

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE
CHIAPAS**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
NATURALES**

TESIS

**ESTRATEGIAS DOCENTES PARA LA
ENSEÑANZA DE LA MICROBIOLOGÍA**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
NATURALES**

PRESENTA

JOSÉ ALEXIS DE AQUINO LÓPEZ

DIRECTORA

DRA. LORENA MERCEDES LUNA CAZÁRES

DIRECTOR METODOLÓGICO

DR. JAVIER GUTIÉRREZ JIMÉNEZ



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Septiembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, por mi formación académica y profesional.

Agradezco infinitamente a la Dra. Lorena Mercedes Luna Cazáres, el haber aceptado dirigir este trabajo de investigación, así como por su amistad y enseñanzas brindadas en todo momento.

Al Dr. Javier Gutiérrez Jiménez, por la revisión y sugerencias, así como por su amistad y enseñanzas brindadas a lo largo de mi formación académica.

A la Mtra. María de Lourdes Gordillo Vidal, por la revisión y acertadas sugerencias al presente documento.

A los estudiantes que aceptaron participar en la presente investigación, ya que gracias a ellos fue posible llevarla a cabo.

A los académicos de la Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales por hacer posible este proceso de aprendizaje y crecimiento académico.

DEDICATORIA

A mis padres:

José Cruz y María Elena, los seres más maravillosos de este mundo. Gracias por el apoyo moral, el amor y la comprensión que desde niño me han brindado y por estar conmigo en todo momento.

A mis hermanos:

Ronay, Diego y Edwin por ser tres razones importantes en mi vida para lograr una meta más y por ser mis mejores amigos.

A mi novia:

Claudia Azucena por ser ejemplo a seguir, por todo su apoyo, amor y comprensión incondicional que me motiva siempre a superarme.

No existirá forma alguna de agradecer una vida de sacrificios, esfuerzos y amor, quiero que sientan que el objetivo alcanzado también es de ustedes y que la fuerza que me llevó a conseguirlo fue su gran apoyo.

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	01
	1.1. Planteamiento del problema	02
	1.2. Justificación.....	04
	1.3. Objetivos	05
II.	MARCO TEÓRICO.....	06
	2.1. La educación superior	06
	2.2. El aprendizaje.....	18
	2.3. Los profesores.....	23
	2.4. Enseñanza de la microbiología.....	27
	2.5. Estrategias de enseñanza	30
	2.5.1. Generalidades	30
	2.5.2. Clasificación	35
	2.5.2.1. Según la actividad del docente.....	36
	2.5.2.2. Según el momento y uso de presentación	36
	2.5.2.3. Según su proceso pedagógico	37
	2.5.2.4. Según la participación del número de individuos.....	38
	2.5.2.5. Según los procesos cognitivos que se promueven.....	34
	2.5.2.6. Según estén centradas al formador, alumno o medio de acuerdo al soporte que emplee	40
	2.5.3. Diseño de estrategias didácticas	45
	2.6. Estrategias de enseñanza seleccionadas.....	51
	2.6.1. Mapa conceptual.....	51
	2.6.2. Crucigrama	55
	2.6.3. Cuadro comparativo.....	57
	2.6.4. Esquema.....	58
III.	ANTECEDENTES	61
IV.	CONTEXTO	64

V.	MÉTODO	70
VI.	RESULTADOS.....	74
VII.	DISCUSIÓN	109
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
	8.1. Conclusiones.....	117
	8.2. Recomendaciones.....	119
IX.	LITERATURA CITADA.....	120
X.	ANEXOS	137
	Anexo 1. Alumnos: Cuestionario diagnóstico I	137
	Anexo 2. Docentes: Cuestionario diagnóstico	139
	Anexo 3. Alumnos: Cuestionario diagnóstico II	141
	Anexo 4. Mapas conceptuales realizados por los alumnos	142
	Anexo 5. Crucigramas realizados por los estudiantes.....	145
	Anexo 6. Cuadros comparativos ejecutados por los alumnos	148
	Anexo 7. Esquemas efectuados por los estudiantes	151

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estrategias didácticas según el número de alumnos	39
Cuadro 2. Estrategias de enseñanza de acuerdo al proceso cognitivo en el que incide	40
Cuadro 3. Estrategias de enseñanza	41
Cuadro 4. Temas de la asignatura de microbiología del VI Plan de Estudios	69
Cuadro 5. Alumnos del turno matutino que participaron en mayo de 2014.....	72
Cuadro 6. Alumnos del turno vespertino que participaron en mayo de 2014.....	72
Cuadro 7. Calificaciones de los alumnos en el semestre febrero-junio 2015.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Instituto de Ciencias Biológicas	65
Figura 2. Asignaturas del VI Plan de estudios de la licenciatura en biología.	67
Figura 3. Mapa conceptual propuesto.	83
Figura 4. Pantalla de inicio para la creación de un crucigrama en el programa The teachers corner	87
Figura 5. Pantalla que muestra el formulario para generar el crucigrama y sus características.....	88
Figura 6. Pantalla que muestra un ejemplo de llenado de los campos para la generar el crucigrama	88
Figura 7. Pantalla que muestra el botón para generar el crucigrama.....	88
Figura 8. Pantalla que muestra el crucigrama generado	89
Figura 9. Ciclo del ácido cítrico para complementar	100
Figura 10. Ciclo del ácido cítrico	101

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Temas difíciles de entender de la asignatura de microbiología.....	75
Gráfica 2. Causas que dificultan el aprendizaje de los temas del de microbiología	76
Gráfica 3. Alumnos que presentaron examen extraordinario de microbiología.....	76
Gráfica 4. Estudiantes que repitieron la asignatura de microbiología	77
Gráfica 5. Calificaciones obtenidas en microbiología por alumnos de diferentes generaciones.....	73
Gráfica 6. Subtemas de la asignatura de microbiología difíciles de entender.....	78
Gráfica 7. Calificaciones obtenidas por los alumnos en la actividad 1	102
Gráfica 8. Calificaciones de alumnos que entregaron la actividad 2.....	103

Gráfica 9. Frecuencia de aciertos de los 20 términos manejados en el crucigrama sobre fermentación	104
Gráfica 10. Calificaciones de los equipos que entregaron la actividad 3	105
Gráfica 11. Calificaciones de los equipos que el esquema.....	106
Gráfica 12. Promedio de las calificaciones obtenidas en el desarrollo de las cuatro estrategias para el tema metabolismo	106

RESUMEN

Debido a que en la actualidad la sociedad demanda profesionistas competentes, es importante que los profesores utilicen nuevos métodos en el aula, que sean una combinación armónica de diferentes estrategias y que además sean coherentes con la asignatura que imparten y con los intereses de los estudiantes.

El propósito principal de esta investigación fue el de diseñar e implementar estrategias para la enseñanza de los contenidos programáticos de la materia de microbiología relacionados con el subtema metabolismo energético: generalidades del metabolismo, fermentación y ciclo de Krebs, el que está incluido en el tema fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano. Para ello, primero se hicieron entrevistas a los profesores que imparten microbiología y después se aplicó un cuestionario para conocer el subtema mencionado. A continuación se elaboraron los planes de clase y eligieron las estrategias para abordar el metabolismo energético bacteriano, éstas se diseñaron e incluyeron el mapa conceptual, el crucigrama, el cuadro comparativo y el esquema con sus respectivas rúbricas y listas de cotejo. Las dos primeras se realizaron de manera individual y las otras dos en forma grupal.

Las estrategias se aplicaron a los alumnos que cursaban microbiología en el turno vespertino en el semestre febrero-junio 2015 en el Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias Artes de Chiapas ubicada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Antes se aplicaron dos cuestionarios, uno en el semestre agosto-diciembre de 2013 y otro en el periodo febrero-junio de 2014.

Los resultados obtenidos permiten identificar que la fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano fue el tema señalado por docentes y alumnos participantes (24.4%) como el tema más difícil de enseñar y aprender, mientras que como subtema, el metabolismo energético fue el indicado por los estudiantes (73.5%).

El profesor del grupo observó cambios positivos en cuanto al interés y el aprendizaje de los alumnos, al comparar los resultados obtenidos en el semestre febrero-junio 2015 con los de semestres anteriores que ha impartido.

ABSTRACT

Due to the fact that nowadays society demands competent professionals, it is important that teachers adopt new teaching methods in the classroom, with an harmonious combination of different strategies, consistent with the subject they teach and the students' interests.

The main purpose of this research was to design and implement strategies for teaching program content of the microbiology subject related to energy metabolism as a sub-item: general metabolism, fermentation and Krebs cycle, sub-item included in the physiology, reproduction and bacterial growth subjects. To do so, first interviews were made to microbiology teachers and then a questionnaire was applied to know the sub-item mentioned. Then, lesson plans were developed and chosen strategies to address the bacterial energy metabolism, these were designed and included the conceptual map, the crossword, the comparative table and the diagram with their respective rubrics and checklists. The first two were conducted individually and the other two in a group.

Strategies were applied to students who were studying microbiology at the afternoon shift, semester February-June 2015 at the Biological Sciences Institute of the University of Science and Arts of Chiapas located at Tuxtla Gutierrez, Chiapas. Before it, two questionnaires were applied, one of them in the semester from August to December 2013 and the other one from February to June 2014.

The physiology, reproduction and bacterial growth topics were the most difficult issue to teach and learn, identified by teachers and students (24.4%) respectively, while the sub-item, energy metabolism was indicated by students (73.5%).

The group teacher noted positive changes in interest and learning, comparing the results obtained from the semester February to June 2015 with previous semesters taught.

I. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) propone que los pilares de la educación deben basarse en la capacidad de construir conocimiento (saber), desempeñarse eficazmente (saber hacer) integrarse de forma eficiente a la actividad profesional y al ámbito social (saber ser). Por ello, en el mundo globalizado actual los alumnos deben adquirir conocimientos fundamentales, desarrollar habilidades intelectuales, así como valores y actitudes necesarias para alcanzar una vida personal social y plena (Gómez Fernández, 2007).

En este esquema educativo, las Ciencias Naturales, adquieren un papel importante en la formación de los estudiantes de un sistema educativo, ya que la alfabetización científica de todas las personas se convierte en una necesidad para la igualdad de oportunidades en el siglo XXI (Santos Guevara, 2010). La UNESCO en 1998 declaró la importancia de enseñarlas como un medio para fomentar y desarrollar el pensamiento crítico que permite dar solución a distintos problemas en diferentes áreas. Por otro lado, las disciplinas que incluyen son las encargadas de desarrollar las habilidades necesarias para la interacción responsable con el medio que rodea a todos los individuos que habitan el planeta.

El conocimiento de la microbiología pertenece al de las Ciencias Naturales, este tipo de conocimiento científico es un conocimiento proposicional, el cual es metódico porque cuenta con un método para justificar los resultados que alcanza. A partir de los resultados de las experiencias se originan teorías científicas, esta forma de presentar los resultados de la ciencia es lo que se conoce como carácter sistemático de la misma. El carácter explicativo implica el hecho de que una ley o un conjunto de leyes pueden explicar la ocurrencia de un fenómeno mediante procedimientos deductivos. Por lo tanto, se puede afirmar que el carácter explicativo implica la sistematización (Etcheverry y Nesci, 2006).

La educación en la microbiología se fundamenta tanto en la teoría como en la práctica, donde el estudiante desarrolla competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales. En el caso de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y particularmente de la microbiología, se asume que lo esencial no es proporcionar a los estudiantes conocimientos verdaderos o absolutos, sino propiciar

situaciones de aprendizaje en las que ellos sean capaces de contrastar y analizar diversos modelos, además de promover y cambiar ciertas actitudes.

El presente trabajo de investigación fue realizado con el fin de proponer e implementar estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de la microbiología impartida en el segundo semestre de la Licenciatura en Biología en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, se fundamentó en los problemas que se presentan en el aprendizaje de ciertos temas del programa de la asignatura de microbiología.

1.1. Planteamiento del problema

La educación en ciencias, de acuerdo a Moreira (2004) tiene como objetivo hacer que el alumno aprenda a compartir significados en el contexto de las ciencias, interpretar el mundo desde el punto de vista científico, manejar algunos conceptos, leyes y teorías científicas, abordar problemas, razonar científicamente e identificar aspectos históricos, sociales y culturales de las ciencias. El entrenamiento de un científico debe incluir la educación en ciencias, pero no a la inversa.

Por todos es sabido que las asignaturas de Ciencias Naturales en todas las carreras universitarias tienen índices de aprobación muy bajo, situación que suele repetirse en gran parte de los países del mundo, pero en la mayoría de las ocasiones los altos índices de reprobación se atribuyen, en parte a las estrategias didácticas que utilizan los profesores, ya que la mayoría se apoyan en actividades que no permiten el aprendizaje real de los conocimientos que se establecen en los programas (Pérez Nava, 2012) aunque, las razones pueden ser muchas y variadas, es claro que el estudiante no construye el conocimiento en solitario, este es producto de la mediación con otros agentes, profesores y compañeros de curso, y del contexto cultural en el que se encuentra inmerso (Silva Córdova, 2011).

Por ello, la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje debe dar respuesta a una enseñanza caracterizada por métodos productivos, que potencien las posibilidades de los estudiantes y que los prepare para enfrentarse a su realidad educativa, interpretarla y transformarla en función del desarrollo (Hernández-Navarro, 2007). En la actualidad se espera que tanto el profesor como el alumno tengan un nuevo papel, este implica cambios en las formas tradicionales de enseñar y aprender; en este contexto cada vez adquiere más importancia la metodología

docente en la que el papel protagónico corresponde al estudiante, cuyo reto es aprender (Escribano y Del Valle, 2008).

Para lograr lo anterior, es imprescindible alcanzar una enseñanza que estimule a los estudiantes a pensar, a aprender partiendo de su implicación productiva y directa en el proceso y como resultado de su quehacer científico. Es necesario que el docente propicie que el alumno reflexione sobre los contenidos aprendidos y la forma en que se aprende, es decir, que autorregule su proceso de aprendizaje (Hernández-Navarro, 2007).

Los nuevos papeles del profesor y del alumno implican cambios en las formas tradicionales de enseñar y aprender; en este contexto están adquiriendo importancia las metodologías docentes caracterizadas por el papel protagonista del estudiante en el reto de aprender (Escribano y Del Valle, 2008). Sin embargo, tal parece que ha faltado la modificación de los métodos de enseñanza que en ocasiones siguen siendo reproductivos, los cambios para el perfeccionamiento deben centrarse en el uso de estrategias de enseñanza (Miramontes Bush, 2003).

La microbiología como ciencia está relacionada con muchas disciplinas, estudia las bacterias, los virus, los parásitos y los hongos, así como su modo de vida, sus aspectos benéficos y también los patológicos. Generalmente su enseñanza se enfrenta a dificultades tales como explicar fenómenos biológicos en organismos que son invisibles a los ojos de los estudiantes, a ello se suma una gran cantidad de términos que son necesarios para explicar los diversos temas de los programas de la asignatura, pero de difícil comprensión para los alumnos (Durango Zapata, 2012). Por lo que la forma en que el docente enseña va a influir sobre el aprendizaje de la misma, de ahí que las estrategias didácticas que el profesor implemente son sumamente importantes para lograr los objetivos planteados al inicio del curso.

Por lo antes expuesto, la problemática de esta investigación es analizar y dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son los temas más difíciles de la materia de microbiología de acuerdo a los profesores y a estudiantes que están cursando la materia ya los que ya la cursaron?, ¿Cómo contribuir en el proceso de enseñanza y aprendizaje del tema o subtema más difícil? ¿El diseño de estrategias de enseñanza para el tema y/o subtema señalado como más difícil ayudará a que los profesores y estudiantes tengan menos dificultad con la enseñanza y el aprendizaje

respectivamente? Preguntas fundamentadas en el hecho de que con la modificación o transformación del proceso de enseñanza es posible contribuir al aprendizaje de la microbiología.

1.2. Justificación

Ante los problemas que presenta el sistema de enseñanza actual, las universidades deben formar profesionales integrales capaces de desempeñar adecuadamente sus funciones. Para ello, además de impartir conocimientos, es necesario emplear estrategias educativas que promuevan el pensamiento crítico, la creatividad, el autoaprendizaje, la capacidad de tomar decisiones y de seleccionar e interpretar la información, así como habilidades para lograr una efectiva comunicación. Para lograr este propósito se deben tomar en consideración las estrategias de enseñanza, los estilos de aprendizaje y el sistema de evaluación (Gutiérrez y Pedrique, 2004).

Así, cada docente tiene que construir su estilo didáctico y desarrollar estrategias de enseñanza en situaciones en las que se le exigen resultados vinculados con las calificaciones que obtengan sus estudiantes en pruebas estandarizadas nacionales e incluso internacionales. No existe claridad sobre algunas contradicciones en los resultados que se esperan de su labor, como demandar que a su vez desarrollen una capacidad de aprendizaje permanente, o diversas habilidades de autoaprendizaje; por ello, no es extraño que el profesor experimente cierto desconcierto ante las posibilidades pedagógicas y didácticas de su labor (Díaz-Barriga, 2005).

Resulta evidente la necesidad de atender la enseñanza de las Ciencias Naturales, en este caso específico la microbiología, para propiciar que los estudiantes adquieran las competencias idóneas en esta área, facilitando el aprendizaje de los contenidos, con el empleo de estrategias de enseñanza variadas para un mismo tema con las técnicas didácticas empleadas (Santos Guevara, 2010). Ello propiciará, de acuerdo a García Ruíz (2006) que el éxito de que el docente aplique nuevas metodologías radica en la combinación armónica de diferentes estrategias, que han de ser coherentes con los intereses y necesidades de los alumnos. Por lo que se requiere entonces, un sistema que reconozca la capacidad

de desempeñarse efectivamente en el trabajo y no solo que reconozca los conocimientos adquiridos (Larraín y González, s/f).

En este trabajo de investigación se aborda el aspecto que se encarga de estudiar el proceso educativo, es decir la didáctica, que de acuerdo a Carrasco (2004) significa enseñar, instruir, explicar, se encarga de establecer las normas por las que se orientan los métodos, estrategias y eficiencia del proceso de enseñanza (Cardona Ossa, 2006).

1.3. Objetivos

General

Potenciar la enseñanza de la microbiología que se imparte en segundo semestre de la Licenciatura en Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas empleando varias estrategias docentes para uno de los subtemas identificado como difícil por profesores, estudiantes y egresados.

Específicos

- Conocer cuál es el tema y subtema del programa de la asignatura de microbiología que más se dificulta enseñar a los profesores y entender a los alumnos y exalumnos.
- Elaborar la secuencia didáctica y el plan de clase de cada sub-subtema a abordar a partir del subtema identificado como difícil de enseñar por el profesor y entender por los estudiantes.
- Diseñar e implementar cuatro estrategias de enseñanza así como el formato de evaluación correspondiente.
- Valorar la eficacia de las estrategias de enseñanza elaboradas y probadas con un grupo de estudiantes.

I. MARCO TEÓRICO

2.1. La educación superior

La universidad es considerada en conjunto como la institución educativa de más alta jerarquía, pero aún así se distinguen niveles dentro de ella ya que posee características que la definen e identifican con relación a otros niveles educativos (De Juan, 1996). La educación universitaria o superior comprende todo tipo de estudios, de formación básica en una disciplina para la investigación, impartidos en instituciones que estén acreditadas como centros de enseñanza superior o universitaria, sean públicos o privados. Ambos tipos en gran expansión a nivel mundial debido a la demanda espectacular que la educación superior ha tenido a escala mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 1998).

Dicha demanda de la población entre 18 y 24 años se sigue manteniendo, por ello en la Declaración de la Conferencia Regional de Educación Superior para América Latina y el Caribe efectuada en 2008, uno de los temas centrales de la agenda fue promover condiciones de crecimiento en la cobertura. Esto se lograría a partir de la generación de estructuras institucionales y propuestas académicas que garantizaran el derecho a todos los integrantes de los diferentes sectores sociales. En consecuencia, se pueden identificar acciones que se han impulsado a través de estas declaraciones y que han permeando de una u otra manera a las instituciones educativas latinoamericanas, como la organización y gestión de las instituciones, el establecimiento de criterios de calidad, la ampliación de la oferta educativa, la descentralización y el financiamiento (Lozano Medina, 2015).

