerzo con el mismo peso que la manipulación de equipo o la ejecución de las técnicas.

Por último, se comentan algunas otras limitaciones del presente estudio y las sugerencias en las que se puede trabajar. Un primer punto lo constituye el hecho de que únicamente se evaluaron a aquellos estudiantes que estuviesen inscritos por primera vez en la asignatura. Sin embargo, esto limitó la investigación para conocer las bondades de los instrumentos para la evaluación diagnóstica de aquellos alumnos que cursaran por segunda vez la asignatura, debido a que requieren de otra dinámica de trabajo y que pueda otorgárseles el refuerzo apropiado a sus necesidades.

En complemento a este trabajo, se recomienda evaluar la parte conceptual o fundamento de la técnica para tener una comprensión más completa del logro de la competencia, tanto de la interpretación de los resultados como la transferencia de la información para la resolución de problemas específicos del área.

## IX. LITERATURA CITADA

- Acosta, M., & Bonilla, E. (2000). La videocámara en la enseñanza de técnicas microbiológicas. *Memorias del X Congreso Nacional de Educación Química Farmacéutica Biológica*. Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos Biólogos México A. C.
- Alanís, A. (2000). *Tiempo, Espacio y Movimiento. Durabilidad y duración; actividad y acción; tolerancia y alteración*. Recuperado el 2 de septiembre de 2009, de Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías de <http://contexto-educativo.com.ar/2000/2/nota-11.htm>
- Argüelles, A. (2000). *Competencia laboral y educación basada en normas de competencia*. México: LIMUSA.
- Amador, J. A. (2004). *La evaluación en el marco ECTS*. Recuperado el 18 de octubre de 2006, de [http://www.uclm.es/profesor/ricardo/Convergencia/Evaluacion ECTS.pdf](http://www.uclm.es/profesor/ricardo/Convergencia/Evaluacion%20ECTS.pdf)
- Barbero, M., Alfonso, M. T., Cancillo, J., & Castejón, J. V. (1995). *Planificación educativa en Ciencias de la salud*. Barcelona: Masson, S.A. .
- Bauzá, S., Barvet, F., Carreño, E., Junvent, M., Pons, J., Salva, J., & Torres, L. (1991). *Aplicaciones didácticas del video*. Barcelona : Alta Fulla.
- Beard, R. (1974). *Pedagogía y didáctica de la enseñanza universitaria*. Barcelona: Oikos Tau S. A. Ediciones.
- Beltrán, J. (1996). Concepto, desarrollo y tendencias actuales de la psicología de la instrucción. En Beltrán, J. y Genovard, C (Eds). *Psicología de la Instrucción I. Variables y procesos básicos*. Madrid: Edit. Síntesis Psicología.
- Buendía, L., Colás, M. P. y Hernández-Pina, F. (1998). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía*. Madrid: McGraw Hill.
- Castañeda, S. (2004). "Competencias del recién egresado de la licenciatura en Psicología", *Psicología desde el Caribe, Universidad del Norte*. Núm. 14, pp. 27-52.
- Castañeda, S., Lugo, E., Pineda, L. y Romero, N. (1998). Estado del arte de la evaluación y el fomento del desarrollo intelectual en la enseñanza de ciencias, artes y técnicas. En Castañeda, S. (Ed.) *Evaluación y fomento del desarrollo intelectual en la enseñanza de ciencias, artes y técnicas: Perspectiva internacional en el umbral del siglo XXI*. México: UNAM-CONACYT-Porrúa
- CCN. (2003). *Título tercero. Del procedimiento de Acreditación de laboratorios*. Recuperado el 22 de marzo de 2009, de [http://www.oc.ccn.cni.es/03procacrd\\_es.html](http://www.oc.ccn.cni.es/03procacrd_es.html)
- CINTERFOR. (1997). *Formación basada en competencia laboral*. Recuperado el 29 de mayo de 2009, de <http://www.ilo.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/competen/index.htm>
- Cowan, K., & Park, K. (2006). *Microbiology: a systems approach*. New York : Mc Garw-Hill.
- CUCS. (2006). *Tinción de Gram*. Recuperado el 8 de diciembre de 2008, de Manual de Prácticas de Microbiología: <http://virtual.cucs.udg.mx/sitioweb%micro/practicass%29%Modulo.doc>

De la Cruz, M. A. (2006). *Taller para trabajar por competencias: de la formulación de objetivos a la actividad en el aula*. Recuperado el 2009 de septiembre de 2, de [http://www.uclm.es/organos/vic\\_ceoacademica/innovacion\\_educativa/pdf/presentacion.ppt](http://www.uclm.es/organos/vic_ceoacademica/innovacion_educativa/pdf/presentacion.ppt)

De Pablos, J., & Cabero, J. (1990). El video en el aula I. El video como mediador del aprendizaje. *Revista de Educación* , 351-370.

DGCFT - Dirección General de Centros de Formación para el Trabajo (Sin año). Competencias laborales. Recuperado el 23 de marzo de 2005, de <http://www.dgcft.sems.gob.mx>

ENAC. (1998). *G-ENAC-06. Guía para la acreditación de laboratorios que realizan Análisis Clínicos*. Recuperado el 27 de octubre de 2006, de <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/normatividad/norref/G-ENAC-06Rev.pdf>

ENAC. (2002). *G-ENAC-04. Guía para la acreditación de laboratorios que realizan Análisis Microbiológicos*. Recuperado el 27 de octubre de 2006, de <http://www.enac.es/admin/iframes/documentos/G-ENAC-04%Rev%203.pdf>

Entidad Nacional de Acreditación (ENAC). (2004). *Acreditación de laboratorios*. Recuperado el 27 de octubre de 2006, de [http://www.enac.es/html/docs\\_comunes/LABORAT\\_ENAC\\_2004.pdf](http://www.enac.es/html/docs_comunes/LABORAT_ENAC_2004.pdf)

Ferrés, J. (1998). *Video y Educación* . Barcelona: Laia.

Fitch, G. (2007). A rubric for Assessing a Student's Ability to Use of Light Microscope. *The American Biology Teacher* , 211-214.

Gonczi, A. (1996). Problemas asociados con la implementación de la educación basada en la competencia: de lo atomístico a lo holístico. *Resúmenes del Seminario Internacional sobre la Formación basada en competencia laboral: situación actual y perspectivas*, (págs. 161-169). Guanajuato.

González, R. M., Montagut, P., Navarro, F., & Sansón, C. (2006). Evaluación de factores que inciden en el aprendizaje experimental. En P. Montagut, *La evaluación como instrumento de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje* (págs. 63-90). México: Facultad de Química, UNAM.

Gutiérrez, M. D. (2001). Prospectiva de la Enseñanza de la Microbiología en México. *Resúmenes del XXXII Congreso Nacional de Microbiología. Suplemento 1* (págs. 43-44). Guanajuato: Revista Latinoamericana de Microbiología.

Hawes, G., & Corvalán, O. (2005). *Construcción de un perfil profesional. Universidad de Talca, Chile*. Recuperado el 22 de septiembre de 2009, de <http://www.mecesup.cl/mecesup1/difusion/destacado/2004-1%20Contruccion%de%un%20Perfil%20Profesional.pdf>

Hernández, F., Martínez, P., Da Fonseca, P., & Rubio, M. (2005). *Aprendizaje, competencias y rendimiento en Educación Superior*. Madrid: La Muralla.

Hernández, P. (1995). *Diseñar y Enseñar. Teoría y técnicas de la programación y del proyecto docente*. Madrid: Nancea.

Hernández, P. (1996). El diseño de la instrucción. En J. Beltrán, & C. Genovard, *Psicología de la Instrucción I. Variables y procesos básicos*. Madrid: Proyecto Editorial Síntesis de Psicología .