La educación superior en Latinoamérica tiene grandes desventajas tanto al interior de cada uno de los países como hacia el exterior. Las recomendaciones de los organismos internacionales y diversos actores nacionales y regionales han impulsado políticas educativas que tienden a universalizar y homogeneizar los problemas de la educación superior. Sin embargo, se olvidan de que el crecimiento del sistema educativo no solo atañe a las instituciones y a los sujetos, sino que son problemas estructurales que deben ser atendidos y contextualizados en el momento

histórico, político y económico de cada uno de los países de la región. Lo que ahora queda por hacer es una revisión de estas propuestas a casi 20 años de ser impulsadas (Lozano Medina, 2015).

A nivel mundial los sistemas de educación superior están siendo sometidos a fuertes presiones para elevar la calidad de su enseñanza hasta el punto que ésta se ha convertido en su prioridad estratégica (Hativa y Goodyear, 2002; Cid, Pérez y Zabalza, 2009). Por ello requieren ofrecer una educación de calidad, lo que ha propiciado que muchas investigaciones en la primera década encaminada a ese fin. Hoy, se define enseñanza de calidad como la que consigue alcanzar las metas de enseñanza, mismas que se distinguen por su ambición y complejidad, tales como buscar que los alumnos logren un pensamiento crítico, sean creativos y desarrollen habilidades cognoscitivas complejas. Sin embargo, de acuerdo con la información disponible, la mayoría de los estudiantes de este nivel no alcanzan esas metas. Ante ello se reconoce el papel central que tiene el docente para conseguir; por ese motivo, es importante revisar las cualidades y dominios que un docente debiera tener (Guzmán, 2011).

La necesidad aprender de manera estratégica y crítica se ha vuelto una exigencia de formación de la cual no pueden prescindir las universidades. El aprendizaje estratégico consiste en aprovechar al máximo los recursos cognitivos del estudiante para facilitar una aproximación significativa al conocimiento; implica el uso de destrezas y tácticas con un enfoque deliberado, planeado y regulado para alcanzar una meta. Este tipo de formación requiere que el docente reconozca sus propios procesos de aprendizaje, para guiar al alumno en la identificación de los suyos (Gómez Fernández, 2007).

En el mundo globalizado actual, cada vez más complejo e interconectado, las instituciones de educación superior (IES) se están viendo orilladas a tener que replantear sus modelos de formación, de modo que puedan responder mejor a las necesidades del contexto social. Las demandas cada vez apuntan más hacia la formación de individuos que dominen los cambios tecnológicos y comprendan una gran cantidad de información disponible, de modo que puedan contribuir a la construcción de una sociedad más justa, democrática y con un desarrollo sustentable que procure el equilibrio entre progreso económico y equidad social. En este

contexto es imprescindible mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el ámbito universitario (DeSeCo, 2005; Míguez Palermo, 2001).

Esta situación ha provocado que las IES se planteen un cuestionamiento de trascendental importancia: ¿qué características ha de tener la enseñanza universitaria para que sus estudiantes y sus profesores puedan situarse en forma consciente, creativa y también crítica en esta dinámica tan vertiginosa como compleja? Responder a ello trae como consecuencia la necesidad de hacer transformaciones en los procesos didácticos, de generar enfoques educativos innovadores centrados en el estudiante y su aprendizaje, centrados en los procesos de construcción de conocimientos y no tanto en su transmisión y de aprovechar los beneficios que brindan las nuevas tecnologías de información (Anónimo, 2001).

Uno de los rasgos distintivos de este nivel educativo es buscar resultados de aprendizaje ambiciosos y profundos por ser ya un nivel terminal de estudios, donde concluye la educación formal. Por ejemplo, Hativa (2000) indica que, independientemente del tipo de disciplina o especialidad, las universidades deben formar en sus estudiantes un pensamiento de alto nivel y convertirlos en aprendices autónomos. Si bien estas metas son compartidas, hay diferencias entre las disciplinas sobre lo que para cada una de ellas es importante.

Existe preocupación por parte de las universidades por mejorar sus formas de enseñanza, reconociendo la escasez de trabajos acerca de cómo hacerlo y agravado por el hecho de que en las universidades se valora más la investigación que la enseñanza (Cid et al., 2009).

México y la educación universitaria

La universidad fue una de las primeras instituciones que se creó después de la conquista. Fundada en 1551, la Real y Pontificia Universidad de México, se convertiría después en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Como en la mayoría de los países de la región en la segunda mitad del Siglo XX se experimentó un crecimiento sin precedentes en el ámbito de la ES, tanto en el tipo de instituciones, como en el número de estudiantes, profesores y áreas de investigación (Cruz y Cruz, 2008).

El sistema de ES en México se caracteriza por su gran magnitud y diversidad, además es complejo y heterogéneo debido al tamaño y las

particularidades que lo integran, así como por las características del profesorado. El marco normativo básico de la educación superior en México lo conforman:

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
2. Ley General de Educación.
3. Ley para la Coordinación de la Educación Superior.
4. Reglamentaria del Artículo 5to. Constitucional.
5. Leyes estatales de educación superior.
6. Reglamento Interior de la Secretaría de Educación Pública (SEP).
7. Leyes orgánicas de las universidades públicas autónomas y no autónomas.
8. Decretos gubernamentales de las universidades no autónomas.
9. Acuerdos 93, 243, 279, 286 y 328 de la SEP.
10. Convenios de coordinación, operación y apoyo financiero entre la Federación, estados e instituciones.
11. Ley Federal del Trabajo que rige las relaciones de trabajo en las IES.

Pero es el responsable del Poder Ejecutivo el encargado de elaborar el Plan Nacional de Desarrollo con una vigencia sexenal, en el que se incluye el Programa Sectorial de Educación (PSE) que elabora la SEP, este programa es de observancia obligatoria y contiene los objetivos estratégicos, políticas, objetivos particulares, líneas de acción y metas para el periodo correspondiente. El Gobierno Federal establece los planes y las políticas nacionales y los gobiernos estatales los planes y políticas en el ámbito de sus competencias (Cruz y Cruz, 2008).

La Secretaría de Educación Pública (2013) en el PSE (2013-2018) están planteados seis objetivos, enlistados a continuación, los cuales son para articular el esfuerzo educativo durante la presente administración, cada uno acompañado de sus respectivas estrategias y líneas de acción:

- Asegurar la calidad de los aprendizajes en la educación básica y la formación integral de todos los grupos de la población.
- Fortalecer la calidad y pertinencia de la educación media superior, superior y formación para el trabajo, a fin de que contribuyan al desarrollo de México.
- Asegurar mayor cobertura, inclusión y equidad educativa entre todos los grupos de la población para la construcción de una sociedad más justa.

- Fortalecer la práctica de actividades físicas y deportivas como un componente de la educación integral.
- Promover y difundir el arte y la cultura como recursos formativos privilegiados para impulsar la educación integral.
- Impulsar la educación científica y tecnológica como elemento indispensable para la transformación de México en una sociedad del conocimiento.

El sistema educativo en México ha sufrido diversas transformaciones a lo largo de su historia, aunque en la primera década del siglo XXI se realizan muchos cambios en los diferentes niveles de enseñanza, y las instituciones de educación superior (IES) actualmente no han permanecido ajenas a las reformas del sistema educativo mexicano. Algunas universidades públicas en el país, han cambiado su currículum convencional por otro basado en competencias profesionales. Por tanto, se puede señalar que prácticamente la totalidad del sistema educativo mexicano está viviendo una efervescencia por el modelo en competencias, el cual no es un modelo reciente en otras latitudes. Esta tendencia se debe a una serie de demandas tanto externas como internas, pero cada vez, hay más evidencias de que el estado responde a presiones irresistibles de organismos internacionales antes que a la satisfacción de necesidades internas (Moreno Olivos, 2010).

En la formación de profesionales no se están realizando los cambios metodológicos, didácticos y actitudinales pertinentes que promuevan la participación, cooperación y que estimulen el pensar del alumno, sino que, queda a un lado que el estudiante aprenda a aprender, con una actitud crítica y capacidad de responder y actuar ante el cambio (Larraín y González, s/f).

El principal problema en educación universitaria es la inadecuada relación entre los programas educativos y la realidad o el contexto en el que los egresados se desenvuelven en el ámbito laboral. Así mismo, el sistema académico en muchos casos valora más la adquisición de conocimientos que su aplicación en el trabajo (*Idem*).

El trabajo realizado por Moreno Olivos (2010) explica que hace falta desarrollar la suficiente experiencia para que el currículum por competencias pueda constituirse como alternativa válida para los modelos actuales. El mismo autor señala

que “*Se desarrollará un currículo por competencias cuando se aprenda a hacerlo*”, no cuando se enuncie en el discurso o en los papeles. Todas las reformas proponen una valiosa oportunidad de progreso, pero también corren el riesgo de que con el paso del tiempo, alguien pueda decir, como señaló el autor, “*generó más ruido que nueces*”.

La principal característica del llamado Sistema de Educación Superior (SES), es su heterogeneidad, tanto en términos de la antigüedad, tamaño, oferta educativa y naturaleza de las instituciones que lo integran, como de su presencia e impacto en el territorio nacional (Malo, 2006). Ello es así, según el autor, porque, por un lado, están las instituciones de educación superior (IES), más longevas y de mayor tamaño, públicas y privadas, que han alcanzado un alto grado de complejidad y ofrecen programas de estudio de licenciatura, especialización, maestría y doctorado.

Éstas atienden a decenas de miles de alumnos con técnicos académicos, profesores e investigadores calificados, que realizan labores de docencia, investigación y difusión de la cultura; algunas de las cuales han alcanzado reconocimiento y prestigio internacionales. Por el otro, se encuentran pequeñas instituciones de reciente creación, con matrículas de menos de 100 alumnos y con uno o dos programas de oferta (Malo, 2006).

Modelo educativo

La educación superior, desde el siglo pasado, se ha apoyado en un modelo de enseñanza basado en las clases magistrales del docente, en la toma de apuntes por parte del alumnado y en la lectura – y memorización- de una serie de textos bibliográficos por parte de éstos antes de presentarse a un examen. En esta concepción de la enseñanza superior subyace una visión del conocimiento científico como algo elaborado y definitivo que el docente transmite al alumnado y que éste debe asumir sin cuestionarlo en demasía. Los “apuntes” del profesor y/o el “manual” de la asignatura se convierten en la verdad suprema que debe aprenderse mediante la lectura repetitiva de dichos textos. Es, a todas luces, un planteamiento pedagógico decimonónico que con sus lógicas variantes ha llegado hasta nuestros días (Area Moreira, 2005).

La estrategia más antigua en el ámbito universitario es la sesión expositiva, también denominada como clase magistral, ha sido durante siglos la metodología

más utilizada (y aún predomina hoy en día). No se pretende reprobar la metodología de la sesión expositiva, ya que en la universidad es necesario utilizarla si hay presencialidad de la enseñanza, aunque sea para acercar la zona de desarrollo potencial de aprendizaje del alumnado a su zona real de aprendizaje o para que alguien que sabe más sobre algo ayude a avanzar a otra persona (Rodríguez Sánchez, 2011; Imbernon, 2009).

Hoy, nadie duda de la importancia de la intervención de un profesor que conozca del tema para que el alumnado progrese en el aprendizaje y también para que no pierda tiempo con actividades inútiles o que puedan provocar una sensación de pasar el rato o de pérdida de tiempo. El problema no está en la sesión expositiva sino en cómo ésta se pone en práctica, cómo se realiza la transmisión del conocimiento, de qué forma se actúa; o sea, cómo esa sesión expositiva se transforma en una sesión transmisora de comunicación unidireccional y aburrida. Hacer una sesión expositiva puede ser fácil, pero hacer una buena sesión expositiva tiene su dificultad (Imbernon, 2009).

Es pertinente diferenciar entre clase, o sesión expositiva o magistral, y clase puramente transmisora. La primera, aunque predomine el docente como protagonista de la enseñanza, permite una interacción con el alumnado; introduce una cierta implicación del grupo en la clase y estrategias de comunicación. La segunda es una sesión donde el mensaje es unidireccional, el profesor se convierte en un ente parlante, y prescinde de las características de los alumnos, del contexto y de su participación. Por supuesto que la segunda puede estar incluida perfectamente en la primera, pero aquí se quiere diferenciarlas para ver que la exposición oral del profesor no es negativa en sí misma, sino que puede serlo la forma y el cómo se realiza la transmisión del conocimiento en esa sesión (Imbernon, 2009; Elgueta Rosas y Palma González, 2014).

En toda sesión expositiva, existen dos componentes importantes: el de la argumentación y el de la explicación. El primero es aquel en el que la explicación del tema permite que el alumno asuma nuevos conocimientos, o sea que cambie respecto a algo, normalmente delante de un conocimiento conceptual, actitudinal o procedimental. Es el componente al que se da más importancia en la enseñanza universitaria. Mientras que el componente de la explicación es el que ayuda a hacer

el discurso comprensible al alumno. Es el que posibilita y facilita el aprendizaje. Es predominantemente metodológico. En la clase universitaria (y podríamos decir en toda apropiación del conocimiento) cuando se realiza una sesión expositiva los dos componentes son importantes y necesarios (Rodríguez Sánchez, 2011).

En la pura clase transmisora el docente únicamente se preocupa del componente de argumentación, por eso le da mucha importancia a los contenidos académicos, al suponer que explicándolos (tal y como él o ella lo explica) se aprenden. En la sesión transmisora el profesorado parece más preocupado por demostrar su conocimiento que por el aprendizaje de los alumnos, mientras que en la propuesta de sesión expositiva el profesor ha de preocuparse no tanto por demostrar que sabe mucho, sino también por el proceso de aprendizaje del alumnado, y a partir de éste preocuparse de mejorar la manera de enseñar (Imbernon, 2009).

Con relación a los modelos educativos, la educación basada en competencias (EBC) –como ya se señaló- no es un tema de reciente aparición, su origen se remonta a finales del siglo XX en EEUU en cursos de trabajos manuales para niños. En 1973, el Departamento de los Estados Unidos realizó un estudio orientado a mejorar la selección de su personal en donde David McClelland, profesor de Harvard, un experto en motivación, logró crear un marco de características que diferenciaban los distintitos niveles de rendimiento de los trabajadores a partir de una serie de entrevistas y observaciones. El análisis buscaba detectar las características presentes en las personas a seleccionar, que podrían predecir el éxito de su desempeño laboral. Como variable consideró el desempeño en el puesto de trabajo de un grupo de personas consideradas eficientes y eficaces laboralmente, luego de un periodo de estudio llegó a la conclusión de que un buen desempeño en el puesto de trabajo está más relacionado con características propias de las personas, es decir, sus competencias, que con aspectos como conocimientos y habilidades, criterios utilizados normalmente como principales factores de selección de personal, junto a la experiencia laboral previa (Larraín y González, s/f).

En los últimos años ha sido posible observar cómo distintas universidades del país han cambiado su modelo educativo y curricular, algunas de las acepciones que han recibido las nuevas propuestas son: modelo educativo centrado en el aprendizaje, modelo curricular flexible o semiflexible, modelo basado en

competencias profesionales... ¿qué tienen en común estos modelos curriculares? Suelen expresar su abierto rechazo a un currículum ortodoxo centrado en la enseñanza, enciclopédico, disciplinario y rígido. En contrapartida con el modelo anterior, las propuestas curriculares recientes incorporan ciertos principios innovadores: flexibilidad, interdisciplinariedad, transversalidad, virtualidad, centrado en el aprendizaje, basado en competencias, más personalizado (énfasis en la tutoría), orientado a la internacionalización, etc. (Moreno Olivos, 2010).

En el caso de las competencias ha habido un cambio en el lenguaje, ahora se emplean nuevos términos para designar viejas prácticas, pero ello lejos de motivar al cambio, muchas veces genera desazón entre el profesorado, que se siente confundido, ya que tiene que aprender esa nueva jerga para la que no cuenta con un marco de referencia que le genere certidumbre de que está yendo en la dirección correcta. Por ejemplo, ahora se dice unidad de aprendizaje para referirse a la asignatura, hoy se habla de competencias cuando ayer se hablaba de contenidos (Moreno Olivos, 2010).

De las competencias se derivan los perfiles de ingreso y de egreso de las carreras profesionales. Al mismo tiempo se genera el plan de estudios, con la agrupación coherente de los contenidos que inducirán a las competencias básicas, profesionales y específicas, atendiendo criterios de organización que conduzcan a la flexibilidad curricular. Un currículum diseñado por competencias busca orientar y no determinar prácticas innovadoras. Toma como punto de partida la experiencia previa y el saber hacer de alumnos y docentes, pone de manifiesto mecanismos de desarrollo de prácticas pedagógicas innovadoras y evalúa en función de los ritmos de aprendizaje y de las evidencias integradoras de los desempeños estudiantiles (Marín Uribe, 2003).

La formación de profesionistas bajo el enfoque de la EBC considera, entre otros, la adquisición de aprendizajes a lo largo de la vida, fomento del trabajo en equipo, capacidad para la solución de problemas, la interacción comunicativa y amplio conocimiento de los procesos productivos y de servicios en cada una de las carreras, buscando en su conjunto la construcción de mentalidades críticas, creativas y propositivas en los estudiantes (*Idem*).

A partir de las transformaciones económicas que se precipitaron en el mundo en la década de los 80, se puede afirmar que se comenzó a aplicar el concepto de competencias. Países como Inglaterra y Australia, precursores en la aplicación del enfoque de competencias, lo vieron como una herramienta útil para mejorar las condiciones de eficiencia, pertinencia y calidad de la capacitación laboral, y de este modo mejorar la productividad de su gente como estrategia competitiva (Larraín y González, s/f).

A pesar de todos los cambios en los años recientes la universidad enfrenta hoy problemas diversos que provienen de los cambios anotados en líneas anteriores. Entre los problemas a resolver destacan el uso de metodologías inadecuadas y el aumento de la matrícula universitaria, lo que ha llevado al estudiante a tener escasas oportunidades de desarrollar su potencial para innovar, razonar, discrepar y desarrollar su espíritu crítico (Míguez Palermo, 2001).

El nuevo currículum universitario debe contemplar de manera diferente las formas de enseñanza y de aprendizaje, por tanto, debe incluir una concepción distinta de la evaluación. Y aunque se diga que se trata de un modelo curricular centrado en el *paradigma de aprendizaje*, éste no ha de descuidar la calidad de la enseñanza (Moreno Olivos, 2010).

El currículum formal constituye la propuesta institucional de formación y aprendizaje para los estudiantes, y es un marco pedagógico para el trabajo docente. Las instituciones educativas se ven permanentemente presionadas para mostrar que están impulsando procesos de innovación en su trabajo cotidiano. Ello ha originado la adopción de dos modelos de construcción curricular en los últimos años: el currículum flexible y el currículum por competencias, ambos con elementos específicos que vale la pena destacar, pues invitan y promueven un cambio en el trabajo educativo realizado por los docentes. En ocasiones se espera que este cambio educativo se produzca sobre ideas muy generales que contienen pocos elementos de materialización (Díaz-Barriga, 2005). La llegada de las denominadas tecnologías digitales de la información y comunicación (TIC) a los distintos ámbitos de la sociedad, y de la educación en particular, puede representar una renovación sustantiva de los métodos, las formas de organización y los procesos de enseñanza en la educación superior. Los cambios y modificaciones que éstas nuevas

tecnologías han provocado (y que previsiblemente serán mucho mayores en los próximos años) en la concepción y práctica de la enseñanza universitaria, propiciará una auténtica revolución pedagógica (Ehrmann, 1999).

Así, sin apenas darse cuenta, profesores y gestores educativos, se encuentran ante nuevas situaciones que exigen tanto el uso de internet -como instrumento didáctico y como herramienta indispensable de trabajo-, como la revisión de los contenidos de los planes de estudios (Salinas, 1998) y todo esto es consecuencia de la dinámica de los tiempos actuales y de la generalización del éxito obtenido en las aplicaciones de la red (Guzmán Franco, 2004). Por tanto la contraparte de la clase magistral hoy día es el empleo de las tecnologías de educación y comunicación (TIC), de los diversos tipos que existen, el internet ha permitido que el conocimiento se encuentre en un grado de accesibilidad sin precedentes. El problema en la actualidad no es cómo obtener información, sino cómo seleccionar en un universo cada vez más la información que es pertinente para el conocimiento o tratamiento de un problema específico. En este contexto, la capacidad de discriminación y selección se vuelve mucho más relevante. Aunque no hay que soslayar que pueden surgir nuevos vicios en las actividades educativas en este contexto. De acuerdo con su nivel educativo, los estudiantes pueden consultar páginas que apoyen la realización de sus tareas; los alumnos de licenciatura pueden resolver los ensayos que se les piden reuniendo información obtenida en diversos sitios; algunos alumnos ya reconocen que se dedican a “pegar información”, en detrimento del desarrollo de sus habilidades de síntesis y de redacción (Díaz-Barriga, 2005).