- Hernández, P., & Castro, J. (1995). Reseñas sobre el diseño de la enseñanza. En P. Hernández, *Diseñar y enseñar. Teoría y técnicas de la programación y del proyecto docente*. Madrid: Nancea.
- Huerta, J. J., Pérez, I., & Castellanos, A. R. (Abril-junio de 2000). *Desarrollo curricular por competencias profesionales*. Recuperado el 2 de septiembre de 2009, de Revista Electrónica Educar 13: <http://educar.jalisco.gob.mx/13/13Huerta.html>
- IEIP. (2005). *Population-Based surveillance for microbial agents of Pneumonia and sepsis with detection of Streptococcus pneumoniae*. Recuperado el 2 de septiembre de 2009, de Standard operations procedures for clinical and laboratory staff: [http://www.cdc.gov.ncidod/global/ieip\\_sop.pdf](http://www.cdc.gov.ncidod/global/ieip_sop.pdf)
- Isanhart, C. M., McCall, K. L., Kretschmer, D., & Grimes, B. A. (2008). Parenterals laboratory course to reduce microbial contamination rates in media fill performed by pharmacy students. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 1-4.
- López, M. (2004). Estrategias para el desarrollo de competencias profesionales en psicología, desde una perspectiva cognitiva. En S. Castañeda, *Educación, aprendizaje y cognición. Teoría en la práctica* (págs. 345-361). México: El Manual Moderno.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2003). *Biología de los microorganismos de Brock*. Madrid: Prentice-Hall Inc.
- Malpica, M. C. (1999). El punto de vista pedagógico. En A. Argüelles, *Competencia laboral y educación basada en normas de competencia*. México: LIMUSA.
- Marquès, P. (2003). *Los videos educativos: Tipología, funciones, orientaciones para su uso*. . Recuperado el 2 de septiembre de 2009, de <http://www.pangea.org/peremarques/videoori.htm>
- Mauritz, J. (1967). *La teoría del currículum: definiciones y modelos en perfiles educativos*. México: CISE, UNAM.
- Mertens, L. (1997). *Competencia labora: sistemas, surgimiento y modelos*. Recuperado el 22 de junio de 2008, de <http://www.cinterfor.org.uy>
- Milán-Segovia, R. C., Flores-Moreno, M. E., Ortiz-Saldívar, M. B., Loredó-Hernández, L., & Palacios-Espinosa, A. (2002). Desarrollo de Proyecto como Estrategia Didáctica en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Micología y la Farmacología. *LABORAT-ACTA*, 41-45.
- Montagut, P., Sansón, C., & González, R. M. (2002). Evaluación del aprendizaje en situaciones de laboratorio. *Educación Química*, 188-200.
- Murray, P. R., Baron, E. J., Jorgensen, J. J., Pfaller, M. A., & Tenover, R. C. (2003). *Manual of Clinical Microbiology*. Recuperado el 22 de junio de 2008, de [http://www.cdc.gov/ncidod/biotech/files/Streptococcu\\_general\\_methods.pdf](http://www.cdc.gov/ncidod/biotech/files/Streptococcu_general_methods.pdf)
- National Council for Vocational Qualifications. (2005). *Competence Assurance & Awarding Body*. Recuperado el 15 de noviembre de 2008, de [http://www.ecitb.org.uk/competence\\_assurance/\\_/awarding\\_body.cfm](http://www.ecitb.org.uk/competence_assurance/_/awarding_body.cfm)

- NTP-ISO/IEC. (2001). *Norma Técnica Peruana para la acreditación de laboratorios de calibración y ensayo*. Recuperado el 18 de septiembre de 2008, de [http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/normatividad/norref7NTP%2017025\\_2001.pdf](http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/normatividad/norref7NTP%2017025_2001.pdf)
- Obaya, A., & Noé, M. (2000). Identificación de actitudes en la Enseñanza Experimental de QFB. *Memorias del IX Congreso Nacional de Educación Química Farmacéutica Biológica*. Colima.
- Ortega, J. (2003). *Iniciativa de decreto de la Ley reglamentaria de lartículo 5o Constitucional relativo a la formación y ejercicio profesionales*. Recuperado el 18 de septiembre de 2006, de Gaceta Parlamentaria No. 102: [http://www.senado.gob.mx/gaceta.php?&lk=154/Iniciativa\\_Ortega\\_ley\\_profesiones\\_ART\\_5\\_REGLAM.html](http://www.senado.gob.mx/gaceta.php?&lk=154/Iniciativa_Ortega_ley_profesiones_ART_5_REGLAM.html)
- Quiroz, E. (2007). Competencias profesionales y calidad en la educación superior . *Reencuentro* , 93-99.
- Raviolo, A., & Garritz, A. (2006). Decálogos e Inventarios. *Educación Química* , 122-128.
- Rego, A., & Fernandes, C. (2005). Inteligencia emocional: Desarrollo y validación de un instrumento de medida. *Revista Interamericana de Psicología* , 23-38.
- Rodríguez, M. E., Camelo, V., & Güitrón, O. (2005). Atención y recuerdo de la información presentada en un video sobre ciencia en comparación con el discurso del profesor . *Educar* , 39-44.
- Román, M., & Diez, E. (1994). *Currículo y enseñanza. Una didáctica cenrtada en proceso*. Madrid: EOS.
- Romero, N. L. (2005). ¿Y qué son las competencias? ¿Quién las construye? ¿Porqué competencias? *Educar* , 9-18.
- Rosignoli, J. L. (1996). Recursos y medios tecnológicos. En J. Beltrán, & C. Genovard, *Psicología de la Instrucción I. Variables y procesos básicos* . Madrid: Proyecto Editorial Síntesis de Psicología.
- Ruiz-Iglesias, M. (1999). *La arquitectura del conocimiento en la educación superior*. México: IPN.
- Ruiz-Iglesias, M. (2001). *Profesionales competentes: Una respuesta educativa*. México: IPN.
- Rusell, A. A. (2004). From videotapes to videodisc: from passive to active instruction. *J. Chem. Educ.* , 866-868.
- SAGARPA. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-047-Z00-1995*. Recuperado el 12 de febrero de 2008, de Requisitos mínimos para la vacunas, bacterianas y antígenos empleados en la prevención y control de salmonelosis aviar: <http://web2.senasica.sagarpa.gob.mx/xportal/dgsa/mrni/Doc338/Nom-047-DOF.doc>
- Salcedo, L. E. (2004). *Las competencias en la formación profesional*. Recuperado el 30 de septiembre de 2007, de <http://www.ascun.-org.co/foro/vicacad/competencias.pps>
- Sancho, P., Corral, R., Rivas, T., González, M., Chordi, A., & Tejedor, C. (2006). A blended Learning Experience for Teaching Microbiology. *American Journal of Pharmaceutical Education* , 1-9.

SSA. (2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002*. Recuperado el 11 de febrero de 2008, de Protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo: <http://www.guanajuato.gob.mx/ssg/prescripcion/normas/087ECOLSSA.pdf>

SSA. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-099-SSA1-1994*. Recuperado el 11 de febrero de 2008, de Establece las especificaciones sanitarias de los anillos para valvuloplastia: [http://www.netsalud.umich.mx/norm\\_of/NOM-099-SSA1-1994.doc](http://www.netsalud.umich.mx/norm_of/NOM-099-SSA1-1994.doc)

SSA. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-130-SSA1-1995 Bienes y servicios*. Recuperado el 11 de febrero de 2008, de Alimentos envasados en recipientes de cierres herméticos y sometidos a tratamiento térmico. Disposiciones y especificaciones sanitarias.: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/130ssa15.html>

SSA. (1995). *Norma Oficial Mexicana NOM-143-SSA1-1995. Bienes y servicios*. Recuperado el 11 de febrero de 2008, de Método de prueba microbiológico para alimentos. Determinación de *Listeria monocytogenes*.: <http://www.ssa.gob.mx/nom143ssa15.zip>

Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Morata.

Talaro, K., & Talaro, A. (2002). *Foundations in Microbiology*. New York: Mc Graw Hill.

Tesar, C. J. (1997). Estrategias para la implantación de la instrucción basada en competencias. *Seminario Internacional sobre Formación Basda en Competencia Laboral: situación actual y perspectivas*. Guanajuato: CINTERFOR.

UABC. (2006). *Forma, agrupación y afinidad tintorial de las bacterias. Práctica 3*. Recuperado el 15 de agosto de 2008, de Manual de Microbiología Médica: <http://medicina.ens.uabc.mx/manlab/L3M-N3-002.doc>

Universidad de Colima. (2006). *Tinción de Gram*. Recuperado el 15 de marzo de 2008, del Manual de Prácticas del laboratorio de Análisis Clínicos III. <http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgd/DGEMS/archivos/manaclinico3.doc>

Universidad de Vigo. (2003). *Norma ISO 9001:2000*. Recuperado el 15 de agosto de 2008, de <http://webs.uvigo.es/webcalidad/documentos/cursos/PONENCIA%20DIA%20030205%20%20EXTERNALIZA.ppt>

Valenzuela, E. (2003). *Acreditación de laboratorios de calibración y ensayo*. Recuperado el 22 de noviembre de 2007, de [http://www.inen.gov.ec/web\\_sp/acreditacion.html](http://www.inen.gov.ec/web_sp/acreditacion.html)

Vierna, L., & Mejía, A. G. (2000). Una alternativa en la Enseñanza de la Microbiología. *Memorias del IX Congreso Nacional de Educación Química Farmacéutica Biológica*. Colima.

Vocational Education (VEETAC). (1993). Framework for the implementation of a Competency. *Based Vocational and Training System*. Sydney: VEETAC.