La inserción de las herramientas y procesos de información en el sistema educativo ofrece muchas posibilidades, pero esto no significa que sea la panacea. Se debe ser realistas y considerar que atrás de todo sistema educativo se encuentran las personas... que detrás de cada computadora hay un alumno, un maestro, un participante y que como tal, las relaciones interpersonales no pierden su importancia. De la misma manera, el contenido académico no pierde su valor. Lo que acontece es un cambio de los procesos, de las maneras y de las circunstancias. Si se logra entender a las tecnologías de la información de esta forma, entonces se podrá

innovar y crear espacios de discusión y aprendizaje colectivo incluyente (Cartaya Galindez, 2012).

Todo ello genera retos inéditos al trabajo del docente. El profesor se verá obligado a dedicar parte de su tiempo a buscar información en internet, no sólo para conocer el tipo de información a la que se puede acceder desde estos lugares, sino para incorporarla como elemento nuevo en la bibliografía de algún curso. De igual manera necesitará encontrar alternativas para solicitar ensayos que demanden opiniones personales como una estrategia que impida un pegado mecánico de la información obtenida por medios electrónicos. La presentación y defensa del ensayo constituyen también modalidades que permiten impulsar de manera educativa el uso de la información obtenida por internet (Díaz-Barriga, 2005).

En síntesis, se puede afirmar que la educación está marcada por las tecnologías de la información y la comunicación y sobre todo por el desarrollo de internet, que ha permanecido a la cabeza de la revolución tecnológica produciendo importantes cambios en la formación, en las formas de comunicación, en el acceso y uso de la información, entre otros. Estos cambios en la enseñanza son más pronunciados en el ámbito universitario y se puede observar cómo prácticamente la totalidad de Universidades a nivel mundial tienen websites propios, ofreciéndose en cada una de ellas información relevante como la oferta de estudios, centros, departamentos y áreas de conocimiento, grupos de investigación, acceso a bibliotecas, etc. (Area Moreira, 2005).

Además, un efecto innegable de tales desarrollos tecnológicos es el acceso a la era de la educación virtual. La educación virtual reclama no sólo del trabajo de un docente, sino que requiere de la conformación de un grupo multidisciplinario integrado por quien domina el conocimiento, que es acompañado por quien puede manejar principios de aprendizaje, así como los que manejan las opciones cibernéticas (Díaz-Barriga, 2005). Según De Moura (1998) citado por León Castañeda (2008), mientras un docente puede preparar su sesión de clase en dos o tres horas, una hora de enseñanza virtual requiere del trabajo de más de 40 horas de un grupo multidisciplinario.

No sólo las estrategias de educación virtual tienden a adquirir un carácter mucho más personalizado, sino que su establecimiento, además del costo asociado

que implican, conlleva la modificación de prácticas de trabajo docente, así como una modificación en las habilidades de estudio que van adoptado los estudiantes. Sin lugar a dudas el futuro de la educación se encuentra asociado a ellas (Díaz-Barriga, 2005).

La Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) no ha sido ajena a la efervescencia por el modelo en competencias, uno de los principales fundamentos académicos del Plan de Desarrollo Institucional (PDI) Visión 2025 es el modelo educativo (ME) basado en competencias, con vigencia para el pregrado, lo que, según el documento permitirá a la Universidad responder a las necesidades y demandas de la sociedad actual con respecto a la generación y aplicación del conocimiento, la formación integral de sus estudiantes, la vinculación social, la profesionalización docente y la pertinencia de sus programas educativos, que se promueve a través de un currículum flexible que desarrolla competencias transversales, básicas y disciplinarias (UNICACH, 2011).

El documento expone que el nuevo modelo educativo es estratégico en la formación de profesionales que puedan insertarse de manera activa, comprometida, ética y responsable en los diversos campos laborales y generar respuestas a las demandas sociales.

En el ME de la UNICACH destaca la importancia de la educación en términos de construcción de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores por parte del estudiante con una metodología orientada al desarrollo de competencias.

2.2. El aprendizaje

Es hasta hace pocos años que se estudia el aprendizaje en distintos entornos y escenarios para comprender su naturaleza, con la propósito de intentar mejorar su ocurrencia, puesto que el aprendizaje es una actividad humana fundamental para vivir, que no se hace en determinadas ocasiones o lugares, sino durante toda la vida (Claxton, 2001).

Recientemente los psicólogos dedicados a la educación exponen dos argumentos relevantes acerca del por qué estudiar el aprendizaje, el primero proviene de la dimensión educativa y se basa en lo que se ha llamado según Pozo

(2008) deterioro del aprendizaje, que se refleja sobre todo en los países latinoamericanos ya que a pesar de que se invierten grandes sumas de dinero en infraestructura, en cursos de didáctica, en innovaciones curriculares y políticas educativas siguen persistiendo diversas problemáticas tales como el escaso logro de objetivos educativos y de resultados positivos de aprendizaje de los estudiantes (Hernández y Díaz, 2013).

Incluso, como señalan Ausubel (2002) y Perkins (2010) se llega a admitir que los alumnos en los distintos niveles de escolaridad están aprendiendo muy poco los contenidos curriculares y con escaso nivel de significatividad y sentido. De hecho, se acepta y se critica que los alumnos en la educación formal escolarizada están adquiriendo muchos aprendizajes inertes, superficiales, mecánicos, artificiales, fragmentarios, con escaso sentido y descontextualizados.

El segundo argumento es denominado también por Pozo (2008) como signotecnológico de los tiempos, que corresponde al hecho de que las personas ahora viven inmersas en la sociedad de la información, lo que ha dado lugar a una nueva cultura del aprendizaje. Según Hernández y Díaz (2013) en esta cultura del aprendizaje, se está obligado a lidiar con grandes cantidades de información para transformarlas en conocimiento útil, valioso y relevante; sin embargo, paradójicamente se está poco preparado para ello, porque, como se ha dicho con ironía, mientras vivimos en una sociedad en la que estamos inundados por información vivimos una educación desfasada, con prácticas educativas que preparan escasamente al estudiante para que éste adquiera la “caja de herramientas” necesaria que les permita aprender de forma inteligente, reflexiva y crítica.

Los procesos de formación se han caracterizados por estar centrados en la enseñanza más que en el aprendizaje. No obstante, existe una tendencia a señalar el aprendizaje como objetivo fundamental de los procesos de formación. En Europa, ello se ha logrado a través de grandes reformas en educación realizadas, en promedio, cada 25 años, que es el período de duración de una generación educativa, en los que ha cambiado tanto la función de la educación como los roles del estudiante y el profesor (Salas Zapata, s/f).

En el año 2000 surgió un modelo en el que el educador cumple con el rol de mediador en el proceso de formación que busca hacer del educando un líder de transformación competitivo en la sociedad. No obstante, para competir es necesario actuar y conocer el medio en el que se compete, por ello ese proceso de formación de sujetos tiene como propósito la transformación de la sociedad a través de la solución de problemas por parte de un individuo que la conoce, que se conoce a sí mismo, que conoce el problema, su abordaje conceptual y factual y que aprende cuál es la mejor manera de traducir los conceptos en hechos.

Álvarez (2011) plantea que en toda situación de aprendizaje coexisten tres categorías de contenidos:

- Los conceptuales que se refieren al conocimiento que se tiene acerca de las cosas, datos, conceptos, hechos y principios, que se expresan mediante el lenguaje. Incluyen el conocimiento factual y el conceptual.
- Los procedimentales se refieren al conocimiento acerca de cómo ejecutar acciones interiorizadas, habilidades intelectuales y motrices. Abarcan destrezas, estrategias y procesos que implican una secuencia de acciones y operaciones a ejecutar de manera ordenada para conseguir un fin.
- Los actitudinales los constituyen valores, normas, creencias y actitudes dirigidas al equilibrio personal y a la convivencia social.

La tendencia que ha seguido la educación en las últimas décadas ha sido el otorgarle cada vez mayor protagonismo al estudiante en su proceso de formación. Por ello el hecho de pretender que el estudiante conozca el medio, se conozca a sí mismo, tenga los conocimientos y conozca la manera más adecuada para llegar a ellos, implica todo un proceso de aprendizaje autónomo en el que él aprenda a aprender, siendo éste un requisito para la formación por competencias (Salas Zapata, s/f).

Finalmente se puede referir que, generalmente, al intentar enseñar el conocimiento académico se dan dos polos opuestos y tal parece que entre los dos extremos se ubican todos los profesores: mediante el aprendizaje pasivo del alumnado (denominado así porque el protagonismo lo asume el o la docente mediante la sesión transmisora) y el aprendizaje activo, donde el alumnado asume

mayor protagonismo en la participación de la enseñanza. Este último también puede denominarse (con matices o cuando se introducen ciertos elementos en la participación) interactivo, recíproco y cooperativo. El nombre es lo de menos. La cuestión es si la implicación del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje permite que el aprendizaje se consolide más y aumente la significatividad de éste o sea, la relevancia y la utilidad de lo que se aprende (Imbernon, 2009).

El proceso de aprendizaje

El aprendizaje se concibe como la reconstrucción de los esquemas de conocimiento del sujeto a partir de las experiencias que éste tiene con los objetos (interactividad) y con las personas (intersubjetividad) en situaciones de interacción que sean significativas de acuerdo con su nivel de desarrollo y los contextos sociales que le dan sentido (Salas Zapata, s/f). El aprendizaje es un proceso muy complejo en el que intervienen diversos factores y variables (Galindo González y Galindo González, 2010).

El proceso de aprendizaje concebido desde la perspectiva constructivista de Ausubel, es el proceso por el cual el sujeto del aprendizaje procesa la información de manera sistemática y organizada y no solo de manera memorística sino que construye conocimiento. En este proceso se pueden identificar claramente tres factores que son determinantes en el aprendizaje, como son las actitudes, las aptitudes y los contenidos. No obstante, a partir de las investigaciones de Piaget dichas aptitudes toman dos orientaciones diferentes, las aptitudes intelectivas y las aptitudes procedimentales (Salas Zapata, s/f).

La complejidad del proceso de aprendizaje está condicionada por variables internas y externas, así como por la naturaleza de la asignatura que se estudia ya que el alumno debe asumir su rol con gran responsabilidad. Para lograrlo requiere de procesar de manera crítica los aprendizajes previos que promueven habilidades desde lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal (Torres Narváez, Tolosa Guzmán, Urrea González y Mosalve Robayo, 2009).

El desarrollo de cada una de las actitudes, aptitudes intelectivas, aptitudes procedimentales y los contenidos tiene correspondencia con la formación en el ser, en el pensar, el hacer y el saber, respectivamente, y el aprendizaje logrado por medio de la convergencia de estas cuatro dimensiones da lugar a los llamados

aprendizajes significativos, que son los aprendizajes en los cuales el sujeto del proceso de formación reconfigura la información nueva con la experiencia, permitiéndole así integrar grandes cuerpos de conocimiento con sentido. De esa integración entre conocimiento con sentido y experiencia resulta el desarrollo de la competencia (Salas Zapata, s/f).

Existen diversas posturas teóricas para abordar el proceso de enseñanza y aprendizaje, de acuerdo a Díaz Barriga (2005) en el campo del constructivismo se ha superado la enunciación abstracta de postulados referidos al aprendizaje para dar pauta a una serie de propuestas mucho más consolidadas de enseñanza. Tal es el caso del paso de los conceptos de “organizador avanzado” de Ausubel, “andamiaje”, de Brunner o de la formulación del proceso de “asimilación y acomodación”, de Piaget; aun la importante formulación de Hilda Taba referida a los contenidos como hechos, ideas básicas, procedimientos. Si bien no hubo dificultad para retomar en forma aislada alguno de estos planteamientos para hacer una derivación didáctica, también es necesario reconocer que esos autores no lograron un enfoque didáctico que les permitiera orientar el trabajo docente.

Por el contrario, el cognoscitivismo, como se ha desarrollado en los trabajos de Coll (1992) y de Díaz Barriga Arceo y Hernández, tiene el enorme mérito de llevar al aula una serie de principios sobre los procesos de construcción de la información. En su reformulación, Coll sostiene que los contenidos son hechos (que reclaman cierto grado de memorización), conceptuales (indican con claridad excepcional que la formación de un concepto supone un proceso incremental creciente y cualitativamente diferente en un estudiante de educación básica o en uno de educación superior). Con gran cuidado el autor plantea que el reconocimiento del tipo de contenido, esto es, de la diferencia de proceso cognitivo, modifica tanto las formas de enseñanza (no se enseña igual para generar un proceso nemotécnico que el acercamiento a la formulación de un concepto), como las formas de evaluación (Díaz-Barriga, 2005).

Un avance significativo en esta línea lo establecen Díaz Barriga Arceo y Hernández (2002) cuando construyen diversas estrategias específicas para activar conocimientos previos, orientar a los estudiantes hacia aspectos relevantes de la información, mejorar los procesos de codificación de la información, organizar la

información, y promover un enlace entre la nueva información con los esquemas de pensamiento previamente formados.

2.3. Los profesores

La didáctica, la metodología, el aprendizaje, el currículum,... todos estos conceptos que parecen tan actuales, en realidad, no lo son tanto. A través de la obra del primer docente con sueldo a cargo del erario público Marco Fabio Quintiliano de Calahorra nacido en la antigua Roma en el año 30 d.C. Gran estudioso de los métodos didácticos escribió la obra “Sobre la formación del orador”, en la que recogió sus experiencias después de 20 años en la docencia, en su obra da las pautas de lo que para él debe ser un buen profesor al tiempo que denuncia las prácticas que debían ser erradicadas. Se sabe que la docencia en la Roma antigua rara vez era una vocación y que los que se dedicaban a ella lo hacían como único remedio para poder subsistir, sin tener la mayoría de ellos la formación adecuada. A través de su obra se puede ver cómo ya, hace dos mil años, hubo profesionales de la enseñanza que, aunque minoritarios, se preocupaban de cómo enseñar y de cómo aprendían sus alumnos e incluso algo más importante: hubo maestros que respetaban y querían a sus alumnos (Moro Ipola, 2007).

En la actualidad, la docencia está en proceso de transformación, el peso de la enseñanza está en conseguir que el alumno aprenda y, por tanto, las estrategias no son de transmisión sino de interacción, motivación, implicación, aplicación, investigación, tutoría, resolución de problemas, simulación (De la Torre, Oliver, Violant, Tejada, Rajadell y Girona, 2004).

Las nuevas propuestas de enseñanza invaden la literatura educativa, provocando desconcierto en los profesores, quienes no necesariamente cuentan con suficientes elementos para distinguir los supuestos en cada una de ellas, o los beneficios que realmente pueden lograr con su aplicación en el aula. La psicopedagogía, la didáctica, la política educativa y el desarrollo de las nuevas tecnologías generan diversas propuestas de innovación que merecerían ser analizadas para sopesar su valor. En México no es posible sedimentar una innovación y después analizar su impacto en la enseñanza, pues se vive una

voráGINE de nuevas propuestas que no logran concretarse en las formas de trabajo escolar (Díaz-Barriga, 2005).

Las técnicas de enseñanza son el entramado organizado por el docente a través de las cuales pretende cumplir su objetivo. Son mediaciones a final de cuentas, tienen detrás una gran carga simbólica relativa a la historia personal del profesor, su propia formación social, sus valores familiares, su lenguaje y su formación académica; la propia experiencia de aprendizaje en el aula es parte fundamental en la formación del docente (Parra Pineda, 2003).

En muchas ocasiones los profesores son el resultado de un abigarrado y desordenado proceso de confluencia de factores como la historia y la tradición, las motivaciones, aspiraciones, trayectorias de quienes optan por este trabajo y permanecen en el mismo, las dinámicas de socialización estructural y espontánea ligadas a la consideración social, las condiciones y las relaciones del puesto de trabajo en las instituciones singulares que son los centros escolares (Escudero y Gómez, 2006).

En México, al profesor de educación superior, de acuerdo con el Programa Sectorial de Educación 2013-2018 se le concibe de la siguiente manera: “Debe tener la capacidad de realizar con alto desempeño las funciones básicas de docencia, generación y aplicación innovadora de conocimiento, tutoría y gestión académico administrativa” (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2007).

Para acompañar el proceso de aprendizaje, es necesario, desde la enseñanza, crear un ciclo constante de reflexión-acción-revisión o de modificación acerca del uso de las estrategias de enseñanza. En este sentido, el docente aprende sobre la enseñanza cuando planifica, toma decisiones, cuando pone en práctica su diseño y reflexiona sobre sus prácticas para reconstruir así sus próximas intervenciones (Anijovich y Mora, 2009). Por tanto, es innegable el papel central del profesor en el proceso de enseñanza.

Pero hoy, la universidad necesita docentes capacitados en herramientas socio y psicopedagógicas, no necesita únicamente profesionales (químicos, físicos, filólogos, geógrafos, etc.) que enseñen, sino profesores de... Para ello, la mayoría de los docentes universitarios han de aprender a desaprender. Han de desaprender algunos aspectos de cuando eran alumnos y alumnas y han de aprender nuevas

técnicas y nuevos procesos de enseñanza y saber cómo aprende el alumnado universitario. El docente universitario debe concienciarse de la necesidad de la didáctica de su materia para mejorar su relación con la disciplina, con la docencia y con el alumnado (Imbernon, 2009).

En México, la mayoría de los docentes de las IES no son formados didácticamente, ya que para ser profesor universitario no se requiere de una formación inicial en la docencia, es suficiente contar con un título universitario. De esta manera, los profesores universitarios toman decisiones en el aula guiadas únicamente por la intuición, la experiencia y el recuerdo que tienen de cómo aprendieron ellos (Moreno-Bello y Segarra, 1997 citados por Jiménez y Segarra, 2001).

Investigaciones recientes sobre la práctica docente en diferentes niveles educativos señalan la existencia de una enseñanza caracterizada por clases magistrales que impiden la actividad y participación de los estudiantes así como la falta de creatividad por parte de los profesores en su tarea docente (Ferreira y González, 2000).

En las universidades, en muchas ocasiones se debate acerca de cómo actualizar a los docentes, generalmente se presentan dos tendencias, las que se pueden considerar extremas. La primera es aquella en la que se piensa que lo indispensable es saber enseñar y para ello se propone la impartición de cursos relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje y la segunda señala que lo indispensable es saber la asignatura que se imparte, ya que no es posible enseñar lo que no se sabe. Aunque es necesario señalar que son escasos los cursos que combinen los dos puntos de vista. Hace varias décadas se pensó que combinando los mejores educadores con los mejores científicos se podrían diseñar cursos que resolvieran el problema, pero varios de estos proyectos han tenido un resultado sorprendente, no funcionan (Anónimo, 2013).

Por tanto, no faltan motivos para entender por qué muchos docentes miran con cierto escepticismo y recelo mucho de lo que se dice o se propone en los programas de formación docente. Pero es claro, que sin formación es inimaginable el desarrollo de conocimientos y capacidades (competencias) en el profesorado. Sin ideas, políticas y prácticas adecuadas de formación, puede que sea difícil, por no

decir imposible, hacerle frente a las demandas de una educación cada vez más compleja y exigente (Moreno Olivos, 2009).

Es importante señalar también que a veces hay preguntas que no se plantean con relación al quehacer del docente, de acuerdo a Anijovich y Mora (2009) entre ellas están: ¿Cuánto tiempo dedica el profesor a pensar en cómo enseñar, a buscar recursos interesantes y pertinentes al campo disciplinar, a escribir las consignas de trabajo, a organizar los modos de agrupamiento, los recursos, el tiempo disponible, la evaluación? ¿Por qué, a pesar de tener un plan elaborado, a veces, no resulta como lo había anticipado? Y cuando sí resulta, ¿de qué depende que la programación didáctica funcione? Probablemente, la respuesta más inmediata sea que la clase funciona cuando todos los componentes de la programación son coherentes entre sí; válidos para el contenido que se ha de enseñar, relevantes para el docente y significativos para el grupo de alumnos destinatario.