Wainmaier, C., Viera, L., Roncaglia, D., Ramírez, S., Rembaldo, f., & Porro, S. (2006). Competencias a promover en graduados universitarios en carreras científico-tecnológicas: la visión de los docentes. *Educación Química*, 150-157.

# X. ANEXOS

## ANEXO 1.

### INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

#### INSTRUMENTO 11. EVALUACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO EN EL PRETEST (TINCIÓN SIMPLE)

INSTRUCCIONES: Anotar el nombre del alumno en el espacio en blanco localizado en la parte superior de cada columna. Indicar si el estudiante cumple la tarea descrita en la primera columna (+) o bien, si no realiza la actividad (-).

En caso de tener alguna observación adicional favor de anotarla en el espacio al final de cada columna, por ejemplo si el estudiante está inseguro o espera a que su compañero comience a trabajar para ver como realizar la técnica, en caso de derramar el cultivo en la mesa si toma las medidas indicadas en el reglamento de higiene y seguridad, etc.

TAREA	NOMBRE DEL ALUMNO			
1. Desinfecta el área de trabajo				
2. Cumple las normas de Higiene y Seguridad establecidas: Uso de bata, gafete, cubre bocas, cabello recogido				
4. Coloca sólo el material que empleará en el área de trabajo.				
5. Rotula el material de forma adecuada				
6. Trabaja en área aséptica				
8. Manipula adecuadamente el material (destapa el tubo correctamente, el asa permanecer en el área aséptica sin pasar sobre la flama del mechero).				
7. Al preparar el frotis: b) Extiende la muestra formando una película uniforme, no muy gruesa ni muy delgada				
d) Lo fija pasando 3 veces por la flama				
9. Al efectuar el procedimiento de tinción: a) Agrega el colorante cubriendo la muestra				
10. Al observar al microscopio: d) El microorganismo presenta la morfología y agrupación características.				
11. Elimina los portaobjetos con microorganismo depositándolos en una solución desinfectante.				
OBSERVACIONES El estudiante solicita asesoría para la realización de la práctica				

## INSTRUMENTO I2.

### EVALUACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO DE LA TINCIÓN DE GRAM EN LA SESIÓN INSTRUCCIONAL.

INSTRUCCIONES: Anotar el nombre del alumno en el espacio localizado en la parte superior de cada columna. Indicar el cumplimiento de la tarea descrita en la primera columna o bien, la ausencia de la misma (+ ó -). En caso de tener alguna observación adicional favor de anotarla en el espacio indicado, por ejemplo: accidente al manipular la cepa, se borra la etiqueta o nombre del microorganismo, etc.

TAREA	NOMBRE DEL ALUMNO			
1. Desinfecta el área de trabajo				
3. Coloca sus objetos personales en el lugar destinado para ello.				
4. Coloca sólo el material que empleará en el área de trabajo.				
5. Rotula el material en la forma indicada por el profesor				
6. Trabaja en el área aséptica				
7. Al preparar el frotis:				
b) Extiende la muestra formando una película uniforme, no muy gruesa ni muy delgada				
d) Lo fija pasando de 3 a 6 veces por la flama				
8. Manipula adecuadamente el material (destapa el tubo correctamente, el asa permanece en área aséptica sin pasar sobre la flama del mechero, etc.)				
9. Al efectuar el procedimiento de la tinción de Gram:				
a) Coloca el colorante hasta cubrir la muestra (sin que escurra)				
b) Respeta los tiempos de aplicación				
c) Aplica el decolorante en cantidad suficiente (Según las indicaciones del profesor)				
10. Al observar al microscopio:				
a) Enfoca adecuadamente (Imagen nítida que corresponde a la descripción del estudiante)				
b) Utiliza la cantidad de luz adecuada para la observación				
c) Selecciona el campo microscópico más adecuado.				
d) El microorganismo presenta la morfología, agrupación y coloración reportadas en la bibliografía (Únicamente si utiliza una cepa de referencia)				
11. Elimina los portaobjetos con microorganismo depositándolos en una solución desinfectante				
OBSERVACIONES				
Tiempo que tarda el estudiante en realizar el procedimiento (Indicar únicamente si el procedimiento supera 10 minutos)				
El estudiante solicita asesoría para la realización de la técnica de tinción de Gram				

### INSTRUMENTO I3.

#### EVALUACIÓN DEL TRABAJO PRÁCTICO DE LA TINCIÓN DE GRAM: SESIONES DE REFUERZO Y EVALUACIÓN FINAL.

**INDICACIONES:** Anotar el nombre del alumno en la parte superior de cada columna. Indicar el nivel de destreza observado (de 1 a 3, o bien como malo, regular o bueno respectivamente). En los casos que no es factible realizar esta evaluación (columna NA marcada) únicamente indicar si el estudiante realiza o no la tarea descrita. Si tiene una observación adicional anotarla en el espacio correspondiente.

TAREA	NA	NOMBRE DEL ALUMNO			
2. Cumple las normas de Higiene y Seguridad establecidas: Uso de bata, gafete, cubre bocas, cabello recogido					
4. Coloca sólo el material que empleará en el área de trabajo.	X				
6. Trabaja en el área aséptica	X				
7. Al preparar el frotis: a) Toma la muestra dependiendo de su estado físico					
b) Extiende la muestra formando una película uniforme, no muy gruesa ni muy delgada					
d) Lo fija pasando de 3 a 6 veces por la flama					
8. Manipula adecuadamente el material (destapa el tubo correctamente, el asa permanece en área aséptica sin pasar sobre la flama del mechero, etc.)					
9. Al efectuar el procedimiento de la tinción de Gram: a) Coloca el colorante hasta cubrir la muestra (sin que escurra)					
b) Respeta los tiempos de aplicación					
c) Aplica el decolorante en cantidad suficiente					
10. Al observar al microscopio: a) Enfoca adecuadamente (Imagen nítida que corresponde a la descripción del estudiante)					
b) Utiliza la cantidad de luz adecuada para la observación					
c) Selecciona el campo microscópico más adecuado.					
d) El microorganismo presenta la morfología, agrupación y coloración reportadas en la bibliografía (Únicamente si se utiliza una cepa de referencia)					
11. Elimina los portaobjetos con microorganismo depositándolos en una solución desinfectante.	X				
<b>OBSERVACIONES</b>					
i) Tiempo que tarda el estudiante en realizar el procedimiento (Indicar únicamente si el procedimiento supera 10 minutos)					
ii) El estudiante solicita asesoría para la realización de la técnica de tinción de Gram	X				
iii) El estudiante solicita asesoría para la interpretación de los resultados de la tinción.	X				

**ANEXO 2.**  
**GUIÓN TÉCNICO DEL PROGRAMA DE TV**  
**TINCIÓN DE “GRAM” ¿MORADO O ROJO?**

<b>TOMA</b>	<b>VIDEO</b>	<b>AUDIO</b>	<b>VC</b>	<b>EDICIÓN</b>
1	EN PRIMER PLANO: FS PIANO CON PERSONA TOCÁNDOLO  SEGUNDO PLANO FS DE CANTANTE DE DE ÓPERA VOCALIZANDO	<b>A CUADRO:</b>  Piano tocando  Primer Plano: Cantante vocalizando		
2	CU VASO DE AGUA ENTRA MANO Y LO TOMA			
3	MS CANTANTE TOMANDO AGUA			
4	MCU DEL CANTANTE QUE INICIA SU CONCIERTO SE LE VA LA VOZ	<b>CANTANTE A CUADRO:</b>  Cantando se le va la voz		
5	MS CANTANTE COMIENZA OTRA VEZ CONCIERTO Y ENROQUECE	<b>CANTANTE A CUADRO:</b>		
6	CU BOCA ABIERTA ZI BCU GARGANTA INFECTADA  <b>DIS</b>			
7	BCU ULCERAS DE LA GARGANTA			
8	FS ANGINAS INFECTADAS			
9	MS MICROSCOPIO ENTRA MANO Y METE MUESTRA			
10	CU BACTERIAS  <b>CROOS FADE</b>			
11	FS TOMAS DIVERSAS DE LA FACULTAD Y VAN ENTRANDO A CUADO SALEN Y SOLO QUEDA EL EDIFICIO “A”	<b>LOCUTOR EN OFF:</b>  La Facultad de Química de la Universidad		
12	LS TORRE DE RECTORIA	Nacional Autónoma de México Presenta  <b>FADE IN MÚSICA</b>		

13	<p><b>CON EFECTO O ANIMACIÓN ENTRA TÍTULO:</b></p> <p><b>TINCIÓN DE “GRAM” ¿MORADO O ROJO?</b></p>			
		<b>FADE OUT MÚSICA</b>		
14	2 FOTOS DE MICROORGANISMOS REVUELTOS	<p><b>LOCUTOR EN OFF:</b></p> <p>La detección de microorganismos puede realizarse mediante la Técnica de Tinción de Gram.</p>		2 fotos de microorga.rev ueltos
15	<p>OVS ESTUDIANTE A TRAVÉS DE MICROSCOPIO</p> <p>PANIZQ</p> <p>ESTUDIANTE CONSULTA ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN BACTERIANA</p>	<p><b>LOCUTOR EN OFF:</b></p> <p>El resultado de la aplicación de esta técnica, constituye uno de los criterios más importantes en el esquema de identificación para el</p>		Alumno 1 Libro Carmen Portaobjetos c/microorg. Microscop.
16	<p>CU CAMPANA</p> <p>TD ZB</p> <p>FS ESTUDIANTE O MTRA. CEPARIO CON GUANTES COPIA, TAPABOCAS</p>	<p><b>LOCUTOR EN OFF:</b></p> <p>diagnóstico microbiológico en las áreas clínica, farmacéutica, ambiental, sanitaria, de alimentos, agrícola y en la biotecnológica.</p>		Lab. Cepario Guantes, cofia tapabocas con el estudiante 1
17	<p>CU MTRA. CARMEN EN LABORATORIO</p> <p>ZB</p> <p>MS MTRA. CARMEN</p> <p><b>ENTRE EN SUPER LETRERO: M en C Ma. Del Carmen Urzúa H.</b></p>	<p><b>CARMEN A CUADRO:</b></p> <p>En este Programa, vamos a seguir la Técnica de Tinción de Gram paso a paso, para</p> <p>que puedan reproducirla con mayor precisión y eficacia. A su vez, iremos viendo los conceptos que se requieren, para interpretar adecuadamente los resultados. Nuestra Práctica consta de tres etapas:</p>		Lab. Cepario
18	<p><b>ENTRA CON EFECTO CUADRO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PREPARACIÓN DEL FROTIS</li> <li>- REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE TINCIÓN DE GRAM</li> </ul>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>La preparación del Frotis;</p> <p>La Realización de la Técnica de Tinción de Gram; y,</p>		

	- OBSERVACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	La observación e Interpretación de Resultados		
19	2º PLANO MS CARMEN EN 1ER. PLANO EL MATERIAL A UTILIZAR Y LO SEÑALA Y AL TERMINAR DE HABLAR COMIENZA A ACOMODAR	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Antes de iniciar la Práctica, preparamos todo el material, equipo, sustancias y reactivos que vamos a utilizar:		<b>Lab. Cepario</b>
20	FS GRADILLA ENTRA MANO Y COLOCA TUBOS DE CULTIVO SÓLIDO Y LÍQUIDO  <b>PANDER</b>  FS FRASCO CON PORTAOBJETOS  <b>PANDER</b>  ENTRA MANO Y LA LEVANTA FS ASA DE SIEMBRA,  <b>PANDER</b>  FS MECHERO BUNSEN  <b>PANDER</b>  FS FRASCOS CON REACTIVOS YA CON GOTEROS PUESTOS Cristal violeta Solución de lugol Alcohol-Acetona Safranina  <b>PANDER</b>  FS PISETA CON AGUA DE LA LLAVE  <b>PANDER</b>  FS BANDEJA Y LA MUEVE PARA VER FONDO FS  <b>PANDER</b>  PUENTE DE VIDRIO  <b>PANDER</b>  FS MICROSCOPIO  <b>PANDER</b> FS ACEITE DE INMERSIÓN	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Una Gradilla con las bacterias que analizaremos, las cuales han sido desarrolladas, en medios de cultivo sólido y líquido.  Portaobjetos desengrasados  Un Asa de siembra  Un Mechero Bunsen  4 Reactivos: - Cristal Violeta; - Lugol; - Alcohol acetona; y, - Safranina  Una Piseta con agua de la llave  Una bandeja de poco fondo  Un puente de vidrio  Un microscopio óptico  Aceite de inmersión y	<b>Lab. Cepario</b> <b>Tubos</b> <b>c/cultivos</b> <b>sólido, liq.</b> <b>Gradilla</b>  <b>Portaobjet.des</b> <b>engrasados</b>  <b>Asa siemb.</b>  <b>Mech.Buns</b>  <b>Reactivos:</b> <b>Cristal V.</b> <b>Lugol</b> <b>Alcohol-</b> <b>acetona</b> <b>Safranina</b> <b>*Hacer</b> <b>etiquetas</b>  <b>Piseta</b>  <b>Bandeja</b> <b>Limpia o</b> <b>nueva</b>  <b>Puente de</b> <b>vidrio</b>  <b>Microscop.</b>  <b>Aceite de</b> <b>Inmersión</b>	

	FS RELOJ DE PULSERA EN SU MANO	Reloj con segundero		Reloj de pulso gde.
21	FS GRADILLA ENTRA MANO Y LEVANTA TUBO ESTADO SÓLIDO Y LUEGO EL LÍQUIDO Y LO MUEVE LIGERAMENTE	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  La técnica de Tinción de Gram se puede aplicar a muestras desarrolladas en medios de cultivo en estado sólido o en estado líquido.		
22	MCU CARMEN  <b>ZB</b>  MS CARMEN	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  El procedimiento para hacer el frotis es diferente si se utiliza una muestra en estado sólido o en estado líquido; pero el proceso de Tinción es el mismo para ambos tipos de muestras.		
23	FS FRASCO Y MANO LO AGITA Y PONE GOTERO A UN LADO FRASCOS Y GOTEROS <b>ENTRA EN SUPER LETRERO</b> MICROORGANISMO CONTROL	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Es importante señalar que para constatar la calidad de los reactivos y el trabajo de tinción, debemos tener siempre un microorganismo control.		
24	MS ESTUDIANTE SIEMBRA ÚLTIMO CULTIVO GABINETE CEPARIO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Además, se recomienda trabajar con bacterias de 18 a 24 horas		<b>Cepario</b>  <b>Est.1 sembrando cultivos</b>
25	FS INCUBADORA ENTRA A CUADRO ESTUDIANTE Y LOS METE A INCUBADORA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  de incubación a partir de su siembra		<b>Cepario</b>
26	FS CEPAS DE CULTIVO  <b>PANIZQ</b>  FS CEPAS DE CULTIVO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  debido a que los cultivos jóvenes, proporcionan características más confiables que los cultivos viejos.		
27	FS GRADILLA ENTRA MANO COLOCA LOS DOS MEDIOS DE CULTIVO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  En este Programa vamos a preparar el frotis a partir de los dos medios de cultivo.		<b>Gradilla tubos con cultivos sólido y liq.</b>
28	MS CARMEN TOMA AMONIA Y DESINFECTA EL ÁREA DE TRABAJO, Y PASA FRANELA PARA SECAR	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Antes de iniciar la Práctica y de acuerdo con las normas de higiene y seguridad del laboratorio, se desinfecta el área de trabajo, y se deja actuar el desinfectante, el tiempo indicado por el fabricante.		<b>Desinfectante y Franela</b>

29	MS ABRE LLAVE DE PASO DE GAS	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Prendemos el mechero		<b>Encendedor</b>
30	CU MECHERO ENTRA MANO Y LO AJUSTA  <b>ZB</b>  FS MECHERO Y ÁREA ASÉPTICA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> ajustándolo a una flama azul, para establecer el área aséptica.  <b>FADE IN MÚSICA</b>		
31	<b>CUADRO CON EFECTO:</b>  <b>PREPARACIÓN DEL FROTIS DE CULTIVO EN MEDIO SÓLIDO</b>	<b>FADE OUT MÚSICA</b>		
32	MS CARMEN 2º PLANO EN MESA DE TRABAJO  EN PRIMER PLANO Y A UN LADO DE LA MESA: PISETA CON AGUA ASA PORTAOBJETOS GRADILLA CON MEDIOS CULTIVO SÓLIDO Y LÍQUIDO ENTRA MANO Y ALZA LIGERAMENTE CULTIVO SÓLIDO	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Antes de iniciar la Técnica de Tinción de Gram, se hace el frotis o extensión de la muestra que se va a teñir, en este caso, partiremos de un medio de cultivo sólido.		<b>Piseta c/agua Asa Portaobj. Gradilla c/ tubos de cultivo Mechero</b>
33	BCU TUBO CULTIVO SÓLIDO			
34	FS ETIQUETA ENTRA MANO Y ESCRIBE "Staphylococcus aureus"	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Rotulamos nuestro portaobjetos con el nombre del microorganismo. En este caso: "Staphylococcus aureus".		<b>Etiquetas Pequeñas y plumín indeleble</b>
35	FS PORTAOBJETOS CON ETIQUETA PEGADA EN EXTREMO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Cuidamos que la etiqueta quede adherida a un extremo del portaobjetos con el fin de evitar que se borre con los reactivos.		
36	MS CARMEN METE ASA EN PISETA DE AGUA Y LEVANTA PORTAOBJETOS Y COLOCA GOTA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Se coloca una pequeña gota de agua en		