Pero aun con un resultado idóneo de la clase impartida, el docente sabe que en ocasiones, aun contando con mucha experiencia tiene la sensación de fracaso en alguna de sus clases, al mismo tiempo que algún profesor principiante logra una clase satisfactoria sin poder explicarse por qué. O una docente experimenta una clase excelente y, cuando la repite el año siguiente, en un grupo con características similares, los resultados no son los que esperaba (Anijovich y Mora, 2009).

Por ello, una enseñanza para la comprensión que promueva un aprendizaje profundo y relevante en los alumnos, demanda que los profesores tengan que reciclar sus conocimientos y habilidades, pero también es preciso que dispongan de oportunidades para reunirse, a título individual o de manera colectiva, para dar y recibir ayuda o, simplemente, para conversar y compartir sobre el sentido de su trabajo. El concepto clave de esta actividad es el de "comunidad profesional de aprendizaje" o lo que Fullan y Hargreaves (1997) citados por Moreno Olivos (2009) denominaron "culturas de trabajo cooperativas".

Los maestros necesitan trabajar e investigar en su enseñanza juntos antes que enseñar en su aula solos; el aprendizaje profesional tiene que ser continuo antes que episódico; los juicios de los profesores tienen que estar informados por evidencia objetiva así como por la experiencia subjetiva y la intuición; y la profesión de enseñanza necesita desarrollar disposiciones para tomar riesgos y dar la bienvenida

al cambio antes que mantenerse con procedimientos probados y cómodas rutinas (Hargreaves, 2007 citado por Moreno Olivos, 2009).

En tiempos más recientes, la investigación y literatura pedagógica han sido prolíficas en visiones, ideas y propuestas sobre el buen profesor (Bain, 2006). Otro tanto ha sucedido con las políticas educativas. Cada nueva reforma (tal es el caso de la reforma curricular basada en competencias en boga en nuestro país) ha traído consigo, intenciones y medidas empeñadas (al menos en papel) en demandar un tipo determinado de docente, con sus conocimientos y adhesiones, tareas, capacidades, y más sutilmente, hasta valores y vivencias de la profesión.

Por otra parte, es importante señalar que enseñar no es sólo proporcionar información, sino ayudar a aprender; para ello el profesor universitario debe tener buen conocimiento de sus alumnos, de sus ideas previas, los estilos de aprendizajes, los motivos intrínsecos y extrínsecos que los animan o desalientan, sus hábitos de trabajo, actitudes y valores que manifiestan frente al estudio concreto de cada tema, coadyuvando todo ello, al desarrollo de las competencias específicas de la carrera universitaria (Acosta y García, 2012).

Entre los requisitos para una buena docencia se incluye una extraordinaria capacidad humana, si se parte de que enseñar bien es lo que se hace habitualmente, se puede señalar que el ser humano tiene una enorme capacidad para valorar positivamente lo malo o lo mejorable, con tal de que dure el tiempo necesario (de la Herrán, 2003).

2.4. Enseñanza de la microbiología

Al igual que la Biología, la enseñanza de la Microbiología tiene un reto especial debido a que el alumno debe dominar y comprender el lenguaje científico, que cada vez se vuelve más especializado, vasto e incomprensible para quienes no están familiarizados con su terminología. Es usual que al introducir un nuevo concepto, los profesores esperen que de inmediato los alumnos lo empleen correctamente, sin embargo en muchas ocasiones no sucede así, hay que dedicar algún tiempo para saber lo que los estudiantes expresan del nuevo término y cómo lo relacionan con su experiencia anterior, es decir, conocer primero lo que el alumno sabe y conectarlo

con el nuevo conocimiento para propiciar un aprendizaje significativo (Aguilar, Hernández, y Salgado, 2006).

La microbiología es una disciplina que se ocupa del estudio de los seres vivos no perceptibles a simple vista, es decir, los organismos microscópicos. Además aborda el estudio de los denominados organismos infecciosos acelulares (virus, viroides y priones), de todos los organismos de los Dominios Archaea y Bacteria, y de los seres microscópicos del dominio Eukarya (IE universidad, s/f).

Como disciplina se desarrolla a partir de la identificación de los microorganismos como agentes infecciosos. Posteriormente, el reconocimiento de los microorganismos como agentes geológicos, como organismos modelo en biología molecular y como herramientas industriales y biotecnológicas ha asentado definitivamente a la microbiología como disciplina científica. De hecho, el trabajo de uno de cada tres premios Nobel está relacionado con la microbiología (Llamas Company, Martínez-Checa, González Domenech, Ferrer Moreno, del Moral García, Béjar Luque y Quesada Arroquia, 2010).

En la actualidad, adicionalmente los aspectos antes ilustrados, la microbiología es fundamental para entender el origen y evolución de los seres vivos ya que: 1) todos los seres vivos parecen haber surgido de un microorganismos ancestral y 2) la evolución y adaptación de los microorganismos les ha permitido colonizar la totalidad de los ecosistemas conocidos incluidos los ambientes más extremos. Como resultado, de entre todos los seres vivos, los microorganismos muestran el mayor grado de diversidad filogenético, metabólica y ambiental. Actualmente, empleando cualquier criterio, biomasa o número de individuos, la vida sobre la tierra es principalmente microscópica (IE universidad, s/f).

La importancia de los microorganismos es vasta, se puede señalar que fueron los primeros colonizadores del planeta, establecieron interacción con otros organismos para brindarse mutuo beneficio, se utilizan como vehículos para la obtención de productos biotecnológicos, como agentes que causan enfermedades en huéspedes susceptibles e incluso han figurado en detrimento de la raza humana mediante el bioterrorismo (Gutiérrez-Jiménez y Luna-Cazáres, 2013).

Con relación a su enseñanza, de acuerdo a Pedrique, Morillo y Gutiérrez (1999) tradicionalmente en la asignatura de microbiología se ha venido utilizando

como principal estrategia la clase magistral, a través de la cual los profesores asumen un papel activo y, a pesar de que se planifiquen otras actividades que permitan cubrir aspectos no tratados en clase, son pocos los estudiantes que participan. Se presume que este escaso interés puede deberse al nulo o mal uso de estrategias de enseñanza, la que a pesar de estar diseñadas conforme al contexto y a las competencias que se desean generar, así como al hecho de que muchas de las actividades no están incluidas directamente en el plan de evaluación, y que al estar ocasionalmente programadas fuera de las horas de clase los estudiantes no disponen de tiempo para realizarlas (Gutiérrez y Pedrique, 2004).

Asimismo, dentro de las disciplinas que requieren enseñanza experimental se encuentra la Microbiología, la que forma parte de los planes de estudio de diversas profesiones del área de la salud como es la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo (QFB), Medicina, Odontología y Veterinaria, entre otras. Además, la microbiología proporciona los conocimientos básicos sobre Bacteriología, Parasitología, Micología y Virología, favoreciendo así la formación integral de profesionales de las Ciencias Naturales o Experimentales y las Ciencias Ambientales (Mora, Flores, Flores, Hernández, Marroquín, 2011).

La mayor parte de las funciones del biólogo, tienen alguna vinculación con la microbiología. Estas en España están promulgadas en el Real Decreto 693/1996:

- a) Estudio, identificación y clasificación de los organismos vivos, así como sus restos y señales de su actividad.
- b) Investigación, desarrollo y control de procesos biológicos industriales (Biotecnología).
- c) Producción, transformación, manipulación, conservación, identificación y control de calidad de materiales de origen biológico.
- d) Identificación, estudio y control de los agentes biológicos que afectan a la conservación de toda clase de materiales y productos.
- e) Estudios biológicos y control de la acción de productos químicos y biológicos de utilización en la sanidad, agricultura, industria y servicios.
- f) Identificación y estudio de agentes biológicos patógenos y de sus productos tóxicos. Control de infecciones y plagas.
- g) Producción, transformación, control y conservación de alimentos.

- h) Estudios y análisis físicos, bioquímicos, citológicos, histológicos, microbiológicos, inmunobiológicos de muestras biológicas, incluidas las de origen humano.
- i) Estudios demográficos y epidemiológicos.
- j) Educación sanitaria y medioambiental.
- k) Planificación y explotación racional de los recursos naturales renovables, terrestres y marítimos.
- l) Análisis biológicos, control y depuración de las aguas.
- m) Enseñanza de la Biología en los términos establecidos por la legislación educativa.
- n) Asesoramiento científico y técnico sobre temas biológicos.

Es indudable el papel tan importante del laboratorio en la enseñanza de la microbiología, disciplina experimental, donde las actividades de laboratorio juegan un papel crucial, no sólo por el indudable poder motivacional que *a priori* se les concede sino también por la gran capacidad que se les atribuye para familiarizar a los alumnos con el método científico. Es por eso que las referencias al método científico y la insistencia en las prácticas de laboratorio como eje vertebral de la enseñanza de las ciencias, se convierte en los principales puntos de referencia de la mayoría de los puntos de renovación en la práctica docente y en la didáctica de las ciencias. Por esto se considera que habría mayor efectividad del aprendizaje cuando los estudiantes participen en investigaciones científicas que les permiten reflexionar sobre el trabajo científico. Esto requiere modificar los roles del profesorado y de los estudiantes, donde se concibe al estudiante como aprendiz activo y no pasivo, y a los profesores como facilitadores del aprendizaje más que sólo suministradores de la información (Mora et al., 2011).

2.5. Estrategias de enseñanza

2.5.1. Generalidades

Debido a que la docencia está en proceso de transformación, el peso de la enseñanza está en conseguir que el alumno aprenda y, por tanto, las estrategias no son de transmisión sino de interacción, motivación, implicación, aplicación, investigación, tutoría, resolución de problemas y simulación entre otros (De la Torre et al., 2004).

La didáctica universitaria es un núcleo disciplinar reconocido dentro de la didáctica, que a diferencia de la específica de otros niveles educativos como pre-escolar, primaria, secundaria y media superior, es reciente, ya que sólo lleva algunas décadas de desarrollo. Esto se debe fundamentalmente a una interrogante que las otras didácticas, centradas en las etapas señaladas, no se han llegado a plantear: la necesidad de su existencia. Se puede conceptualizar a la didáctica universitaria como el ámbito de conocimiento y comunicación que se ocupa del arte de enseñar en la universidad (de la Herrán, 2003).

El salón de clases es el lugar donde interactúa el profesor, el alumno y el objeto de conocimiento. En esta interacción se produce la denominada transposición didáctica entendida como el proceso por el cual el docente logra que el contenido científico se transforme de un contenido a enseñar a contenido enseñado. Es en éste ámbito donde los docentes, se enfrentan a la tarea de construir prácticas de enseñanza concretas, no solo a partir de las perspectivas de las políticas curriculares vigentes, sino en relación a los contextos diversos y heterogéneos (socioeconómicos, culturales, institucionales y de los sujetos- alumnos) en los que trabajan (Morawichi y Tetzlaff, 2010).

Antes de plantear una definición del concepto de estrategia se debe hacer una primera distinción con relación al término de método, se conoce bajo esta última denominación a la opción que toma el docente o el formador para organizar el proceso enseñanza-aprendizaje, teniendo presente una serie de factores que condicionan dicha actuación, como la lógica interna de la materia, el nivel de madurez de los estudiantes a los que se pretende enseñar, las finalidades que se persiguen, los recursos disponibles, el currículum vigente, la relación entre las diferentes áreas curriculares, su propio pensamiento profesional y la respuesta o reacción de los alumnos (Rajadelli Puiggrós, 2001).

En cuanto al orden que se debe seguir en un proceso, es preferible usar el término método cuando se hace referencia a pautas, orientaciones, guías de la investigación o de la adquisición de conocimientos que estén bien definidos (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey [ITESM], 2012a).

En cuanto al término estrategia, existen diferentes vertientes para definir estrategia didáctica, algunos se enfocan en la actividad del docente, mientras que

otros lo hacen en las características del proceso en sí. No obstante, todos coinciden en que el centro de este proceso debe permitir a los alumnos alcanzar un aprendizaje significativo (Boude Figueredo, 2011). Las estrategias de enseñanza se definen como los procedimientos o recursos utilizados por el agente de enseñanza para promover aprendizajes significativos en los alumnos (Dirección General de Bachillerato [DGB], 2009).

Las estrategias, no solo se refieren a las técnicas que se utilizan para dinamizar a los grupos, las estrategias tienen que ver también con el plan de la clase y con todo aquello que sirve de soporte al desarrollo de una clase, curso o evento en el cuál se está trabajando con grupos grandes y pequeños. Las estrategias nos ayudan a generar y activar a los participantes y este término lo vamos a estar usando de aquí en adelante para referirnos a la dinámica que se puede lograr con los alumnos o participantes de un curso o clase (DGB, 2009).

Además, en muchas ocasiones no se establece diferencia entre estrategia de enseñanza y estrategia de aprendizaje. Al respecto Díaz Barriga y Hernández Rojas (1999) explicaron que la primera se refiere a todas las ayudas planteadas por el docente que se proporcionan al estudiante para facilitar un procesamiento más profundo de la información. A saber, todos aquellos procedimientos o recursos utilizados por quien enseña para promover aprendizajes significativos. El énfasis se encuentra en el diseño, programación, elaboración y realización de los contenidos a aprender por vía verbal o escrita. Además explican que las estrategias de enseñanza deben ser diseñadas de tal manera que estimulen a los estudiantes a observar, analizar, opinar, formular hipótesis, buscar soluciones y descubrir el conocimiento por sí mismos (Anijovich y Mora, 2009).

Las estrategias didácticas se definen como los procedimientos (métodos, técnicas, actividades) por los cuales el docente y los estudiantes, organizan las acciones de manera consciente para construir y lograr metas previstas e imprevistas en el proceso enseñanza y aprendizaje, adaptándose a las necesidades de los participantes de manera significativa. Para Feo (2009) se puede llegar a una clasificación de estos procedimientos, según el agente que lo lleva a cabo, de la manera siguiente: (a) estrategias de enseñanza; (b) estrategias instruccionales; (c) estrategias de aprendizaje; y (d) estrategias de evaluación.

También, el concepto de estrategia de enseñanza aparece en la bibliografía referida a didáctica con mucha frecuencia. Sin embargo, no siempre se explicita su definición, razón por la que suele prestarse a interpretaciones ambiguas. En algunos marcos teóricos y momentos históricos, por ejemplo, se ha asociado el concepto de estrategias de enseñanza al de técnicas, entendidas como una serie de pasos por aplicar, una metodología mecánica, casi un algoritmo. En otros textos, se habla indistintamente de estrategia de aprendizaje y de enseñanza. En ocasiones, se asocia la estrategia a la actividad de los alumnos y a las tecnologías que el docente incorpora en sus clases (Anijovich y Mora, 2009).

Las estrategias de aprendizaje son las combinaciones de métodos de enseñanza, medios, materiales, técnicas y contenidos, organizados en actividades de aprendizaje para facilitar el logro de los objetivos propuestos. Dichas actividades de desarrollan en función de los objetivos, las circunstancias propias del grupo, las experiencias y las diferencias individuales. De aquí la importancia de asesorar al alumno para que seleccione y desarrolle adecuadamente las estrategias de aprendizaje y obtenga de ellas resultados óptimos (DGB, 2009).

Las estrategias de enseñanza y aprendizaje son instrumentos de los que se vale el docente para contribuir a la implementación y el desarrollo de las competencias de los estudiantes. Con base en una secuencia didáctica que incluye inicio, desarrollo y cierre, es conveniente utilizar estas estrategias de forma permanente tomando en cuenta las competencias específicas que pretendemos contribuir a desarrollar (Morales, 2002).

Con relación a las estrategias de enseñanza Orellana (2008), las define como todas aquellas ayudas planteadas por el docente que se le proporcionan al estudiante para facilitar un procesamiento más profundo de la información; es decir, procedimientos o recursos utilizados por quien enseña para promover aprendizajes significativos.

Mientras que para Anijovich y Mora (2009) las estrategias de enseñanza son el conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus alumnos. Se trata de orientaciones generales acerca de cómo enseñar un contenido disciplinar considerando qué queremos que nuestros alumnos comprendan, por qué y para qué.

Por su parte Díaz-Barriga y Hernández (2002) consideran que son procedimientos (conjuntos de operaciones o habilidades), que un docente emplea en forma consciente, controlada e intencional como instrumentos flexibles para enseñar significativamente y solucionar problemas. Asimismo, afirman que en cada aula en donde se desarrolla el proceso de enseñanza y aprendizaje, se realiza una instrucción conjunta entre el profesor y los alumnos, única e irrepetible. Además, plantean que las estrategias pueden ser clasificadas en: pre-instruccionales (al inicio), co-instruccionales (durante) o post-instruccionales (al finalizar).

Las estrategias empleadas deben reunir, de acuerdo a Parra Pineda (2003) las siguientes características:

- Deben ser funcionales y significativas, que lleven a incrementar el rendimiento en las tareas previstas con una cantidad razonable de tiempo y esfuerzo.
- La instrucción debe demostrar qué estrategias pueden ser utilizadas, cómo pueden aplicarse y cuándo y por qué son útiles. Además, saber por qué, dónde y cuándo aplicar estrategias y su transferencia a otras situaciones.
- Los estudiantes deben creer que las estrategias son útiles y necesarias.

Se puede afirmar que las estrategias de enseñanza que un docente elige y utiliza según Anijovich y Mora (2009) inciden en: los contenidos que transmite a los alumnos; el trabajo intelectual que estos realizan; los hábitos de trabajo, los valores que se ponen en juego en la situación de clase; el modo de comprensión de los contenidos sociales, históricos, científicos, artísticos, culturales, entre otros.

Los componentes de una estrategia didáctica se pueden desglosar de la siguiente manera (ITESM, 2012a):

Primero: La Misión de la institución, definida por el tipo de persona, sociedad y cultura, que una institución educativa se esfuerza por cumplir y alcanzar.

Segundo: La curricula, estructura lógica de las diversas materias, la dificultad de los contenidos, el orden que deben seguir.

Tercero: Las posibilidades cognitivas de los alumnos, comprende la concepción que se tiene del alumno y de su actitud con respecto al trabajo escolar.

También se puede agregar, que de acuerdo a Anijovich y Mora (2009) las estrategias tienen dos dimensiones:

o) La reflexiva, en la que el docente diseña su planificación. Esta dimensión involucra desde el proceso de pensamiento del docente, el análisis que hace del contenido disciplinar, la consideración de las variables situacionales en las que tiene que enseñarlo y el diseño de alternativas de acción, hasta la toma de decisiones acerca de la propuesta de actividades que considera mejor en cada caso.

p) La de la acción, que involucra la puesta en marcha de las decisiones tomadas.

Estas dos dimensiones se expresan, a su vez, en tres momentos: 1) El momento de la planificación en el que se anticipa la acción; 2) El momento de la acción propiamente dicha o momento interactivo y 3) El momento de evaluar la implementación del curso de acción elegido, en el que se reflexiona sobre los efectos y resultados obtenidos, se retro-alimenta la alternativa probada, y se piensan y sugieren otros modos posibles de enseñar.

Las estrategias, no solo se refieren a las técnicas que se utilizan para dinamizar a los grupos, las estrategias tienen que ver también con el plan de la clase y con todo aquello que sirve de soporte al desarrollo de una clase, curso o evento en el cuál se está trabajando con grupos grandes y pequeños. Las estrategias ayudan a generar y activar a los participantes, es decir que se refieren a la dinámica que se puede lograr con los alumnos o participantes de un curso o clase (DGB, 2009).

Finalmente, tal y como señalan Anijovich y Mora (2009) que la buena enseñanza es la que tienen intencionalidades definidas y explícitas, que promueve la interacción entre los alumnos y los docentes, y entre los propios alumnos, y que transcurre en un espacio, tiempo y en un contexto socioeconómico determinado. Es aquella en la que un docente, apelando a ideas o a recursos nuevos o existentes, encuentra un sentido, un para qué de ese hacer, lo lleva a la práctica, recupera de modo reflexivo lo que ocurrió y puede pensar en mejorar futuras acciones.

2.5.2. Clasificación de las estrategias de enseñanza

Intentar una clasificación consensuada y exhaustiva de las estrategias de enseñanza es una tarea difícil, dado que diferentes autores las han abordado desde una gran variedad de enfoques, algunos de los cuales se describen a continuación:

2.5.2.1. Según la actividad del docente

- De acción directa: El profesor transmite a los alumnos el conocimiento que él posee acerca de aquello que ha de aprenderse, tal es el caso de la exposición (por discurso o por demostración, entre otras) y de la enseñanza por elaboración (conversación, enseñanza por preguntas).
- De acción indirecta: Se trata de plantear situaciones que promuevan el descubrimiento y la construcción de los contenidos por parte del alumno. En este caso, el docente tiene un rol de mediador entre el conocimiento y el alumno, mediación que es desarrollada por medio de una estrategia que se orienta en esta dirección.

En este sentido, las tareas que se propongan en uno o en otro caso variarán en función de la estrategia adoptada, del mismo modo que el ambiente de clase, el uso del tiempo, de los espacios y los agrupamientos de los alumnos. Asimismo, las exigencias demandadas al profesor varían en función de la estrategia adoptada, tanto en el momento del diseño y la anticipación de la clase (fase preactiva) como durante su desarrollo (fase interactiva) (Díaz-Barriga y Hernández, 1999).

2.5.2.2. Según el momento de uso y presentación

De acuerdo a Díaz-Barriga y Hernández (1999) estas estrategias son de tres tipos:

- Preinstruccionales (antes)
Estas por lo general preparan y alertan al estudiante en relación a qué y cómo va a aprender (activación de conocimientos y experiencias previas pertinentes), y le permiten ubicarse en el contexto del aprendizaje pertinente. Algunas de las estrategias preinstruccionales típicas son: los objetivos y el organizador previo.
- Coinstruccionales (durante)
Apoyan los contenidos curriculares durante el proceso mismo de enseñanza, cubren funciones como la detección de información principal, conceptualización de contenidos, mantenimiento de atención y motivación. Aquí pueden incluirse estrategias como ilustraciones, redes semánticas, mapas conceptuales y analogías entre otros.
- Posinstruccionales (después)

Se presentan después del contenido que se ha de aprender, y permiten al alumno formar una visión sintética, integradora e incluso crítica del material. En otros casos le permiten valorar su propio aprendizaje. Algunas de las estrategias posinstruccionales más reconocidas son: preguntas intercaladas, resúmenes finales, redes semánticas y mapas conceptuales.

Mientras que Allen (1976) las divide como:

- De inicio o apertura

Están asociadas a la introducción de la actividad, en la que se presentan los fines de la misma utilizando los conocimientos y la habilidad de los alumnos para que participen en ésta.

- De desarrollo

En esta clasificación se encuentran las estrategias utilizadas por el docente para desarrollar la actividad a la que ha dado inicio.

- De cierre

Se abordan las estrategias utilizadas por el docente para finalizar la actividad que ha desarrollado, asegurando que con la misma se haya logrado significatividad en el aprendizaje. Actúa como eslabón cognoscitivo entre el conocimiento presente y el pasado, proporcionando al estudiante el reconocimiento de haber aprendido algo nuevo.

De acuerdo a lo anotado en los párrafos anteriores, la clasificación de Díaz-Barriga y Hernández de 1999 es prácticamente la misma que la propuesta en 1976 por Allen, la diferencia estriba en los nombres que se indican para cada uno de los momentos de la clase.

2.5.2.3. Según su propósito pedagógico (Díaz-Barriga y Hernández, 1999).

- **Estrategias para activar (o generar) conocimientos previos y para establecer expectativas adecuadas en los alumnos:** Están dirigidas a activar los conocimientos previos de los alumnos o incluso a generarlos cuando no existen. En este grupo se incluyen también a aquellas que se concentran en el esclarecimiento de las intenciones educativas que el profesor pretende lograr al término del ciclo o situación educativa.

- **Estrategias para orientar la atención de los alumnos:** Son recursos que el profesor utiliza para focalizar y mantener la atención de los estudiantes durante una sesión, discurso o texto. Deben proponerse preferentemente como estrategias de tipo coinstruccional, dado que pueden aplicarse de manera continua para indicar a los alumnos sobre qué puntos, conceptos o ideas deben centrar sus procesos de atención, codificación y aprendizaje. En este rubro pueden incluirse estrategias como: ilustraciones, preguntas insertadas y pistas o claves para explotar distintos índices estructurales del discurso (oral o escrito).
- **Estrategias para organizar la información que se ha de aprender:** Permiten dar mayor contexto organizativo a la información nueva que se aprenderá al presentarla en forma gráfica o escrita, además propicia una adecuada organización de la información que se ha de aprender y mejora su significatividad lógica, lo que tiene como consecuencia probable el aprendizaje significativo de los alumnos.
- **Estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se ha de aprender:** Son las que están destinadas a crear o potenciar enlaces adecuados entre los conocimientos previos y la información nueva que ha de aprenderse, asegurando con ello una mayor significatividad de los aprendizajes logrados.

2.5.2.4. Según la participación del número de individuos.

También Díaz-Barriga y Hernández en 2002 dieron a conocer la siguiente clasificación de las estrategias de enseñanza:

- a. Socializada: parte de la base de que docente y alumnos constituyen un grupo de aprendizaje. En este grupo pueden darse distintos tipos de comunicación: la directa, que es la interacción del docente con cada alumno (individual); comunicación en que, participan el docente y todos los alumnos, y comunicación en la cual el eje es la realización de un trabajo o tarea.
- b. Individual: se fundamenta en la teoría de que el aprendizaje es algo a realizar por el mismo individuo y que se logra mejor cuando el alumno trabaja por su

propia cuenta, es decir, se dedica a realizar las tareas señaladas y obtiene resultados correctos.

- c. Mixtas o combinadas: Resulta de la combinación de las dos anteriores en donde existe trabajo individual por parte del alumno como trabajo colaborativo según lo indique la estrategia. Puede darse cuando el docente integra dos o más estrategias para abordar un tema en específico.

De acuerdo a Velasco y Mosquera (2007) en este caso existen diferencias en dos ejes de observación: 1) la participación, que corresponde al número de personas involucradas en el proceso de aprendizaje y que va del autoaprendizaje al aprendizaje colaborativo y, 2) las técnicas que se clasifican por su alcance donde se toma en cuenta el tiempo que se invierte en el proceso didáctico.

Desde la perspectiva de la participación, estos autores distinguen procesos que fortalecen el autoaprendizaje, el aprendizaje interactivo y el aprendizaje de forma colaborativa como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Estrategias didácticas según el número de alumnos

Actividad	Estrategias
Autoaprendizaje	Estudio individual. Búsqueda y análisis de información. Elaboración de ensayos. Tareas individuales. Proyectos. Investigaciones.
Aprendizaje interactivo	Exposiciones del profesor. Conferencia de un experto. Entrevistas. Visitas. Paneles. Debates. Seminarios.
Aprendizaje colaborativo	Solución de casos. Método de proyectos. Aprendizaje basado en problemas. Análisis y discusión en grupos. Discusión y debates.

2.5.2.5. De acuerdo a los procesos cognitivos que se promueven

La corriente cognoscitiva considera al aprendizaje como un proceso en el cual se cambian las estructuras cognitivas (organización de esquemas, conocimientos y experiencias que posee un individuo) provocando la potencialización de sus habilidades (Cuadro 2). Además, el cognitivismo se preocupa por explicar los procesos cognitivos básicos que ocurren cuando una persona aprende. Aunque el educando es el único responsable del aprendizaje, ello no excusa de responsabilidad al maestro, ya que este último se constituye en un mediador entre los contenidos y el estudiante, lo que favorece y facilita que el estudiante pueda procesar y asimilar la información que recibe. Por tanto, estas estrategias promueven el desarrollo de competencias cognitivas en los alumnos (Haro y Méndez, 2010).

Cuadro 2. Estrategias de enseñanza de acuerdo al proceso cognitivo en el que incide.

Tipos de estrategia de enseñanza	Proceso cognitivo en el que incide la estrategia
<ul style="list-style-type: none">• Objetivos o propósitos• Preinterrogantes	Activación de los conocimientos previos
<ul style="list-style-type: none">• Actividades generadoras de información previa	Generalización de expectativas apropiadas
<ul style="list-style-type: none">• Preguntas insertadas• Ilustraciones• Pistas claves tipográficas	Orientar y mantener la atención
<ul style="list-style-type: none">• Mapas conceptuales• Redes semánticas• Resúmenes	Promover una organización más adecuada de la información que se ha de aprender (mejorar conexiones externas)
<ul style="list-style-type: none">• Organizadores previos• Analogías	Para potenciar el enlace entre conocimientos previos y la información que se ha de aprender (mejorar las conexiones externas)

2.5.2.6. Según estén centradas en el formador, alumno o medio, de acuerdo al soporte que emplee (Rajadelli Puillggrós, 2001).

- Centradas en el formador: Expositiva con recursos como pizarra, rotafolio, retroproyector, computadora; interrogación didáctica introduciendo contenidos de un tema a partir de la formulación de preguntas.

- Centradas en el alumno: Solución de problemas, elaboración de proyectos, lluvia de ideas que es conocida también como torbellino de ideas o brainstorming.
- Centradas en el medio, que de acuerdo al soporte que emplean se pueden dividir en las de soporte: Tecnológico (películas, documentales, relato oral, CD-room interactivo, software), textual (prensa escrita, relatos escritos, documentales gráficos), corporal (comunicación oral como diálogos, representación escénica) y experiencial, a partir de la vivencia de una persona.

De acuerdo a la bibliografía revisada no solo existen diferentes clasificaciones y tipos (como se puede observar en este apartado) sino que además son muchos los ejemplos de estrategias descritas en la literatura especializada, algunas de ellas se plasman en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Estrategias de enseñanza

Estrategia (Actividad a realizar)	Descripción	Efecto esperado en el alumno
Actividades experimentales	Las actividades experimentales son entendidas aquí como una amalgama de acciones típicas de las prácticas científicas, que tienen como meta producir y profundizar un conjunto de vínculos entre los modelos que sustentan los cuerpos teóricos y la realidad (eventos, objetos) que intentan describir y explicar. Brindan al alumno la oportunidad de explorar, elaborar explicaciones, reflexionar, pensar en función de modelos, comparar sus ideas con las aportadas por las experiencias, elaborar conclusiones (Rocha y Bertelle, 2007).	Reforzar la interpretación de datos experimentales mediante su organización y análisis. Recuperar conocimientos previos al aplicarlos en una nueva situación (Méndez Chávez, Galicia Pineda y Gutiérrez Lara, 2005)
Aprendizaje Basado en Problemas o ABP	En el ABP un grupo pequeño de alumnos se reúne, con la facilitación de un tutor, a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje. Durante el proceso de interacción de los alumnos para entender y resolver el problema se logra, además del aprendizaje del conocimiento propio de la materia, que puedan elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, que comprendan la importancia de trabajar colaborativamente, que desarrollen habilidades de análisis y síntesis de información, además de comprometerse con su proceso de aprendizaje (Restrepo Gómez, 2005).	Desarrollo integral del estudiante y la adquisición de conocimientos propios de la especialidad de estudios, así como de habilidades, actitudes y valores (Rodríguez Cruz, 2007).

Analogía	Aprovechamiento que se hace de un elemento previamente conocido o familiar para el estudiante, que al relacionarlo con información nueva y desconocida por aprender, se pueden hacer comparaciones que ayuden a entender procesos (Fernández Sánchez, 2006).	Hace más accesible y familiar el contenido. Proporciona una visión global y contextual para poder comprender más fácilmente (DGB, 2009).
Artículos	Su elaboración refleja el interés de sus autores por socializar los resultados de una investigación realizada, un planteamiento teórico, un planteamiento metodológico y una revisión del estado del arte en un tema específico (Arribalzaga, 2005).	Presenta una manera clara, concisa, organizada y fidedigna información sobre los resultados de investigaciones (Arribalzaga, 2005; Rodríguez Cruz, 2007).
Clase magistral	Exposición del profesor ante una audiencia más o menos interesada que intenta tomar nota de lo que él dice y se acompañan con algunos ejercicios y demostraciones que sirven para ilustrar o apoyar las explicaciones (Parra Pineda, 2003).	Comprensión del tema expuesto por el docente (Tarabay y León, 2004).
Cuadro sinóptico	Proporciona la visión en conjunto de un tema o lección, mediante un cuadro comparativo y relacional de doble entrada. En él se relaciona, ordenada y simultáneamente, los conceptos fundamentales del tema y los más significativos que interesan resaltar (Instituto Ciencias del Hombre [ICH], 2012).	Desarrollar la habilidad para clasificar y establecer jerarquías. Establecer relaciones entre conceptos. Organizar el pensamiento (Pimienta Prieto, 2012).
Cuadro comparativo	Permite identificar semejanzas y diferencias entre dos o más objetos o hechos (Pimienta Prieto, 2012).	Permite desarrollar la habilidad de comparar, lo que constituye la base para la emisión de juicios de valor. Facilita el procesamiento de datos, lo que antecede a la habilidad de clasificar y categorizar información (Pimienta Prieto, 2012).
Cuestionarios	Permite plantear estrategias de evaluación. Es flexible ya que además de evaluar se puede determinar la comprensión de un texto (Cayssials, 2006).	Comprensión de textos (Cayssials, 2006).
Debate	Se puede definir como: Comprometerse con la defensa de una tesis sin pretender imponérsela a los demás a cualquier precio y tratando de conquistar el acuerdo de la parte contraria sin robarle la palabra y reducirla a silencio. En sentido estricto es una competición (un reto, un desafío) entre dos antagonistas en la que, a diferencia de lo que ocurre en una simple discusión, existe una tercera parte (un juez, un auditorio) cuya aprobación buscan los dos contendientes (Ontiveros Quiroz, 1995).	Desarrollar el pensamiento crítico y la habilidad argumentativa. Analizar información (Pimienta Prieto, 2012).

Diagrama de flujo	Diagrama jerárquico que permite identificar un proceso; tiene una simbología específica para una adecuada lectura (Pimienta Prieto, 2012).	Analizar un proceso. Enfocar el aprendizaje sobre actividades específicas. Esquematizar proceso que requieren de una serie de actividades o pasos definidos y sobre los cuales hay que tomar decisiones (Pimienta Prieto, 2012).
Ensayo	Es un escrito en prosa, generalmente breve, que expone, sin rigor sistemático, pero con hondura una interpretación personal sobre cualquier tema (Pimienta Prieto, 2012). Su objetivo es, generalmente, conducir al lector hacia la reflexión de un asunto mediante su cuestionamiento, el aporte de datos o de argumentos que se abren a otras posibilidades de entender el asunto (Mendoza Martínez y Jaramillo Ríos, 2006). Además aborda una problemática a través del análisis y la creatividad (Vargas Acuña, 1999).	Desarrolla las capacidades de: búsqueda rigurosa de información, capacidad de comunicación escrita, la metacognición y el pensamiento crítico (Pimienta Prieto, 2012)
Estructura textual	Forma organizada en la que se presenta información escrita o verbal sobre teorías o conceptos. Se refiere a un estilo constante de presentación de contenidos. La idea primordial es conformar una lógica estándar de presentación del tema (Arellano y Díaz, 2008).	Contextualiza las relaciones entre conceptos y proposiciones. Facilita el recuerdo y la comprensión de lo más importante de un texto (DGB, 2009).
Exposiciones	Se refiere a la exposición oral de un tema, hecha por un alumno o un experto invitado ante un grupo (Arce Medina, 2006)	Aprendizaje de conocimientos teóricos o informaciones de diversos tipos (Arce Medina, 2006)
Juegos	El juego didáctico es un método muy eficaz de la enseñanza problemática (Vizco y Reilly, 2007).	Contribuye a la formación del pensamiento teórico y práctico y a la formación de las cualidades que debe reunir para el desempeño de sus funciones: capacidad para dirigir, y tomar decisiones individuales y colectivas, habilidades y hábitos propios de la dirección y de las relaciones sociales (Vizco y Reilly, 2007)
Lluvia de ideas	Técnica de grupo que permite la obtención de un gran número de ideas sobre un determinado tema de estudio. Se puede integrar a otras técnicas como la clase expositiva y grupos de	Desarrolla el pensamiento crítico (Pimienta Prieto,

	discusión (Sociedad Latinoamericana para la Calidad, 2000).	2012).
Mapa mental	Permite la memorización, organización y presentación de la información con el propósito de facilitar los procesos de aprendizaje, administración y planeación organizacional, así como la toma de decisiones (Rodríguez Cruz, 2007).	Incrementa la capacidad para asimilar, procesar y recordar información. Integrar las partes de un todo o desglosar el todo en sus partes. Desarrollar y lograr la metacognición. (Pimienta Prieto, 2012).
Método de proyectos	Plantea una situación o problemática real que requiere solución o comprobación. Involucra a los estudiantes en la solución de problemas, les permite trabajar de forma autónoma para construir su propio aprendizaje y culmina en resultados reales generados por ellos mismos. Generalmente es trabajo grupal, surgido de la iniciativa individual de un alumno o de un grupo de alumnos (Cortés Fuentealba, 2005).	Acerc a los conceptos fundamentales y principios de una disciplina (ITESM, 2012a). Permite aplicar el método científico. Propicia la metacognición (Pimienta Prieto, 2012)
Objetivos o propósitos	Ayuda conocer la finalidad y el alcance del material y cómo manejarlo. Un objetivo de investigación se enuncia siempre con un verbo en infinitivo (Universidad de Valparaíso, 2003).	Conoce la finalidad y alcance del material y cómo manejarlo. El alumno sabe qué se espera de él al terminar de revisar el material (DGB, 2009)
Organizador previo	Son materiales o información de tipo introductorio y contextual que se presentan antes de la lección, clase, unidad, curso o material de lectura, con el propósito de crear en los estudiantes una estructura de conocimiento que permita la asimilación de información nueva, es una ayuda para que el estudiante cree un vínculo entre su conocimiento previo y la información que recibe (Díaz-Barriga y Hernández, 1999; DGB, 2009).	Hacer más accesible y familiar el contenido. Elaborar una visión global y contextual. Optimizar el uso de los dos hemisferios cerebrales (Ministerio de Educación de Perú, 2001).
Panel	Proporcionar información variada a un grupo de diferentes orientaciones con respecto a un tema (ITESM, 2010).	Estimula el pensamiento crítico y contrasta diferentes puntos de vista con respecto a un tema (ITESM, 2010)
Pasantías formativas	Reside en visitas a empresas, organizaciones sociales, organizaciones no gubernamentales, entidades oficiales, y diferentes espacios comunitarios con el fin de comprender los entornos reales (Rodríguez Cruz, 2007).	Observar y entrevistar a personas que tienen competencias de referencia ya sea de una asignatura o de perfil de egreso de la licenciatura que cursa (Rodríguez Cruz, 2007).

Preguntas intercaladas	Preguntas insertadas en la situación de enseñanza o en un texto. Mantienen la atención y favorecen la práctica, la retención y la obtención de información relevante (Díaz-Barriga y Hernández, 1999).	Facilita la codificación visual de la información (DGB, 2009).
Red semántica	Ofrece un medio empírico de acceso a la organización del conocimiento. Por tanto, puede proporcionar datos referentes a la organización e interpretación interna de los significantes. El primer aspecto técnico, que es fundamental en el desarrollo de una investigación sobre significado connotativo, se refiere a la cautela para seleccionar las palabras, que serán estudiadas de una teoría (Vera-Noriega, Pimentel y Bautista, 2005).	Comprende información abstracta. Traslada lo aprendido a otros ámbitos. Realiza una codificación visual y semántica de conceptos, proposiciones y explicaciones (DGB, 2009).
Resumen	Síntesis y abstracción de la información relevante de un discurso oral o escrito. Enfatiza conceptos clave, principios, términos y argumento central (Díaz-Barriga y Hernández, 1999).	Mantiene su atención e interés. Detecta información principal. Realiza codificación selectiva (DGB, 2009).
Seminarios	El objeto de un seminario es el estudio de una cuestión particular que por su carácter especializado no es de interés general o de necesaria comprensión para todos los alumnos de un curso. Generalmente la mejor manera de tratar una materia en un seminario consiste en articular su análisis entorno a la: lectura y discusión en común de un texto principal pertinente o de una serie de ellos (Universidad Industrial de Santander, 1997).	Que este se oriente al el trabajo científico y el hábito del razonamiento (Torres Barranco, 2010).