37	CU PORTAOBJETOS CON GOTA DE AGUA EN MEDIO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> el centro del portaobjetos.		
38	MS CARMEN ESTERILIZA ASA Y SE VE AL ROJO VIVO LO RETIRA Y PONE JUNTO AL MECHERO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Se esteriliza el asa, hasta que esté al rojo vivo; y esperamos a que se enfríe,		
39	CU MANO CON TUBO-CULTIVO SÓLIDO LO ACERCA A FLAMA DEL MECHERO  PEGA EN PARED DEL TUBO PARA VER SI ESTÁ FRÍO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> se destapa el tubo, flameamos la boca del tubo,  comprobamos que el asa esté fría,		
40	BCU TUBO  ENTRA MANO CON ASA  Y SACA CULTIVO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> se introduce hasta tocar la superficie del crecimiento bacteriano;		
41	BCU FLAMA ENTRA BOCA DE TUBO PARA FLAMEAR	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Se vuelve a flamear la boca del tubo.		
42	FS GRADILLA MANO COLOCA TUBO TAPADO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Se tapa, y se coloca nuevamente en la gradilla.		
43	CU PORTAOBJETOS MANO LO TOMA Y COLOCA MICROORGANISMO Y COMIENZA HACER SUSPENSIÓN, LA EXTIENDE Y LA DEJA SOBRE LA MESA PARA SECARSE	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Colocamos el microorganismo sobre la gota de agua. Con cuidado hacemos una suspensión, la extendemos en el portaobjetos y dejamos secar.		
44	FS MECHERO  ENTRA MANO  ESTERILIZA ASA Y LA DEJA A UN LADO DEL MECHERO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b> Se esteriliza el asa para evitar que esta pueda contaminar nuestra área de trabajo.		
45	MS CARMEN TOMA TUBO MEDIO LÍQUIDO DE LA GRADILLA Y LO LEVANTA A LA ALTURA CARA, MUEVE EL TUBO	<b>CARMEN A CUADRO:</b> Ahora, realizaremos el frotis a partir de la muestra de cultivo bacteriano en medio líquido.  <b>FADE IN MÚSICA</b>		

46	<b>ENTRA LETRERO CON EFECTO: OBTENCIÓN DEL FROTIS EN UN MEDIO DE CULTIVO LÍQUIDO</b>	<b>FADE OUT MÚSICA</b>		
47	OVS CARMEN BCU PORTAOBJETOS Y SE VE COMO PEGA ETIQUETA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Se rotula el portaobjetos con el nombre del microorganismo, en este caso <i>Enterobacter aerogenes</i> .		<b>Etiquetas pequeñas y plumín</b>
48	FS TUBO Y MANO LO AGITA Y MUESTRA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Se agita suavemente el tubo, procurando que el cultivo quede suspendido.		<b>dependerá de las condiciones del cultivo en el momento</b>
49	FS TUBO QUE NO ESTÉ PRECIPITADO			
50	MS ESTUDIANTE DESTAPA TUBO, FLAMEA BOCA TUBO Y ESTERILIZA ASA	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Destapamos el tubo con el cultivo, se flamea la boca del tubo; esterilizamos el asa,		
51	FS TUBO SE INTRODUCE ASA HASTA SUPERFICIE DEL CRECIMIENTO BACTERIANO Y SACA ASA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  la introducimos hasta tocar la superficie del crecimiento bacteriano, procurando que quede una película del cultivo líquido, en el arillo del asa.		
52	BCU PELÍCULA EN EL ARILLO DEL ASA			
53	BCU FLAMA MECHERO Y MANO FLAMEA LA BOCA DEL TUBO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Se vuelve a flamear la boca del tubo,		
54	FS TUBO TAPA Y COLOCA EN LA GRADILLA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  lo tapamos y lo colocamos nuevamente en la gradilla.		
55	FS PORTAOBJETOS Y ENTRA ASA Y DEPOSITA MUESTRA MANO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Se deposita la muestra en el portaobjetos, se extiende,		

		procurando que no quede muy denso ni demasiado escaso; y se deja secar.		
56	TFS PORTAOBJETOS SECANDOSE AL AIRE  <b>TU</b>  MS CARMEN	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Al dejar secar los frotis, se evita que los microorganismos puedan alterarse en su forma o agrupación. El tiempo de secado para las dos muestras, dependerá de la temperatura ambiente.		
57	FS PORTAOBJETOS  <b>TU ZB</b>  MS CARMEN TOMA PORTAOBJETOS 1Y LA PASA POR LA FLAMA AZUL DEL MECHERO EL MEDIO SÓLIDO <b>EFFECTO ENTRA LETRERO: MEDIO SÓLIDO</b>	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Una vez secas las muestras,  las fijamos pasando rápidamente los frotis 3 veces a través de la flama azul del mechero para evitar el sobrecalentamiento de la muestra y que se alteren las estructuras bacterianas.		
58	BCU FLAMA PASA MUESTRA 2  <b>ENTRA EN SUPER: LETRERO MEDIO LÍQUIDO</b>			
59	FS LLAVE DE PASO ENTRA MANO Y CIERRA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Ya fijas las muestras, apagamos el mechero.		
60	MS CARMEN JUNTO A MESA PARA TRABAJAR  <b>EN PRIMER PLANO:</b> BANDEJA, DE LADO IZQ. 1 CRISTAL VIOLETA 2 LUGOL, 3 ALCOHOL-ACETONA 4 SAFRANINA Y UNA PISETA DE AGUA DE LA LLAVE PUENTE	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Realizado el frotis de los medios de cultivo sólido y líquido, iniciamos la Técnica de Tinción de Gram, cuyo procedimiento como ya dijimos, es el mismo independientemente del estado físico de la muestra.		<b>Bandeja Frascos de los 4 reactivos Piseta c/ agua Puente de vidrio</b>
61	FS CRISTAL VIOLETA  <b>PANDER</b>	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Recordemos que la tinción es un proceso en el que se aplican uno o		

	<p>FS LUGOL</p> <p><b>PANDER</b></p> <p>FS FRASCO ALCOHOL-ACETONA</p> <p><b>PANDER</b></p> <p>FS FRASCO SAFRANINA</p>	<p>más colorantes a los microorganismos para proporcionarles color a las células o a parte de ellas.</p> <p><b>FADE IN MÚSICA</b></p>		
62	<p><b>CUADRO CON EFECTO:</b></p> <p><b>TÉCNICA DE TINCIÓN DE GRAM</b></p>	<p><b>FADE OUT MÚSICA</b></p>		
63	<p>FS PUENTE DE VIDRIO ENTRA MANO Y COLOCA PORTAOBJETOS EN MEDIO SÓLIDO Y LÍQUIDO</p> <p>A UN LADO ESTAN LOS 4 FRASCOS DE REACTIVOS EN ORDEN DE CÓMO VAN A SER AGREGADOS Y LA PISETA CON AGUA</p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>Colocamos los portaobjetos en el puente</p>		
64	<p>FS FRASCO CON GOTERO, ENTRA MANO LO TOMA Y VACÍA GOTAS AL PORTAOBJETOS 1 Y 2</p> <p><b>DIS</b></p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>y agregamos unas gotas del colorante primario que es el cristal violeta, hasta cubrir el frotis evitando que escurra el colorante.</p>		
65	<p>FS RELOJ EN MANO</p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>Se deja actuar durante un minuto.</p> <p><b>EFFECTO DE TIC TAC</b></p>		
66	<p>BCU DE LOS 2 PORTAOBJETOS CON COLOR CRISTAL VIOLETA</p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>En este lapso, el colorante tiñe a todas las células.</p>		
67	<p>CU OJOS CARMEN VIENDO RELOJ</p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p><b>EFFECTO DE TIC TAC</b></p> <p>Transcurrido</p>		
68	<p>FS RELOJ</p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>el minuto,</p>		
69	<p>TFS PORTAOBJETOS Y ESCURRE UNO Y LUEGO EL OTRO Y CON PISETA LOS LAVA HASTA QUE SE VE INCOLORO</p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>se escurre el exceso del colorante. Se lava con agua hasta que salga incolora.</p>		

70	FS PUENTE DE VIDRIO CON PORTAOBJETOS MANO TOMA GOTERO DE LUGOL Y APLICA AL PORTAOBJETOS 1	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Aplicamos ahora, el segundo reactivo que es el lugol		
71	BCU PORTAOBJETOS 2 SE VE COMO SE APLICA EL LUGOL	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  hasta cubrir la muestra sin que se derrame,		
72	MS CARMEN VE RELOJ	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  y dejamos que el lugol actue durante un minuto.  <b>TIC TAC TIC TAC</b>		
73	<b>IMAGEN CARMEN</b>	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  En este momento, el lugol actúa como mordente, para aumentar o reforzar la unión entre el colorante y el sustrato; formando un complejo cristal-violeta, <b>ribonucleato de magnesio iodo.</b>		
74	EFEECTO DE RELOJ QUE PASA RÁPIDAMENTE	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Transcurrido el minuto,		
75	FS PORTAOBJETOS  ENTRA MANO  Y LOS ESCURRE Y LAVA	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  se escurre el exceso de lugol y se lava con agua.		
76	CU CARMEN  ZB  MS CARMEN  <b>ENTRA EN SUPER LETRERO: DECOLORACIÓN PUNTO CRÍTICO</b>  EN PRIMER PLANO SE VE PUENTE DE VIDRIO JUNTO CON LOS FRASCOS Y LA PISETA	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Ahora, vamos a realizar la decoloración, que es el punto crítico de la Técnica de Tinción de Gram,  debido a que en esta etapa se establece la diferencia entre las bacterias que a partir de ahora nombraremos grampositivas y gramnegativas.		