Finalmente, y tal y como señalan Montes de Oca Recio y Machado Ramírez (2011), en la literatura especializada se pueden encontrar las denominaciones siguientes: estrategias de enseñanza, estrategias de aprendizaje, estrategias de enseñanza-aprendizaje, estrategias o técnicas didácticas, estrategias docentes, entre otras, las cuales se utilizan indistintamente. Ello obedece a que las fronteras son difusas y en ocasiones pueden ser utilizadas con diversas significaciones. Además, en no pocas oportunidades se tiende a la utilización de palabras como táctica, técnica, procedimiento, etc., para hacer referencia a las estrategias, lo que trae como consecuencia disímiles problemas de interpretación.

2.5.3. Diseño de estrategias didácticas

Para promover el aprendizaje existen una amplia gama de actividades que pueden realizarse dentro o fuera del salón de clases en diferentes formas y distintos momentos. Para Martínez (1999) citado por Iztúriz, Tineo, Barrientos, Ruíz, Pinzón,

Montilla et al. (2007) los juegos instruccionales son una herramienta valiosa para la adquisición de conocimientos, el tránsito de lo concreto a lo abstracto. Es importante destacar que los juegos didácticos permiten desarrollar habilidades, realizar simulaciones, y reforzar el conocimiento de los alumnos, inclusive pudieran ayudarnos a evaluar la cantidad y calidad de los aprendizajes (González Pozos y Mondragón Becerra, 2014).

La profesión docente requiere del dominio de una serie de elementos y procedimientos pertenecientes a la diversidad conformada por el contexto escolar, entre ellos se encuentra el eje didáctico, el cual está conformado por la planificación y la evaluación de los aprendizajes, así como también por las estrategias de enseñanza que permiten consumir los dos procedimientos anteriormente nombrados (Feo, 2010).

Estas afirmaciones resaltan la importancia de las estrategias didácticas en el hecho educativo; las estrategias didácticas están conformadas por los procesos afectivos, cognitivos y procedimentales que permiten construir el aprendizaje por parte del estudiante y llevar a cabo la instrucción por parte del docente; se afirma en consecuencia que las estrategias didácticas son fundamentalmente procedimientos deliberados realizados por quien enseña o aprende con una intencionalidad y motivación definidas, ello ha propiciado una diversidad de definiciones encontradas donde la complejidad de sus elementos se ha diversificado al depender de la subjetividad, los recursos existentes y del propio contexto donde se dan las acciones didácticas (*Idem*).

De acuerdo a Granados Villa, Álvarez Escudero, Ramírez Hernández, Gómez Herrera, Jiménez Nájera, Orozco González et al. (2015) los elementos básicos para ser considerados en el diseño son:

a) Propósito: Debe ser acorde con el propósito de la asignatura, módulo o submódulo, se pretende que el profesor manifieste de manera breve qué espera que aprendan sus estudiantes durante el desarrollo de actividades y para qué lo aprenderán.

b) Tema integrador: Posibilita la integración de contenidos, el trabajo colegiado e interdisciplinario a través del reconocimiento de los saberes, intereses y experiencias de los estudiantes, y el trabajo sobre ellos. Incorpora elementos y experiencias de la

vida cotidiana al trabajo en el aula; permite desarrollar rutas de aprendizaje a partir de secuencias de actividades, posibilita la construcción conceptual además de contextualizar y problematizar.

El tema integrador debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Indicar qué otras asignaturas, módulos o submódulos comparten ese tema integrador.

- Describir la manera en que se trata el tema integrador en la estrategia didáctica.

c) Contenidos que se considera desarrollar en la estrategia didáctica: Distinguir cuáles son los que están integrados en las competencias que se pretende propiciar con la estrategia. Es necesario determinar cuáles construirán los estudiantes, para que posteriormente puedan ser enunciados. Conviene recordar que la competencia está conformada por saberes puestos en acción, por lo que se debe considerar, conjuntamente con los tres tipos de competencias, qué van a aprender los estudiantes, qué procesos y procedimientos seguirán para lograr los aprendizajes y qué actitudes deberán poner en práctica durante la construcción de sus conocimientos y después de ello.

Tomando en cuenta las ideas precedentes, en el diseño se requiere de enunciar los contenidos:

- Fáticos o conceptuales que se pretende que el estudiante construya,
- Procedimentales o metodológicos que se pretende que el estudiante desarrolle,
- Actitudinales o axiológicos que se pretende que el estudiante desarrolle.

d) Competencias genéricas y atributos a desarrollar: Considerando que las competencias dan bases para diseñar las actividades de la estrategia didáctica, las producciones de los estudiantes y la evaluación, y que con ello orientan el proceso educativo, es necesario indicar qué competencias genéricas y atributos se pretende que los estudiantes desarrollen durante la instrumentación en el aula.

Aunque en una estrategia didáctica las actividades pueden propiciar el desarrollo de varias competencias y atributos, es conveniente indicar sólo en cuáles competencias y atributos se hará énfasis, a cuáles se les dará prioridad y las actividades formativas intencionadas que se realizarán para desarrollarlas.

d.1) Disciplinarias: Las actividades pueden propiciar el desarrollo de una o varias de ellas. Al igual que con las competencias genéricas o sus atributos, es importante indicar en cuál o cuáles competencias disciplinarias se hará énfasis o a cuáles se dará prioridad y se desarrollarán con intenciones formativas.

d.2) Profesionales del módulo o submódulo a desarrollar: Estas integran y describen el aprendizaje que se quiere lograr con los tres tipos de contenido (fáctico/conceptual, metodológico/procedimental y actitudinal/axiológico) del programa. Además, dan bases para diseñar las actividades de la estrategia didáctica, las producciones de los estudiantes así como la evaluación. Por lo anterior, es necesario indicar qué competencias profesionales se pretende que los estudiantes desarrollen.

e) Momentos de la estrategia didáctica

e.1) Apertura: Esta tiene la intención de que el profesor identifique cuáles son los saberes del estudiante que se relacionan con los contenidos de la estrategia didáctica, lo que permitirá que el docente tome decisiones sobre las actividades que se realizarán en el momento de desarrollo. Y para que el estudiante, en el desarrollo o el cierre, contraste sus saberes previos con los adquiridos en la estrategia didáctica y reconozca lo que aprendió.

e.2) Desarrollo: En este momento se busca desarrollar o fortalecer habilidades prácticas y de pensamiento que permitan al estudiante adquirir conocimientos en forma sistematizada y aplicarlos en diferentes contextos. Además, que asuma responsablemente las consecuencias de la aplicación de esos conocimientos.

El desarrollo es el momento en que el estudiante, al realizar actividades con diferentes recursos, aborda contenidos científicos, tecnológicos o humanísticos. Contrasta esos contenidos con los saberes que tenía y que recuperó e identificó en la apertura y, mediante esa contrastación, los modifica, enriquece, sustituye o bien incorpora otros.

Con base en el proceso anterior, en el desarrollo se propicia que el estudiante sistematice y argumente sus saberes; además, que los ejercite o experimente, y que transfiera su aprendizaje a situaciones distintas.

Siendo la etapa previa al cierre, el desarrollo es la oportunidad para diagnosticar cuál es el aprendizaje alcanzado y corregirlo o mejorarlo, según sea el caso.

e.3) Cierre: Tiene la intención de que el estudiante identifique los contenidos que aprendió en la apertura y el desarrollo. En el cierre, el profesor debe propiciar que el estudiante identifique los contenidos que se desarrollaron o construyeron, así mismo que realice una síntesis de sus aprendizajes y los valore desde distintas perspectivas.

f) Actividades de la estrategia didáctica: Contribuyen al desarrollo de competencias y/o sus atributos, deben generar productos que muestren los aprendizajes del alumno. Esta producción moviliza conocimientos, habilidades y actitudes específicas que favorecen la apropiación o desarrollo de contenidos.

Cada actividad corresponde de manera particular a la intención didáctica del momento en que se realiza la estrategia y se propicia que el estudiante transite de lo próximo a lo distante y en varios circuitos: individual-colectivo-individual, imaginativo-simbólico-imaginativo y cotidiano-sistematizado-cotidiano.

g) Recursos: Estos tienen un papel fundamental para apoyar el logro del propósito, entre estos están:

g.1) Tiempo: Es la estimación de la duración de cada actividad.

g.2) Material: Incluye lecturas, audios, videos, software educativo, equipo didáctico, materiales de laboratorio y otros.

g.3) Actividades complementarias y extra clase: Se refieren a los ejercicios que se realizan para asegurar el aprendizaje, entre ellos proyectos científicos o tecnológicos, actividades en todos los espacios extraescolares que apoyen el proceso de aprendizaje de cada una de las asignaturas (museos, centros de aprendizaje interactivo, empresas, zoológicos...), investigación en bibliotecas y en campo, ver algún programa de tv y/o película, visitar una página web, entre otros.

h) Evaluación: Es un proceso dinámico y continuo a lo largo de las actividades y corresponde a un enfoque constructivo, es decir, está orientado a la mejora. Es importante recordar que se debe evaluar en cada momento y actividad de la estrategia didáctica, por su importancia se aborda aparte de las actividades. De esta

manera la evaluación también es una actividad de aprendizaje. Por ello resulta necesario:

h.1) Valorar el desarrollo de competencias.

h.2) Establecer criterios para evaluar los aprendizajes. Estos permiten identificar qué es lo que se quiere evaluar del aprendizaje. En este sentido, los criterios deben propiciar que se valoren las tres dimensiones: fáctico/conceptual, procedimental/metodológica y actitudinal/axiológica.

h.3) Incluir los procesos de: autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.

h.4) Emplear diversos instrumentos de evaluación y que éstos sean adecuados a las actividades, aprendizajes, desempeños y productos a evaluar.

h.5) Validación: Ya que la planeación didáctica es una actividad de suma importancia para la operación de los programas de estudio, es recomendable que tanto los docentes como los coordinadores académicos y el director del plantel, o quien él designe, avalen con su firma la aplicación de las estrategias didácticas en las planteles o facultades de las IES.

Según De Anda (2004) entre los aspectos que se deben tener en cuenta al seleccionar estrategias didácticas se encuentran los siguientes:

a) No existe una estrategia didáctica única para la multiplicidad de situaciones de aprendizaje. La misma dependerá del contexto en el cual se desarrolle la clase, el "contenido" que se quiera enseñar, el "propósito" docente. El docente deberá tener una batería de estrategias didácticas para ser utilizadas según lo requiera la situación.

b) Debe existir coherencia entre las estrategias didácticas seleccionadas y los contenidos que se proponen.

c) No todos los alumnos, ni los grupos son iguales.

d) Se deben tener en cuenta los recursos necesarios y los "disponibles" en el lugar de trabajo.

2.6. Estrategias de enseñanza seleccionadas.

En esta investigación se utiliza el término estrategia en un sentido amplio, tal y como lo indican Díaz-Barriga y Hernández (2002), son medios de los que usa el profesor para proporcionar a los estudiantes ayuda para la construcción del conocimiento, incluyendo las técnicas, los recursos y los materiales didácticos que le ayudarán a promover el aprendizaje. Se puede observar que las estrategias incluyen a los procedimientos y a un conjunto de actividades que están encaminadas a conseguir el aprendizaje.

Balderas Domínguez (2010) propone estrategias para organizar la información por aprender, la cual se centra en organizar el contenido de tal forma que le permita al alumno organizar una codificación propia. Su importancia radica en que la información que se va a aprender se enriquezca tomando en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes y organizando las ideas de manera global. Estas estrategias pueden ser utilizadas durante la instrucción o al final de la misma lo que las ubica dentro de las coinstruccionales y posinstruccionales. Para realizarlas, el docente puede llevar a cabo las siguientes actividades: grupos pequeños para trabajar el contenido a abordar, preguntas intercaladas y diseñar organizadores gráficos como mapa conceptual, cuadro sinóptico, esquemas y diagramas.

Las estrategias que se describen a continuación son las que realizaron los estudiantes del turno vespertino que están cursando microbiología en el semestre febrero-junio de 2015; específicamente en el periodo de tiempo en que el docente abordó el tema que corresponde a metabolismo, estas se aplicaron con el fin de que sirvieran de apoyo para destacar, organizar e integrar los contenidos que el profesor abordó, con la intención de generar el aprendizaje de los mismos.

2.6.1. Mapa conceptual

Fue desarrollado por el Profesor Joseph D. Novak de la Universidad de Cornell, USA en 1972, basándose en la teoría de David Ausubel sobre el aprendizaje significativo, este último señaló que el factor más importante en el aprendizaje es lo que el sujeto ya conoce, este ocurre cuando una persona consciente y explícitamente vincula conceptos nuevos con otros que ya posee estructura cognitiva), lo que produce una

serie de cambios en la estructura cognitiva, modificando los conceptos existentes, y formando nuevos enlaces entre ellos. Este tipo de aprendizaje dura más y es mejor que la simple memorización: los nuevos conceptos tardan más tiempo en olvidarse, y se aplican más fácilmente en la resolución de problemas (Novak y Cañas, 2006; Rodríguez Cruz, 2007).

Los mapas conceptuales son representaciones gráficas que indican relaciones entre los conceptos y pueden verse como diagramas jerárquicos que procuran reflejar la organización conceptual de una disciplina, constituyen un recurso centrado en el alumno y no en el docente (González, Hermsillo, Chinchilla, García y Verduzco, 2004). Los conceptos guardan entre sí un orden jerárquico y están unidos por líneas identificadas por palabras (de enlace) que establecen la relación que hay entre ellas (Pimienta Prieto, 2012).

Acosta y García (2012), plantearon que los mapas conceptuales son una estrategia de enseñanza para organizar, agrupar y relacionar los conceptos, desde los más generales y pertinentes, hasta los más sencillos y complejos; facilitando una mejor comprensión de los contenidos estudiados. Como estrategia, promueve el desarrollo del proceso de aprender a aprender representando los significados de conceptos científicos.

Cuándo usarlos

Los mapas conceptuales pueden emplearse como estrategia antes, durante o después de la instrucción, porque permiten la incorporación de nuevos conceptos antes de profundizar en ellos, la construcción grupal de los mismos, durante el proceso enseñanza-aprendizaje y una revisión de que los conceptos fueron comprendidos al final (Rodríguez Cruz, 2007). Se caracterizan por partir de un concepto principal (de mayor grado de inclusión), del cual se derivan ramas que indican las relaciones entre conceptos (Pimienta Prieto, 2012).

Idoneidad del mapa conceptual

De acuerdo a Pimienta Prieto (2012) son:

- a) Indagar los conocimientos previos y, en particular, las relaciones que establecen entre los conceptos.
- b) Evaluar el proceso de aprendizaje de los alumnos.
- q) Insertar nuevos conocimientos en la propia estructura del pensamiento.

- r) Orientar la enseñanza y facilitar los aprendizajes.
- s) Utilizarlos como andamio para la construcción de textos.
- t) Promover un pensamiento lógico.
- u) Identificar el grado de comprensión en torno a un tema.
- v) Aclarar concepciones erróneas.
- w) Proporcionar un resumen esquemático de todo lo que se ha aprendido.

Entre las características generales de los mapas conceptuales se encuentran (Pellegrini y Reyes, 2001; Novak y Cañas, 2006):

- Recogen un número pequeño de conceptos e ideas.
- Son herramientas gráficas para organizar y representar conocimiento.
- Comprender el significado del concepto mediante ejemplos y el análisis de ideas múltiples.
- Son jerárquicos, esto es, los conceptos más generales (inclusivos) deben colocarse en la parte superior y los más específicos, menos generales en la parte inferior.
- Es necesario aislar conceptos y palabras enlace y darse cuenta que desempeñan diferentes funciones en la transmisión del significado, aunque unos y otros son unidades básicas del lenguaje.
- La inclusión de *enlaces cruzados*, son relaciones o enlaces entre conceptos de diferentes segmentos o dominios del mapa conceptual. Los enlaces cruzados nos ayudan ver cómo un concepto en un dominio de conocimiento representado en el mapa está relacionado a un concepto en otro dominio mostrado en el mapa.
- Permiten observar los matices en el significado que un estudiante otorga a los conceptos que se incluyen en su mapa.
- Revelan con claridad la organización cognitiva de los estudiantes.

La aplicación de la técnica de mapas conceptuales requiere que los estudiantes manejen los siguientes conceptos inherentes a dicha técnica (Barrera, Arredondo y Leija, 2008; Andía Celaya y Campión, 2011):

Concepto: Puede ser considerado como aquella palabra que se emplea para designar cierta imagen de un objeto o de un acontecimiento que se produce en

la mente del individuo. Existen conceptos que definen elementos concretos (como casa, escritorio, etc.) y otros que definen nociones abstractas, que no podemos tocar pero que existen en la realidad, como es el caso de democracia y estado.

Palabras de enlace: Se usan para relacionar conceptos. Son las preposiciones, las conjunciones, los adverbios y en general todas las palabras que no sean conceptos y que se utilizan para relacionar estos y así construir una “preposición” Ej. : para, por, donde, como, entre otras. Las palabras enlace permiten, junto con los conceptos, construir frases u oraciones con significado lógico y hallar la conexión entre conceptos.

Preposición: Una preposición es dos o más conceptos ligados por palabras enlace en una unidad semántica.

Líneas o flechas: Generalmente, no se utilizan las flechas porque la relación entre conceptos está especificada por las palabras de enlace, se utilizan las líneas para unir los conceptos. Varios autores reservan el uso de flecha solo en el caso de que la relación de que se trate no sea de subordinación cruzada, entre los conceptos de una sección del mapa y los de otra parte del mapa y los de otra parte del “árbol” conceptual. La flecha indica que no existe una relación de subordinación. Por ejemplo: agua, suelo, fruta.

Para la elaboración de un Mapa Conceptual existen diversos pasos a seguir, los cuales se exponen a continuación (Rodríguez Cruz, 2007):

1. **Seleccionar:** Después de leer un texto o elegir un tema concreto, escoger los conceptos a trabajar y hacer una lista de ellos. Nunca repetir conceptos más de una vez en una misma presentación.
2. **Ordenar:** Del concepto más abstracto y general, al más concreto y específico.
3. **Representar:** En el diagrama se representan y sitúan los conceptos uniéndolos mediante palabras que sirvan de enlace.
4. **Comprobar el mapa:** Revisarlo para determinar si está correcto. En caso de que sea incorrecto corregirlo añadiendo, quitando o cambiando de posición los conceptos.
5. **Reflexionar:** Si se pueden unir distintas secciones. En esta etapa se pueden ver relaciones antes no vistas, y aportar nuevo conocimiento sobre la materia estudiada.

La elaboración de mapas conceptuales permite la utilización de ambos hemisferios del cerebro, potenciado con ellos los procesos del pensamiento abstracto y los psicomotrices, de manera que se complementan, sin olvidar que estos fomentan también el desarrollo de la memoria, la reflexión, el espíritu crítico y la creatividad (Rodríguez Cruz, 2007). El efecto que se cree tiene en el estudiantes es el de ayudarlo a comprender información abstracta, trasladar lo aprendido a otros ámbitos y realizar una codificación visual y semántica de conceptos, proposiciones y explicaciones (DGB, 2009). Sin embargo, acostumbrados a la transmisión de conocimientos, se sienten desorientados al enfrentar estas tareas intelectuales (Barrera et al., 2008).

También, constituyen una importante herramienta para ayudar a los alumnos a almacenar ideas e información, ya que tienen por objeto representar relaciones significativas (Andía Celaya y Campión, 2011).

Se espera además que ayude al estudiante a comprender información abstracta, que traslade lo aprendido a otros ámbitos y que realice una codificación visual y semántica de conceptos, proposiciones y explicaciones (DGB, 2009).

2.6.2. Crucigrama

El crucigrama se originó como pasatiempo en diciembre de 1913 cuando apareció en el suplemento dominical del New York World (Estados Unidos de América), el primer libro de crucigramas fue publicado en 1924. Con el tiempo fue adquiriendo características que le permitieron ser clasificado no sólo como entretenimiento, sino como herramienta didáctica que desarrolla habilidades que mejoran la capacidad de comprensión de las personas que acostumbran resolverlos; por ende este elemento lúdico comenzó a ser usado con fines educativos y pasó a formar parte de una extensa gama de materiales didácticos y de apoyo en los procesos pedagógicos (Olivares, Escalante, Escarela, Campero, Hernández y López, 2008).

Los crucigramas son herramientas didácticas capaces de estimular y desarrollar habilidades que mejoran la capacidad de comprensión de la tarea que se está realizando. Son recursos muy utilizados en las enseñanzas primaria y secundaria (por ejemplo para aprender idiomas), aunque en la universitaria no lo son tanto. Quizás el problema se debe al entendimiento de la palabra “lúdico” (del latín

ludere=juego) como algo peyorativo o poco serio para ser tratado en una disciplina universitaria, pero tal y como apuntan algunos autores (Olivares et al., 2008) resolver este tipo de materiales, que el profesor utiliza como apoyo a su enseñanza, mejoran la atención y la concentración, promueven la creatividad, así como la necesidad de estar informado en ámbitos tanto académicos como culturales. Este tipo de actividades ayudan a relajar e incrementar la participación del alumno, y pueden ser utilizadas como refuerzo de las clases (Giménez Pardo, 2011).

Asimismo, los crucigramas no son sólo una ayuda orientada a facilitar la intervención pedagógica del profesor en el aula y el aprendizaje del alumno, son también la expresión de una determinada concepción de la enseñanza y del aprendizaje. Además, influyen en el desarrollo cognitivo y social, así como en las habilidades académicas, pues mejoran la atención y concentración, y promueven la búsqueda intensa de estrategias para la solución de problemas, poniendo a trabajar la mente y produciendo un desarrollo de la inteligencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Lomas, 1999; León-González y Martín-Cordero, 2012).

La experiencia demuestra que los crucigramas, reglados para cada nivel, son un instrumento rentable didácticamente hablando. Un crucigrama no deja de ser un ejercicio-control-examen que se afronta lúdicamente y que debe estar diseñado pensando en enseñar más que en interrogar; por tanto, las definiciones deben estar cuidadas para que sus enunciados aporten alguna información al alumno. El crucigrama por su propia naturaleza incluye pistas consistentes en las letras comunes a diferentes palabras que se cruzan.

Algunos de los objetivos de la elaboración de los crucigramas en los procesos pedagógicos en nivel superior según Olivares et al. (2008) son:

- Comprobar el nivel de conocimiento técnico alcanzado por los estudiantes, éstos rectifican las acciones erróneas y señalan las correctas.
- Permitir solucionar los problemas de correlación de las actividades de dirección y control de los profesores, así como el autocontrol colectivo de los estudiantes.
- Aumentar el nivel de preparación independiente de los estudiantes y el profesor, tiene la posibilidad de analizar de una manera más minuciosa, la asimilación del contenido técnico impartido.

- Proporcionar una base concreta para el pensamiento conceptual y, por tanto, reducen las respuestas verbales sin significado de los alumnos.
- Hacer que el aprendizaje sea más duradero.
- Contribuir al aumento de los significados y, por tanto, al desarrollo del vocabulario.

Weisskirch (2006) sostuvo que el crucigrama puede servir a los estudiantes como herramienta para medir su comprensión o la carencia de la misma sobre algún tópico, pero sobre todo que promueve la participación activa de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje. Childers (1996), utilizó el crucigrama como medio complementario de ayuda para sus estudiantes en su preparación para el examen final.

2.6.3. Cuadro comparativo

Son organizadores gráficos ampliamente utilizados como recursos instruccionales y se definen como representaciones visuales que comunican la estructura lógica del material educativo. Son estrategias para organizar la información nueva a aprender, son de mucha utilidad cuando se trata de resumir en forma esquemática un gran contenido de conocimientos (ConocimientosWeb.Net, 2015). Según Pimienta Prieto (2012) es una estrategia que permite identificar semejanzas y diferencias de dos o más objetos o hechos.

El cuadro comparativo constituye una forma práctica de sintetizar la información, y facilita el comparar los elementos de un tema, ya sea considerando sus semejanzas o sus diferencias. El cuadro comparativo está constituido por columnas que son útiles para visualizar en un golpe de vista las semejanzas o diferencias entre dos o más datos, hechos o situaciones y en filas los aspectos que se tomarán en cuenta para el cotejo, o a la inversa; permite organizar y sistematizar la información a comprender, constituyéndose en una estrategia importante para el aprendizaje significativo (Firgermann, 2010).

Esta estrategia funciona como repaso al final del tema o para iniciar el aprendizaje de un tema abordado por el profesor, y sobre esa base, ampliar el tema, para después volver al cuadro con el fin de utilizarlo como repaso, ya que se corre el riesgo de que al estudiar únicamente el cuadro, no se entienda el tema a profundidad.

Según Pimienta Prieto (2012) entre las características del cuadro comparativo están:

- Permite identificar los elementos que se desea comparar. Por ejemplo, semejanzas y diferencias de algo.
- Permite escribir las características de cada objeto o evento.

¿Cómo se elabora un cuadro comparativo?

- Identificar los elementos que se desean comparar.
- Señalar los parámetros a comparar.
- Identificar las características de cada objeto o evento.
- Construir afirmaciones donde se mencionen las afirmaciones más relevantes de los elementos comparados.

El docente puede utilizar el cuadro, para ir armándolo mientras explica, o a modo de síntesis, y como cierre de su exposición. También puede proponer a sus alumnos, luego de la explicación, o de la investigación de los temas, que elaboren el cuadro comparativo, dándoles algunos aspectos a comparar, o algunos datos ya comparados, o de alguno de los temas, y dejando en blanco algunos aspectos para completar, a fin de que vayan habituándose con la técnica comprender, constituyéndose en una estrategia importante para el aprendizaje significativo (Firgermann, 2010).

2.6.4. Esquema

Los esquemas son la representación visual de una teoría o de parte de una sesión de aprendizaje que emplea fotografías, ilustraciones, dibujos, videos, medios gráficos, entre otros. Estos recursos por sí mismo son interesantes, es decir, en la mayoría de las ocasiones llaman la atención de los alumnos. Es una estrategia bastante empleada, su establecimiento ha sido siempre muy importante (en términos de lo que aportan al aprendizaje del alumno y lo frecuente de su empleo) en áreas de las ciencias naturales y tecnología, y se les ha considerado más bien opcionales en áreas como humanidades, literatura y ciencias sociales (Díaz-Barriga y Hernández, 1999; Ministerio de Educación de Perú, 2001).

Los esquemas son más recomendables que las palabras para comunicar ideas de tipo concreto o de bajo nivel de abstracción, conceptos de tipo visual o

espacial, eventos que ocurren de manera simultánea para ilustrare procedimientos o instrucciones procedimentales. Además, en el estudiante propicia las habilidades de activar los conocimientos previos, facilitar la codificación visual de la información, orientar y mantener la atención y una mayor retención en la memoria de lo observado (Ministerio de Educación de Perú, 2001; Fola y Velázquez, 2011).

El esquema puede partir de las partes de un todo o del todo a sus respectivas partes, o sea que para su elaboración se puede poner en práctica la inducción o la deducción; se procura ubicar las ideas fundamentales en el lugar que les corresponde, en forma coordinada y apta para tornar el aprendizaje en significativo. Es un recurso valioso una vez que el estudiante se familiariza con su elaboración y ha realizado una lectura atenta, reflexiva, ha comprendido el texto, lo ha analizado para lograr hacer abstracciones, inferencias y síntesis (Peña González, 2013).

De acuerdo a Díaz-Barriga y Hernández (1999) entre las funciones de los esquemas están:

- Dirigir y mantener la atención de los alumnos.
- Permitir la explicación en términos visuales de lo que sería difícil comunicar en forma puramente verbal.
- Favorecer la retención de la información: se ha comprobado que los humanos recordamos con más facilidad imágenes que ideas verbales o impresas.
- Permitir integrar, en un todo, información que de otra forma quedaría fragmentada.
- Permitir clarificar y organizar la información.
- Promover y mejorar el interés y la motivación.

La elaboración de esquemas como estrategia para sintetizar, organizar y estudiar para aprender los contenidos de una determinada asignatura se convierte en un recurso, muy valioso, para el aprendizaje significativo. Cuando los estudiantes se familiarizan con su elaboración se les facilita la tarea de dirigirse a lo más importante del tema y aclarar lo que muchas veces no está lo suficientemente claro con relación a la complejidad de la asignatura. La importancia del esquema radica

fundamentalmente en el hecho de que permite que en el primer vistazo se obtenga una idea general del contenido del texto (Peña González, 2013).

En la literatura se hace referencia a muchos tipos de esquemas, además se señala que entre los más empleados con fines educativos se encuentran:

- Descriptivos
- Expresivo
- Construccional
- Funcional
- Lógico-matemático
- Algorítmico
- Arreglo de datos

Lógicos: Constituyen representaciones gráficas de la estructura, de hechos, procesos y fenómenos, de sus elementos de interconexión que simbolizan lo esencial. La función de dichos esquemas como medios de enseñanza es la de objetivar al alumno los elementos esenciales de un contenido específico, es decir, propiciar su asequibilidad de manera científica (Ibarra, León y Guevara, 2009).

Es pertinente aclarar que el hecho de que el profesor aplique estrategias de enseñanza no implica que el estudiante adquiera de forma automática una estrategia de aprendizaje.

Aunque, el diseño de las estrategias se orientó más bien al alumno, así como a los procesos de adquisición y construcción de sus conocimientos. De acuerdo a lo señalado por García Salcedo y Sánchez (2009) existen diferentes formas de aprendizaje, entre otros, el aprendizaje autorregulado, el aprendizaje independiente, pueden ser empleados para la construcción de la secuencia o plan de clase; pero en esta investigación se tomó como base el aprendizaje activo. La premisa más importante del aprendizaje activo es que el estudiante es el responsable de su propia adquisición del conocimiento, por supuesto que no sólo, sino con el respaldo del docente. Por lo que incluir diversos tipos de actividades a realizar por parte de los alumnos queda enmarcado dentro de este tipo de aprendizaje.

III. ANTECEDENTES

Las investigaciones relacionadas con el empleo de estrategias para la enseñanza de la microbiología hasta el momento son escasas, la revisión de la bibliografía especializada solo arrojó resultados de investigaciones enfocadas en su mayoría a la enseñanza de la microbiología en escuelas de medicina.

El comité de expertos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Organización Mundial de la Salud (OMS) acerca de la enseñanza de la microbiología en las escuelas de medicina de América Latina (1971) señalaron que se debe inducir en el estudiante hábitos de estudio y capacitarlo para proponer hipótesis, hacer predicciones sobre sus consecuencias y, finalmente, buscar los procedimientos más adecuados para probarlas. Lo anterior mediante procedimientos de técnica docente como: clases teóricas, prácticas de laboratorio, cuestionario de estudio, discusiones, seminarios, conferencias de correlación y trabajos de investigación.

Botero, Restrepo, Zuluaga, Hernández, Restrepo y Diaz et al. (1971) en el trabajo denominado Nuevo enfoque en la enseñanza de la microbiología y la parasitología, hacen una descripción de las innovaciones establecidas en los cursos de microbiología y parasitología que se impartían en la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Ellos analizaron diversas estrategias que se dividieron en: grupos de discusión, clases magistrales, prácticas de laboratorio, trabajos de campo y sesiones clínicas. Como resultados obtuvieron la descripción de cada una de estas actividades, haciendo énfasis en las ventajas y desventajas, según la apreciación de cada uno de los autores. Los estudiantes dieron varias razones al considerar los grupos de discusión como más efectivos para el proceso del aprendizaje.

Guerra y Vidal (1978) en su reporte de investigación “La enseñanza integrada de la microbiología en la formación médica”, hacen una reseña de las etapas por las que ha pasado el proceso de enseñanza-aprendizaje en las escuelas de medicina de América Latina a partir de 1940 y enumeran las estrategias a emplear para aplicar la integración de la enseñanza de la microbiología, así como las ventajas que tendría esta integración.

Godoy (2001) en su trabajo “La enseñanza de la microbiología médica”, analizó la enseñanza de microbiología en el pre-grado de la Escuela de Medicina de la Universidad de Oriente (Venezuela), con la que se imparte en otras Facultades de Medicina de regímenes similares y diferentes, comparando los diferentes planes de estudios, objetivos y cargas horarias con el de conocer el nivel que se imparte la microbiología. El encontró que la forma en que se enseña la microbiología médica es bastante similar en la mayoría de escuelas y facultades de Medicina de Latinoamérica, aun cuando los programas son diferentes, en concepción, distribución, contenido y desarrollo, de unidades y temas.

Etcheverry y Nesci (2006) en su investigación “Impacto de la perspectiva histórica en la enseñanza de la microbiología”, generaron una propuesta para favorecer el aprendizaje significativo de los estudiantes que cursan la asignatura de Microbiología general, esto al abordar los contenidos teóricos desde una perspectiva histórica para favorecer la motivación de los estudiantes. La estrategia didáctica se basó en el planteamiento de situaciones problemáticas en clases de laboratorio al inicio de cada temática, que se fueron resolviendo durante el transcurso del cuatrimestre, cuya complejidad fue similar a lo que seguramente enfrentará el egresado en su vida profesional.

Merino, Esquivel y Lifschitz (2008) propusieron al cine, una de las manifestaciones artísticas más completa, como estrategia de articulación teoría-práctica en la enseñanza de la microbiología. La estrategia se basó en el apoyo de la película “Y la banda siguió tocando/And the band played on” como transmisor de contenidos relacionadas con la virología general. El cine resultó ser un método docente activo, dinámico y pertinente en el que se conjugan eficacia con eficiencia.

Llamas Company et al. (2010) propusieron explicar a la microbiología mediante la descripción de los descubrimientos y hechos que contribuyeron al desarrollo de esta ciencia. Crearon una página web con dos aplicaciones independientes que operan sobre una base de datos común: La primera de carácter público para los alumnos aunque con posibilidad de acceso restringido; se pueden consultar los contenidos sin posibilidad de alterarlos y la otra aplicación es privada, los profesores pueden administrar los contenidos, y hacer uso de diferentes herramientas que facilitan la gestión de los mismos. Ellos obtuvieron una excelente

herramienta de consulta en la red no sólo para los alumnos, sino, para el acceso del público en general, siendo este trabajo un proyecto vivo, dinámico y actualizable.

Lifschitz *et al.* (2010) hicieron uso del aprendizaje basado en problemas (ABP) como uno de los métodos de enseñanza-aprendizaje en microbiología, comparándolo con los métodos tradicionales basados en talleres y seminarios. Ellos observaron que no existe diferencia significativa en cuanto a los conocimientos adquiridos en ambos grupos. El grupo de ABP mostró mayor compromiso y motivación para desarrollar la actividad asignada, pero esa diferencia no fue estadísticamente significativa.

Durango Zapata (2012) propuso el desarrollo de estrategias para la enseñanza de la microbiología en alumnos del séptimo grado de la Escuela Normal Superior de Medellín, desarrollando cada una de las temáticas de manera práctica en la que los estudiantes son el elemento principal a la hora de inferir los conceptos que se requieren para la comprensión de cada uno de los contenidos. Dentro de las estrategias propuestas destacó la lectura y análisis para la apertura del tema, tareas de investigación, construcción de un microscopio casero, elaboración de yogurt, observaciones a través del microscopio, estrategia del cuento y observación de un video documental. El grupo experimental presentó mejores resultados a nivel académico frente al grupo control.

IV. CONTEXTO

La Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas es una universidad pública que se localiza en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez en el estado de Chiapas, México. Tiene sus antecedentes más remotos en la Escuela Industrial de Chiapas creada en 1893, siendo gobernador del estado el licenciado Emilio Rabasa Estebanell. Este centro se convirtió en el Instituto de Artes y Oficios del Estado en 1897 y, en 1900, en la Escuela Industrial Militar (Pola Zenteno, 2008).

En 1926 funcionó como Escuela Normal Mixta y Preparatoria del Estado, pero fue en el año de 1944 que por decreto del gobernador Rafael Pascasio Gamboa, se convirtió en el Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas (ICACH), el cual reunía a las escuelas secundaria, preparatoria y normal. Posterior a su creación se integraron al ICACH las escuelas de contabilidad, enfermería, trabajo social, leyes y bellas artes. Cabe destacar que el ICACH fue miembro fundador, desde 1951, de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y, como tal, sus acciones se orientaron conforme a los lineamientos y estrategias de esta asociación.

Mucho tiempo después, en agosto de 1981, el ICACH asumió la función de una institución de educación superior como organismo descentralizado de la Secretaría de Educación Pública del Estado, pero es hasta el mes de febrero de 1982 cuando inició sus actividades como tal. Enseguida, una comisión interdisciplinaria recomendó la creación de la carrera de Ingeniería Topográfica y, en septiembre del mismo año, se autorizó la promoción de esta ingeniería y de las carreras de Odontología, Psicología, Biología y Nutrición. En 1989, por acuerdo del entonces gobernador licenciado Patrocinio González Garrido, la institución consolidó el área de artes con las escuelas de Música, de Danza, Artes Plásticas y Artes Escénicas.

El 31 de enero de 1995, con el Decreto Número 139 expedido por la LVIII Legislatura del Congreso del Estado, el instituto se transformó en la Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas siendo gobernador el Lic. Eduardo Robledo Rincón y primer Rector el Dr. Andrés Fábregas Puig. En ese mismo año se adjunta a la Universidad el Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica

(CESMECA) y en 1996 se aprueba la apertura de la Licenciatura en Música. El 24 de marzo de 2000 adquirió su autonomía y modificó su Ley Orgánica y su marco jurídico, además de la creación de las licenciaturas en Historia y Comercio Exterior y las carreras de técnico superior universitario. En 2012 se modifica la Ley Orgánica de la UNICACH y en ella se inserta la reelección del cargo de Rector.

En el Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH, ubicado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (Figura 1), se imparte la Licenciatura en Biología que tiene los más altos estándares de calidad educativa, ya que cuenta con el reconocimiento de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES: Nivel 1) y es un programa re-acreditado por el Comité de Acreditación de la Licenciatura en Biología, A.C. (CACEB) (UNICACH, 2008).

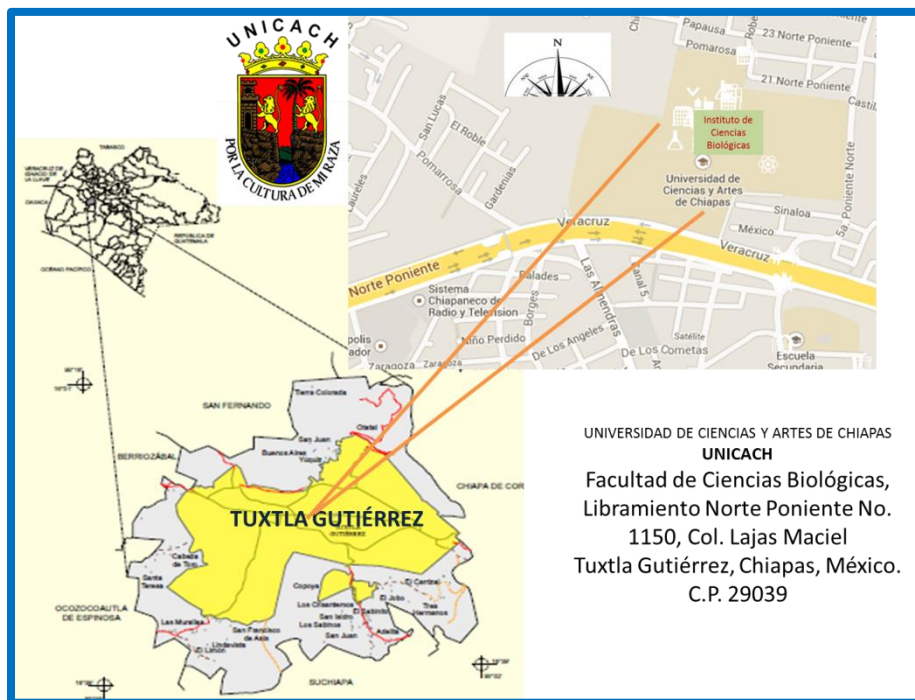


Figura 1. Ubicación geográfica del Instituto de Ciencias Biológicas. Municipio de Tuxtla Gutiérrez, estado de Chiapas, México (INEGI, 2005).