77	<p>FS PORTAOBJETOS 1 INCLINADO JUNTO AL OTRO SIN INCLINAR</p> <p>ENTRA MANO</p> <p>Y AGREGA GOTAS DE ALCOHOL-ACETONA HASTA QUE SALGA INCOLORO Y LAVA CON AGUA Y LO DEPOSITA Y TOMA EL OTRO PORTAOBJETOS 2 Y COMIENZA A PONER REACTIVO ALCOHOL-ACETONA</p> <p><b>DIS</b></p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>Se agregan unas gotas de alcohol-acetona hasta que el reactivo escurra incoloro.</p> <p>Inmediatamente, se lava el exceso de reactivo.</p>		
78	<p><b>ANIMACIÓN 2</b></p> <p><b>DIS</b></p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>Aunque a simple vista no lo podemos observar, con la decoloración, se arrastra fuera el cristal violeta de las células gram negativas, por lo que éstas quedan incoloras.</p>		
79	<p><b>ANIMACIÓN 1</b></p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>En las bacterias grampositivas ocurre lo contrario, la pared se deshidrata impidiendo la salida del complejo cristal violeta iodo, por lo que las células permanecen teñidas de color morado.</p>		
80	<p>MS CARMEN A CUADRO Y TOMA FRASCO SAFRANINA</p>	<p><b>CARMEN A CUADRO:</b></p> <p>Retirado el exceso de alcohol-acetona, se vierten unas gotas de safranina,</p>		
81	<p>FS PUENTE CON LOS DOS PORTAOBJETOS MANO</p> <p>Y VIERTE GOTAS SAFRANINA EN PORTAOBJETOS 1 y PORTAOBJETOS 2</p> <p><b>ZB</b></p> <p>MS CARMEN QUE VE RELOJ</p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>que es el colorante de contraste y último reactivo; procuramos cubrir la totalidad de la muestra y dejamos que actúe durante un minuto.</p>		
82	<p>FS PUENTE CON LOS DOS PORTAOBJETOS</p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>Este último reactivo, solo imparte</p>		

		color a las bacterias que durante la decoloración perdieron al colorante primario,		
83	<b>REPETIR ANIMACIÓN 2</b>	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  o sea a las gramnegativas, las cuales se tornan invisibles y reaccionan con la safranina; en tanto que las bacterias grampositivas permanecen de color morado.  <b>EFFECTO TIC TAC Y DESAPARECE</b>		
84	CU CARMEN Y DESPUÉS DE HABLAR BAJA VISTA  <b>TD</b>  FS RELOJ Y TOMA PORTAOBJETOS Y LO ESCURRE  <b>ZB</b>  FS PUENTE CON PORTAOBJETOS Y GRADILLA  MANO LAVA PORTAOBJETOS Y LOS COLOCA EN LA GRADILLA	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Pasado el minuto,  se escurre el exceso de safranina;  Se lava con agua hasta que salga incolora y se deja secar.  <b>FADE IN MÚSICA</b>		
85	<b>EFFECTO DE LETRERO: LECTURA E INTERPRETACIÓN RESULTADOS</b>	<b>FADE OUT MÚSICA</b>		
86	BCU PORTAOBJETOS SECO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Una vez secas la muestras,		
87	FS MICROSCOPIO Y MANO COLOCA PORTAOBJETOS	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  las observamos en el microscopio.		
88	MS CARMEN JUNTO A MICROSCOPIO Y LO AJUSTA Y EXPLICA  <b>ENTRA EN SUPER y SALE: OBJETIVO 10x</b>	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Para ver mejor a los microorganismos primero localizamos el campo con el objetivo 10x luego,		<b>Aceite de inmersión, cuaderno c/ bitácora</b>

	DEBE HABER ACEITE DE IMERSIÓN Y CUADERNO CON BITÁCORA A UN LADO			
89	BCU LENTES DEL MICROSCOPIO MANO MUEVE  <b>ENTRA LETRERO EN SUPER LETRERO OBJETIVO 40x SE LEE Y SALE DE CUADRO</b>	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  afinamos la imagen a 40x para confirmar el campo seleccionado, o buscamos otro más adecuado.		
90	CU MUESTRA Y MANO APLICA GOTAS DE ACEITE DE INMERSIÓN	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Agregamos una gota de aceite de inmersión		
91	FS LENTES DE MICROSCOPIO ENTRA MANO Y MUEVE  ZB  <b>ENTRA LETRERO EN SUPER OBJETIVO 100x SE LEE Y SALE DE CUADRO</b>  MS CARMEN JUNTO A MICROSCOPIO  DIS	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  y colocamos el objetivo a 100 x para hacer la descripción de los microorganismos, observando su morfología, agrupación y color.		
92	<b>FS CUADRO Y VAN ENTRANDO 1 X 1 BCU BACTERIAS: Y EN SUPER: NOMBRES</b>  <b>FORMA DE LAS BACTERIAS</b>	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Recordemos que las bacterias por su forma pueden ser: Cocos  Bacilos  Cocobacilos y  Espirilos.		<b>Fotos:</b> <b>cocos</b> <b>bacilos</b> <b>cocobacilos</b> <b>espirilos</b>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>FOTOS</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Cocos</b> <b>(esferas)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Bacilos</b> <b>(bastoncillos)</b></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Cocobacilos</b> <b>(intermedia)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Espirilos</b> <b>(espiral)</b></p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>DIS</b></p> </div>			

<p>93</p>	<p>FS CUADRO <b>AGRUPACIÓN DE LAS BACTERIAS</b></p> <p>FORMA      AGRUPACIÓN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Cocos (esferas)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Cadenas (estrepto)</b></p>  <p><b>Pares ( diplo)</b></p>  <p><b>Racimo (estafilo)</b></p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>DIS</b></p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>Las cuales se agrupan en</p> <p>Cadenas;</p> <p>Pares; y,</p> <p>Racimos.</p>	
<p>94</p>	<p>FS CUADRO <b>AGRUPACIÓN DE LAS BACTERIAS</b></p> <p>FORMA      AGRUPACIÓN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Bacilos (bastoncillos)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Cadenas ( estrepto)</b></p>  <p><b>Empalizada</b></p>  <p><b>Letras chinas</b></p>  <p><b>Ninguno</b></p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>DIS</b></p>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>Cadenas;</p> <p>Empalizada;</p> <p>Letras chinas; o</p> <p>Ninguno.</p>	
<p>95</p>	<p>FS CUADRO <b>AGRUPACIÓN DE LAS BACTERIAS</b></p> <p>FORMA      AGRUPACIÓN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Cocobacilos (intermedia)</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Ninguna</b></p> </div> </div>	<p><b>VOZ EN OFF CARMEN:</b></p> <p>Los cocobacilos y los espirilos no presentan una agrupación característica.</p>	



**Espirilos  
(espiral)**

**DIS**

96

FS FOTO BACTERIAS  
GRAMPOSITIVAS

**EN SUPER LETRERO:  
GRAMPOSITIVAS**

**DIS**

**VOZ EN OFF CARMEN:**

También que las bacterias de color morado son gram positivas;

**Foto: bac +**

97

FS BACTERIAS ROJAS

**EN SUPER LETRERO:  
GRAMNEGATIVAS**

**DIS**

**VOZ EN OFF CARMEN:**

y las bacterias de color rojo son gramnegativas.

**Foto: bac -**

98

MS CARMEN VIENDO A TRAVÉS DEL  
MICROSCOPIO DEJA DE VER Y VA  
A DIBUJAR EN BITÁCORA DEL  
CUADERNO

**CARMEN A CUADRO:**

Es importante dibujar el esquema del microorganismo observado y describir sus características en la bitácora.

99

CU MEDIA HOJA DE CUADERNO  
PEGADO CUADRO  
ENTRA MANO  
DIBUJA MICROORGANISMO Y  
LLENA BITÁCORA

**DIS**

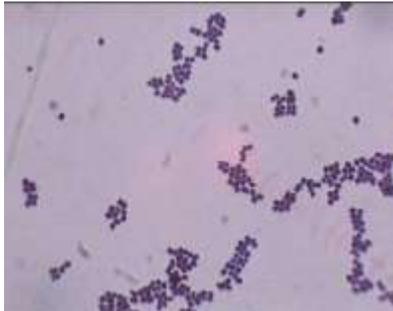
**VOZ EN OFF CARMEN:**

100

FS CUADRO DE BITÁCORA LLENA

101

BCU FOTO



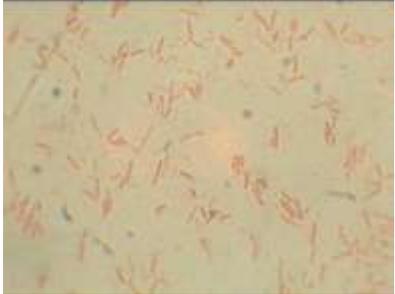
(MORADO)

**DIS**

**VOZ EN OFF CARMEN:**

En esta muestra lo que observamos son estafilococos grampositivos. Microorganismos con estas características

**Foto**

102	FOTO DE LA GARGANTA  <b>DIS</b>	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  se pueden encontrar en la garganta o en la piel.		<b>Foto</b>
103	 (ROJO)	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  En esta otra, tenemos enterobacter aerogenes que es un bacilo corto gram negativo.		<b>Foto</b>
104	FS INTESTINO	<b>VOZ EN OFF CARMEN:</b>  Algunas bacterias con estas características se pueden localizar en la flora normal del intestino.		<b>Foto intestino grueso</b>
105	FS MICROSCOPIO SACA PORTAOBJETOS 1 y 2 LO COLOCA EN FRASCO DESINFECTANTE	<b>CARMEN A CUADRO:</b>  Una vez interpretado el resultado de la Tinción, se deposita el portaobjetos en una solución desinfectante para su posterior lavado.  <b>FADE IN MÚSICA</b>		<b>Bandeja con desinfectante</b>
106	<b>LETRERO CON EFECTO:</b>  <b>FUNDAMENTO DE LA TÉCNICA DE TINCIÓN DE GRAM</b>			<b>FADE OUT MÚSICA</b>
107	<b>FOTO</b>  <b>DIS</b>	<b>LOCUTOR EN OFF:</b>  Como hemos visto, la diferencia microscópica entre bacterias grampositivas y gramnegativas, es que las gram positivas		
108	FS FOTO BACTERIAS DE COLOR MORADO  <b>DIS</b>	<b>LOCUTOR EN OFF:</b>  se ven teñidas de color morado.		

109	FS FOTO BACTERIAS DE COLOR ROJO  <b>DIS</b>	<b>LOCUTOR EN OFF:</b> Mientras que las gram negativas se ven teñidas de color rojo.  <b>FADE IN MÚSICA</b>		
110	FIGURA #3 TESIS CARMEN 20 A 80 NANÓMETROS Y 20 al 80 5 DE PEPTIDOGLUCANO	<b>LOCUTOR EN OFF:</b> Esta diferencia se debe a que las bacterias grampositivas presentan una pared celular con ácidos teicoicos , con un mayor contenido de peptidoglucano y numerosos enlaces transversales entre las cadenas de N-acetil-murámico y N-acetil-glucosamina en comparación con las gramnegativas.		<b>Fig. #3 tesis Carmen</b>
111	REPETIR ANIMACIÓN 1	<b>LOCUTOR EN OFF:</b> En este grupo bacteriano, el decolorante deshidrata y reduce la permeabilidad de la pared, por lo que al ser tratadas con alcohol-acetona no pierden el complejo cristal violeta-iodo.		
112	TESIS DE CARMEN: FIG 5 Y 15 NANÓMETROS EN PARED CELULAR 5 AL 10% DE PEPTIDOGLUCANO ENTRA EN LÍPIDOS 25 AL 30%	<b>LOCUTOR EN OFF:</b> Por su parte, las bacterias gramnegativas presentan una pared celular con menor contenido de peptidoglucano, y pocos enlaces transversales. Además, estas bacterias presentan una membrana		<b>FOTO 5 DE TESIS CARMEN</b>
113	REPETIR ANIMACIÓN 2  <b>DIS</b>	<b>LOCUTOR EN OFF:</b> externa constituida por lipopolisacáridos, en donde el alcohol-acetona disuelve los abundantes lípidos de ésta, facilitando así la salida del complejo cristal violeta-iodo quedando incoloras las bacterias.  <b>PUENTE MUSICAL</b>		
114	CUADRO COMPARTATIVO ENTRE BACTERIAS GRAMPOSITIVAS Y GRAMNEGATIVAS	<b>LOCUTOR OFF:</b> En este programa hemos visto que		

	<p>CARACTERIST. GRAMPOS GRAMNE</p> <p>Grosor de la pared 20-80nm 10nm</p> <p>Contenido de Peptidoglucano &gt; 50% 10-20%</p> <p>Presencia de ácidos Teicoicos en la pared + -</p> <p>Presencia de membrana Externa compuesta por Lipopolisacáridos - +</p> <p style="text-align: center;"><b>DIS</b></p>	<p>la Técnica de Tinción de Gram nos permite diferenciar a las bacterias en dos grandes grupos llamados: grampositivas y gramnegativas de acuerdo a la estructura de su pared celular.</p>		
115	REPETIR TOMA 42	<p><b>LOCUTOR OFF:</b></p> <p>Es importante recordar que la preparación del frotis de los medios de cultivo ya sea sólido o líquido que vamos a utilizar, deben quedar con un grosor adecuado,</p>		
116	<p>FS FROTIS DELGADO Y TACHO <b>PANDER</b></p> <p>FS FROTIS GRUESO TACHO <b>ZB</b></p> <p>TFS DE LOS 2 PORTAOBJETOS</p>	<p><b>LOCUTOR OFF:</b></p> <p>es decir; ni muy escaso,</p> <p>ni muy denso,</p> <p>para su correcta observación al microscopio.</p>		
117	<p><b>REPETIR TOMA 23</b></p> <p>FS FRASCO Y MANO LO AGITA Y PONE GOTERO A UN LADO FRASCOS Y GOTEROS</p>	<p><b>LOCUTOR OFF:</b></p> <p>Que siempre debemos trabajar con un microorganismo control para constatar la calidad de los reactivos y el trabajo de tinción.</p>		
118	MS INCUBADORA ENTRA A CUADRO ALUMNO O MTRA ABRE PUERTA INCUBADORA Y SACA CULTIVOS	<p><b>LOCUTOR OFF:</b></p> <p>Utilizar bacterias de 18 a 24 horas de incubación para obtener resultados confiables.</p>		
119	<p><b>REPETIR TOMA 76</b></p> <p>FS PORTAOBJETOS 1 INCLINADO JUNTO AL OTRO SIN INCLINAR</p> <p style="text-align: center;">ENTRA MANO</p>	<p><b>LOCUTOR OFF:</b></p> <p>Qué la decoloración es el punto crítico de la Técnica de Tinción de Gram por ser en este paso donde se establece la diferencia entre</p>		

	Y AGREGA GOTAS DE ALCOHOL-ACETONA HASTA QUE SALGA INCOLORO Y LAVA CON AGUA Y LO DEPOSITA Y TOMA EL OTRO PORTAOBJETOS 2 Y COMIENZA A PONER REACTIVO ALCOHOL-ACETONA	gram positivas y gram negativas.		
120	<b>REPETIR TOMA 83</b> CU CARMEN Y DESPUÉS DE HABLAR BAJA VISTA  <b>TD</b>  FS RELOJ Y TOMA PORTAOBJETOS Y LO ESCURRE	<b>LOCUTOR OFF:</b>  Además, es importante respetar el orden y tiempo en que se agregan los diferentes reactivos		
121	LS CAMPANA CON ESTUDIANTE TRABAJANDO	<b>LOCUTOR OFF:</b>  Ahora podemos entender la utilidad de esta Técnica para evidenciar organismos contaminantes y		
122	FS TUBO DE CEPA LIOFILIZADA	<b>LOCUTOR OFF:</b>  Verificar la pureza de las cepas bacterianas.		
123	<b>REPETIR TOMA 7</b> BCU ULCERAS DE LA GARGANTA	<b>LOCUTOR OFF:</b>  Cuando se trata de localizar un agente causante de enfermedad,		
124	<b>REPETIR T. 8</b> FS ANGINAS INFECTADAS	<b>LOCUTOR OFF:</b>  la Técnica de Tinción de Gram nos guía en la selección del medio de cultivo		
125	<b>REPETIR T. 9</b> MS MICROSCOPIO ENTRA MANO Y METE MUESTRA	<b>LOCUTOR OFF:</b>  más adecuado para el crecimiento		
126	<b>REPETIR T. 10</b> CU BACTERIAS	<b>LOCUTOR OFF:</b>  del microorganismo en estudio y también		

127	MCU CANTANTE TOMA PASTILLA  <b>DIS</b>	<b>LOCUTOR OFF:</b> para probar antibióticos específicos con el fin de erradicar bacterias grampositivas o gramnegativas.  <b>FADE IN CANCIÓN</b>		
128	CU CANTANTE  ZB  FS CANTANTE CONGELÓ CUADRO Y SOBRE ÉSTE ENTRAN CRÉDITOS DEL PROGRAMA  <b>DIS</b>	<b>CANTANTE A CUADRO:</b> (Cantando....)		
	<b>GUIÓN ACADÉMICO:</b> M. en C. Ma. Del Carmen Urzúa Hernández Facultad de Química UNAM	CANCIÓN		
	<b>ASESOR DE CONTENIDO ACADÉMICO:</b> Dr. Gonzalo Castillo Rojas Facultad de Química UNAM	CANCIÓN		
	<b>ASESOR DE CONTENIDO ACADÉMICO:</b> Dr. Miguel López Olivas Fac. de Psicología UNAM	CANCIÓN		
	<b>PRESENTADORA y REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA:</b> M. en C. Ma. Del Carmen Urzúa Hernández	CANCIÓN		
	<b>ASISTENTES DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO:</b> Q. A. Luis H. López Hernández Q. A. Israel Domínguez	CANCIÓN		
	<b>ASESORÍA EN GUIÓN Y REALIZACIÓN</b> Mtra. Rosa Martha Fernández V.	CANCIÓN		
	<b>GUIÓN, REALIZACIÓN Y EDICIÓN NO LINEAL</b> Lic. Ma. Magdalena Solano R.	CANCIÓN		

	<b>DISEÑO Y FOTO FIJA:</b> LDG Efraín Mora Gallegos	CANCIÓN		
	<b>ANIMACIONES</b> M. en C. Ma. Del Carmen Urzúa Hernández	CANCIÓN		
	<b>SOPRANO:</b> Mtra. Rosa María Valdivia D.	CANCIÓN		
	<b>LOCUCIÓN:</b> José Luis Arenas	CANCIÓN		
	<b>CAMARÓGRAFO:</b> ROBERTO RODRÍGUEZ F.	CANCIÓN		
	<b>ASISTENTE DE REALIZACIÓN:</b> Mtra. Guadalupe Velasco O.	CANCIÓN		
	<b>POST-PRODUCCIÓN:</b> Mtra. Guadalupe Velasco O. Lic. Ma. Magdalena Solano R.	CANCIÓN		
	<b>AGRADECIMIENTOS:</b>	CANCIÓN		
	Dr. Julio Viguera A. Director de la Escuela Nacional de Música de la UNAM	CANCIÓN		
	Dr. Rodolfo Pastelín Palacios Jefe del Departamento de Biología	CANCIÓN		
	<b>SECRETARÍA DE PLANEACIÓN E INFORMÁTICA</b> <b>DEPARTAMENTO DE PROGRAMAS AUDIOVISUALES</b> <b>SECCIÓN DE VIDEO</b>	CANCIÓN		
	<b>FACULTAD DE QUÍMICA</b> <b>UNAM</b> <b>DR. 2007</b>	CANCIÓN <b>FADE OUT MÚSICA</b>		

## ANEXO 3.

### 3.1 CUESTIONARIO DE OPINIÓN DE VIDEO

Nombre: \_\_\_\_\_

1. ¿Consideras que el video ayudó a tu mejor comprensión de la técnica de tinción de Gram?

Si \_\_\_\_\_ Un poco \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Porqué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Después de ver el video de la tinción de Gram, consideras que el contenido fue:

Muy claro \_\_\_\_\_ Claro \_\_\_\_\_ Confuso \_\_\_\_\_ Muy confuso \_\_\_\_\_

3. Consideras que el video es:

Excelente \_\_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_\_ Aceptable (puede mejorar) \_\_\_\_\_ Malo \_\_\_\_\_ Muy malo \_\_\_\_\_

Si consideras que el video puede mejorarse, por favor indica tus sugerencias al respecto: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. ¿Consideras conveniente que hubiera videos de otras técnicas de la asignatura?

Si \_\_\_\_\_ Solo para algunas \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Por favor especifica cuáles: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Si tienes algún otro comentario, escríbelo en las siguientes líneas. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN, ESTA NOS AYUDARÁ A MEJORAR.



**ANEXO 3.2.**  
**CUESTIONARIO PARA PROFESORES**

**FICHA DE CATALOGACIÓN Y EVALUACIÓN DE VÍDEOS**

Pere Marquès-2001

**Título:** TINCIÓN DE GRAM: ¿Morado o Rojo?

**Idioma:** Español.

**Duración:** 20 minutos

**Autores/Productores:** M. en C. Ma. del Carmen Urzúa Hernández [urzua.carmen@gmail.com](mailto:urzua.carmen@gmail.com)

**Colección/Editorial:** Realizado en la Facultad de Química de la UNAM el mes de agosto de 2007  
(+ año, lugar, web)

**Temática:** Procedimiento para realizar e interpretar la técnica de Tinción de Gram.  
(área, materia)

**Objetivos:**

Que los estudiantes sean capaces de:

- Realizar de manera eficaz la técnica de tinción de Gram.
- Interpretar adecuadamente los resultados de la misma.
- Integrar el fundamento de la técnica con su procedimiento.

**Contenidos que se tratan:**

- Técnica de la tinción de Gram.
- Fundamentos de la técnica.
- Revisión de la morfología y agrupación de las bacterias.
- Interpretación de los resultados de la técnica de tinción.

**Destinatarios:** Estudiantes del quinto semestre de las carreras de QFB y QA de la Facultad de Química, que cursen la asignatura Microbiología Experimental y que hayan cursado la asignatura Microbiología General.

**Breve descripción de de las secuencias del vídeo:**

Cantante que se enferma de la garganta y se identifica que se debe a una infección.

Indicaciones para realizar la tinción de Gram: Aspectos de Higiene y Seguridad, preparación del frotis, técnica de tinción.

Observación al microscopio. Reforzamiento de la morfología y agrupación de las bacterias.

Animaciones que presentan el fundamento de la tinción.

Resumen del programa.

**Valores que potencia o presenta:** Actitudinales con respecto a la aplicación de aspectos de higiene y seguridad.

*(subrayar uno o más de cada apartado)*

**DOCUMENTACIÓN:** NINGUNA -MANUAL - GUÍA DIDÁCTICA

**SERVICIO DE TELEFORMACIÓN:** NINGUNO - SÓLO CONSULTAS - TIPO CURSO -///- POR INTERNET

**REQUISITOS TÉCNICOS:** VHS - CD - DVD - INTERNET

Otros (hardware y software)::

<b>ASPECTOS FUNCIONALES. UTILIDAD</b>				
	<i>marcar con una X</i>			
	EXCELENTE	ALTA	CORRECTA	BAJA
<b>Eficacia</b> (facilita el logro de sus objetivos).				
<b>Relevancia</b> curricular de los objetivos que persigue.				
<b>Documentación</b> (si tiene)				
<b>ASPECTOS TÉCNICOS, ESTÉTICOS Y EXPRESIVOS</b>				
	EXCELENTE	ALTA	CORRECTA	BAJA
<b>Imágenes</b>				
<b>Textos, gráficos y animaciones</b>				
<b>Banda sonora</b> (voces, música...)				
<b>Contenidos</b> (calidad, profundidad, organización)				
<b>Estructura y ritmo</b> (guión claro, secuenciación...)				
<b>Planteamiento audiovisual</b> (interacción entre elementos)				
<b>ASPECTOS PEDAGÓGICOS</b>				
	EXCELENTE	ALTA	CORRECTA	BAJA
<b>Capacidad de motivación</b> (atractivo, interés)				
<b>Adecuación al usuario</b> (contenidos, actividades)				
<b>Planteamiento didáctico</b> (organizadores, resumen...)				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>Eficiencia, ventajas que comporta respecto de otros medios</b> . . . <b>Problemas e inconvenientes</b> . . . <b>A destacar...</b> . . .				
	EXCELENTE	ALTA	CORRECTA	BAJA
<b>VALORACIÓN GLOBAL</b>				