El aspirante a ingresar a la licenciatura en biología tiene que contar con el bachillerato en el área de conocimiento de ciencias físico-matemáticas o químico-biológicas. El perfil de ingreso explica que además debe de tener disponibilidad y gusto por el trabajo en equipo, constancia en el estudio, conocimiento del manejo correcto de información bibliográfica, capacidad de observación, de sistematización,

de pensamiento lógico, de abstracción, análisis y síntesis (UNICACH, 2015). Mientras que el perfil del egresado explica que conocerá las estructuras y fenómenos que integran la vida y su interconexión con otros campos. Poseerá también las aptitudes necesarias para el trabajo en grupos inter y multidisciplinarios, en el seno de instituciones u organizaciones donde se involucre su práctica profesional.

El VI Plan de Estudios (Figura 2) de esta licenciatura tiene como objetivos explorar y vincular el estado activo de las estructuras biológicas de los seres vivos, brindar al alumno una sólida formación científica y un compromiso social que le permitan aprovechar la riqueza natural de Chiapas. Asimismo incorporar los avances científicos de los últimos años a este plan de estudios con el propósito de establecer correspondencias entre ellos y, en consecuencia, fomentar las destrezas básicas que harán de los egresados profesionales eficientes y capaces de aportar beneficios y soluciones a la sociedad en que se desenvuelven (UNICACH, 2015).

Entre los espacios académicos con los que cuentan los estudiantes de la Licenciatura en Biología están: cuatro laboratorios de docencia, el Museo de Zoología, el Herbario Eizi Matuda (HEM) y el Bioterio, además tiene siete laboratorios de investigación.


	Plan de estudios
	Primer semestre Física Matemáticas Metodología de la investigación Biología general Historia y filosofía de la ciencia
	Segundo semestre Química inorgánica Estadística Protistas Microbiología
	Tercer semestre Fisicoquímica Micología Zoología I Biología celular
	Cuarto semestre Química orgánica Botánica I Zoología II Geología
	Quinto semestre Bioquímica Zoología III Botánica II Climatología
	Sexto semestre Biología molecular Zoología IV Botánica III Edafología
	Séptimo semestre Genética Morfofisiología animal I Morfofisiología vegetal I Biogeografía
	Octavo semestre Morfofisiología animal II Morfofisiología vegetal II Ecología Hombre, naturaleza y sociedad Evolución Geología
	Noveno semestre Limnología Ecología de comunidades y ecosistemas Oceanografía Diseño y análisis experimental Seminario de investigación I
	Décimo semestre Acuicultura Biología pesquera Biología de la conservación Política y legislación ambiental Seminario de investigación II
ÁREAS DE FORMACIÓN *	
ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	
ECOSISTEMAS TERRESTRES Y BIOCONSERVACIÓN	
Noveno semestre Ecología de comunidades y ecosistemas Manejo de flora y fauna Sustentabilidad y desarrollo comunitario Diseño y análisis experimental Seminario de investigación I	Décimo semestre Biología de la conservación Política y legislación ambiental Planeación y ordenamiento ecológico Modelos alternativos de investigación Seminario de investigación II
BIOTECNOLOGÍA	
Noveno semestre Biotecnología I Microbiología avanzada Ecología de comunidades y ecosistemas Diseño y análisis experimental Seminario de investigación I	Décimo semestre Biotecnología II Fisiología vegetal avanzada Biología de la conservación Política y legislación ambiental Seminario de investigación II

Figura 2. Asignaturas del VI Plan de estudios de la licenciatura en biología.

La asignatura de Microbiología con clave 026404, valor curricular de 12 créditos y se imparte de manera semestral, cada uno con una duración de 17 semanas, es una de las asignaturas del área de Ciencias Básicas. El objetivo general de la materia es que al finalizar el curso el alumno será capaz de conocer la biodiversidad microbiana y poder diferenciar la acción de los microorganismos como productores, transformadores y causantes de enfermedades a otros seres vivos; asimismo, aplicar técnicas específicas y especiales para el aislamiento, cultivo e identificación de los microorganismos.

Es de carácter obligatorio, se imparte a los estudiantes inscritos en el segundo semestre de la licenciatura en biología que están cursando el primer año de la carrera.

La carga horaria semanal es de nueve horas que se distribuyen en tres horas semanales teóricas y seis horas de laboratorio. Se imparte tanto en el turno matutino como vespertino, el número de alumnos es variable en cada turno y cada semestre, pero en general oscilan de 25 a 35. El número de parciales que se aplican durante el semestre corresponde al mismo número de temas del programa de la materia (Cuadro 4) y el mínimo de prácticas de laboratorio al semestre es de siete.

Debido a que la asignatura es teórico-práctica para que el alumno pueda presentar el examen final integrador de la materia debe de cumplir con el 85% de asistencia y tener aprobada la teoría con una calificación mínima de seis al igual que la parte práctica (laboratorio). Quienes no aprueban pueden presentar un examen extraordinario teórico-práctico, cuya calificación máxima es de ocho de acuerdo al Reglamento General de Alumnos de la Licenciatura publicado en 2014, si no lo aprueban pueden volver a cursar la asignatura.

Cuadro 4. Temas de la asignatura de microbiología del VI Plan de Estudios

Temas	Subtemas
1. Introducción	1.1 Historia 1.2 Ubicación de los microorganismos 1.3 Importancia de los microorganismos y áreas de aplicación de la microbiología 1.4 Grupos especiales de microorganismos 1.5 Taxonomía, nomenclatura y clasificación microbiana 1.6 Principales características taxonómicas de los microorganismos
2. Estructura y función de la célula bacteriana	2.1 La célula procariótica 2.2 Estructuras superficiales 2.3 Citoesqueleto bacteriano 2.4 Estructuras internas a la pared celular 2.5 Material nuclear, plásmidos y mecanismos de adquisición genética (Transformación, transducción y conjugación) 2.6 Endosporas
3. Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano	3.1 Condiciones físicas necesarias para el crecimiento 3.2 Nutrición bacteriana 3.3 Reproducción y desarrollo 3.4 Metabolismo energético
4. Control de crecimiento bacteriano	4.1 Agentes físicos 4.2 Agentes químicos 4.3 Agentes antimicrobianos
5. Ecología microbiana	5.1 Asociaciones microbianas 5.2 Relación huésped-parásito 5.3 Factores de patogenicidad microbiana
6. Virus	6.1 Características generales de los virus 6.2 Morfología, crecimiento y replicación 6.3 Clasificación 6.4 Virus Bacterianos (bacteriófagos) 6.5 Viroides y Priones 6.6 Virus Oncogénicos

V. MÉTODO

La presente investigación, cuyo objetivo se enfocó al diseño de estrategias docentes para la enseñanza de la microbiología en la Licenciatura de Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas; correspondió al tipo cualitativo-cuantitativo al que Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2003) denominaron multimodal, entendiéndose como aquella que permite mezclar ambos métodos con el objeto de enriquecer la investigación. Las estrategias diseñadas para la enseñanza de un tema de la asignatura antes señalada se aplicaron y evaluaron.

Previo a la implementación de las estrategias se realizó un trabajo de tipo transversal con alumnos de diferentes semestres, exalumnos y los profesores que imparten la materia. Actividad que se limitó a una sola observación, es decir, se recabaron datos a través de cuestionarios, los que correspondieron a la evaluación diagnóstica de la que se partió para el diseño de las estrategias docentes.

El diseño de la investigación fue de campo debido a que la información se recogió directamente en el Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH en donde se imparte la asignatura de Microbiología en dos turnos (matutino y vespertino).

5.1. Diagnósticos

Se realizaron dos diagnósticos para conocer la dificultad de la enseñanza y el aprendizaje de los temas y sub-temas que se abordan en el programa de microbiología, en estas actividades participaron estudiantes inscritos en los ciclos escolares agosto–diciembre de 2013 y febrero-junio y 2014 respectivamente, quienes cursaban la Licenciatura en Biología, exalumnos y los dos profesores que imparten la materia (uno en el turno vespertino y otro en el matutino).

5.1.1. Primer diagnóstico

Se realizó en diciembre de 2013 y participaron 71 personas en total, de ellas 64 eran alumnos (de tercero a décimo semestre) inscritos en el ciclo escolar agosto–diciembre de 2013, cinco egresados y los dos profesores que imparten la asignatura de microbiología. En cada salón de clases (matutino y vespertino) se explicó a los jóvenes el propósito del cuestionario, y se preguntó quiénes querían participar en la

investigación, es decir, de manera voluntaria. Lo mismo sucedió con los egresados y los profesores.

Diseño del instrumento

Con el fin de conocer el tema del programa de la asignatura de microbiología que a los profesores les era más difícil explicar y que los estudiantes y exalumnos tienen o tuvieron dificultad de entender, se diseñaron dos cuestionarios. Ambos fueron revisados por dos expertos, cuyo desempeño está relacionado con la didáctica, quienes evaluaron críticamente los reactivos que los llevó a sugerir algunos ajustes, los que se realizaron. Después se aplicó la prueba piloto, lo que propició que se efectuaran ajustes de redacción a cada cuestionario (alumnos y profesores).

Finalmente, el cuestionario de los estudiantes quedó integrado por las secciones de: datos generales, datos académicos y temas difíciles de entender y sus posibles causas (Anexo 1) y el de los docentes por: datos personales, datos sobre la actividad docente y dificultad para explicar (Anexo 2).

5.1.2. Segundo diagnóstico

Con los resultados obtenidos en la primera evaluación diagnóstica y una vez determinado el tema del programa de microbiología difícil de enseñar y de entender, se realizó un nuevo cuestionario que se aplicó en mayo de 2014 (Anexo 3). Lo anterior con el fin de determinar cuál era el o los sub-subtemas que les resultan más difíciles a los participantes. Este cuestionario también fue evaluado por dos expertos y aplicado con los estudiantes y los docentes. Lo que llevo a realizar algunos ajustes, antes y después de la aplicación.

La población que participó en la segunda evaluación diagnóstica se encuentra distribuida tal como se muestra en los cuadros 5 y 6, la cual se determinó debido a que el número de estudiantes por semestre y turno es variable, por tanto el criterio de elección fue el de cinco estudiantes del turno y cinco del vespertino respectivamente y además que estuvieran de acuerdo en participar.

Cuadro 5. Alumnos del turno matutino que participaron en mayo de 2014

Semestre	Estudiantes	Egresados	Docentes
3	5	5	1
4	5		
5	5		
6	5		
7	5		
8	5		
9	5		
10	5		
Total	40	5	1

Cuadro 6. Alumnos del turno vespertino que participaron en mayo de 2014.

Semestre	Estudiantes	Egresados	Docentes
3	5	5	1
4	5		
5	5		
6	5		
7	5		
8	5		
9	5		
10	5		
Total	40	5	1

5.2. Diseño de las estrategias de enseñanza

Una vez que los resultados indicaron que de la Unidad Temática Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano, el tema más difícil era Metabolismo energético, se eligieron cuatro estrategias: mapa conceptual, crucigrama, cuadro comparativo y esquema para abordar tres subtemas: metabolismo, fermentación y ciclo del ácido cítrico.

Estas se diseñaron de acuerdo a lo propuesto por Díaz-Barriga y Hernández (1999), es decir, considerando el momento de la clase y el efecto posible en el estudiante (ver el apartado 2.5.2.2). Se realizaron las estrategias y la forma de

evaluar cada una, de acuerdo a los lineamientos establecidos por diversos autores (ver apartado 2.4 de esta tesis). Asimismo se construyeron los respectivos planes de clase diaria que indican el diseño de la clase para la correcta aplicación de las estrategias.

5.3. Aplicación de las estrategias

Una vez elaboradas las cuatro estrategias de enseñanza para el subtema metabolismo, se aplicaron a los alumnos del turno vespertino que cursaban la asignatura de microbiología en el semestre febrero-junio de 2015 ya que ellos históricamente han tenido los índices de reprobación más altos y por tanto al profesor del turno vespertino. Las estrategias se imprimieron y entregaron a todos los estudiantes, junto con el material complementario para el correcto desarrollo de las mismas.

5.4. Valoración de las actividades realizadas

Los alumnos fueron evaluados de forma individual, a través la entrega de las actividades realizadas (estrategias), las que fueron revisadas y calificadas empleando rúbricas y listas de cotejo. Además, el docente realizó un examen escrito al término de la unidad. La valoración de las estrategias de enseñanza implementadas se complementó con una entrevista al profesor de microbiología.

VI. RESULTADOS

Los resultados del presente trabajo, que se presentan a continuación, se dividen en tres etapas, la primera consistió en determinar cuál o cuáles son el o los temas del programa que tanto profesores como alumnos consideran más difíciles y la segunda en elaborar e implementar estrategias didácticas relacionadas con el subtema señalado como más difícil de entender por quienes participaron al contestar el instrumento y en la tercera evaluar las estrategias que realizaron los alumnos.

PRIMERA ETAPA

1-Profesores

En las instalaciones del Instituto de Ciencias Biológicas (UNICACH) se realizó una entrevista abierta y además se aplicó un cuestionario a los dos profesores que imparten la asignatura de microbiología, ellos señalaron que los temas que tienen mayor dificultad para enseñar son fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano y el de virus. Además, señalaron como posibles causas el uso inadecuado de estrategias de enseñanza al abordar dichos temas.

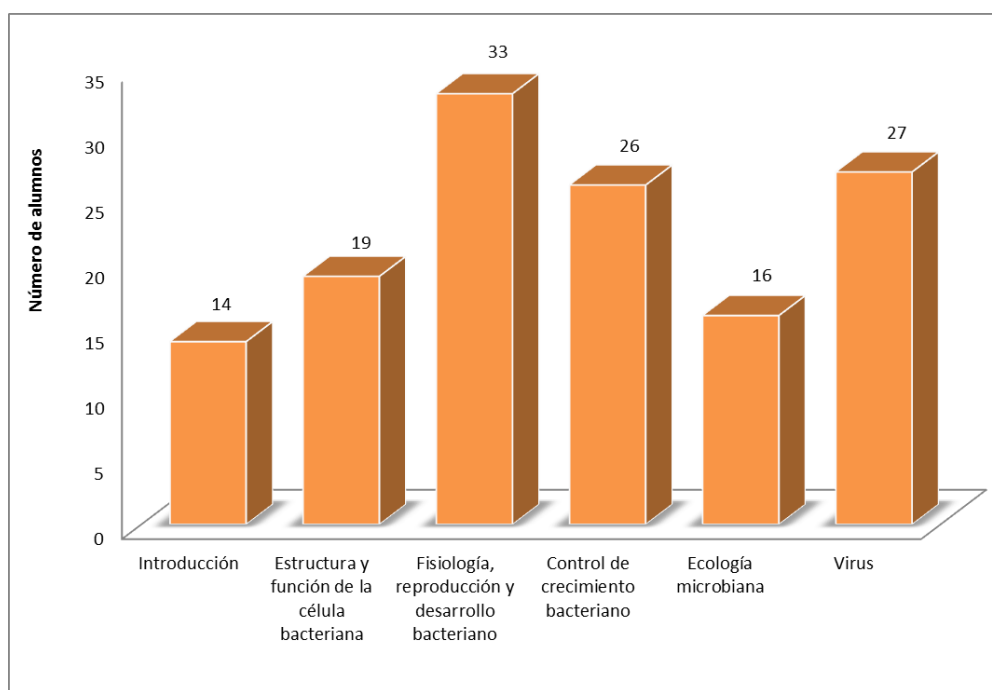
En el turno matutino imparte la materia una licenciada en Biología con una experiencia de cinco años como docente y ha impartido el curso de microbiología 10 veces, mientras que en el vespertino el docente tiene una licenciatura en Química Clínica, una maestría en Ciencias Químico-Biológicas y un doctorado en Biología Celular, con una experiencia docente de 10 años y ha impartido el curso de microbiología aproximadamente 20 veces.

2-Alumnos

Se aplicaron dos cuestionarios, el primero con el fin de conocer el o los temas difíciles de la asignatura, las posibles causas de ello, la presentación de examen extraordinario así como el promedio obtenido. Los resultados obtenidos a partir del primer diagnóstico, corresponde a una muestra de 64 estudiantes, quienes cursaron la asignatura de microbiología (Gráfica 1) y, en ese momento (diciembre 2013) estaban inscritos en el semestre tercero a décimo en los turnos matutino y vespertino. Debido a que el tema de mayor dificultad incluye diversos subtemas se

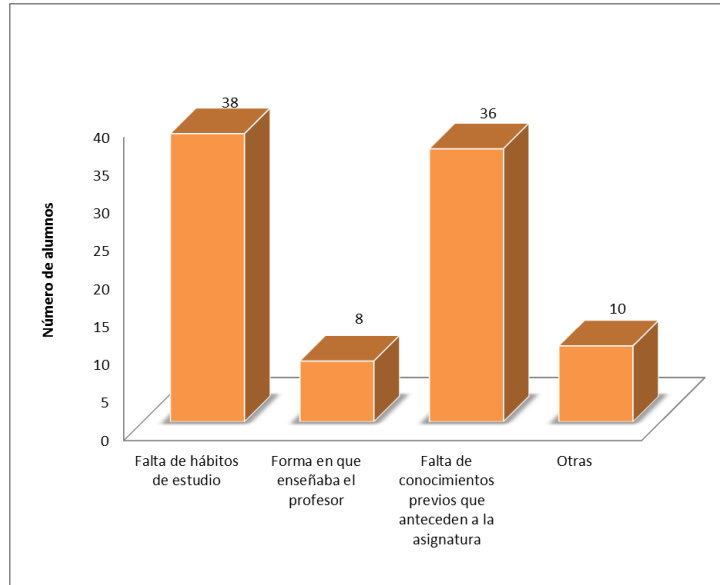
procedió a aplicar un segundo cuestionario diagnóstico en mayo de 2014 a los mismos alumnos (excepto a los que cursaban décimo semestre en 2013) con el fin de conocer cuál de dichos subtemas era más difícil de entender (Gráfica 6). Del total de participantes 46 eran mujeres y 44 hombres cuya edad promedio fue de 21.6 años.

El tema identificado con mayor dificultad para la comprensión fué el de fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano (33=24.4%), seguido del de virus (27=20%) y del de control de crecimiento bacteriano (26=19.2%).



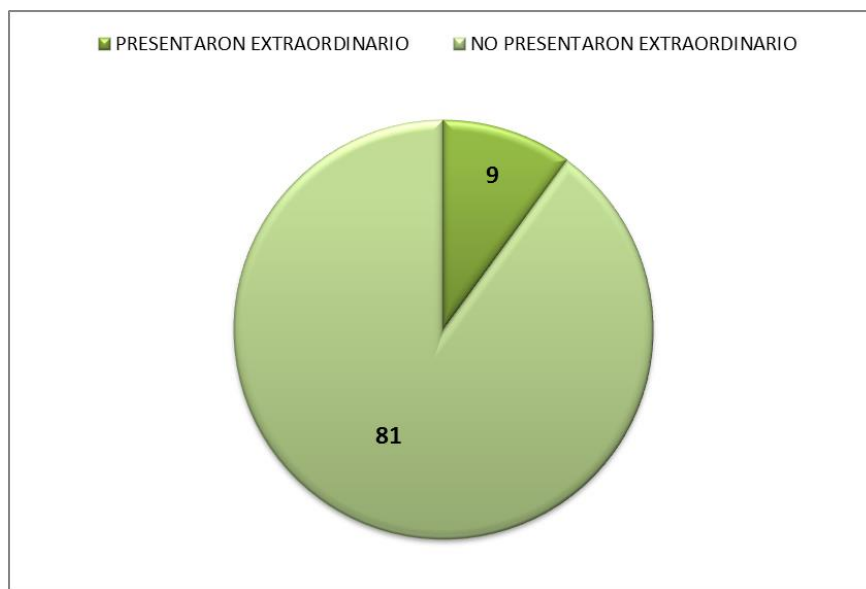
Gráfica 1. Temas de comprensión difícil de la asignatura de microbiología.

Así mismo, indicaron que las principales dificultades para entender los temas del programa son: la falta de hábitos de estudio (41.3%) y la falta de conocimientos previos que anteceden a la asignatura (39.1%) (Gráfica 2).



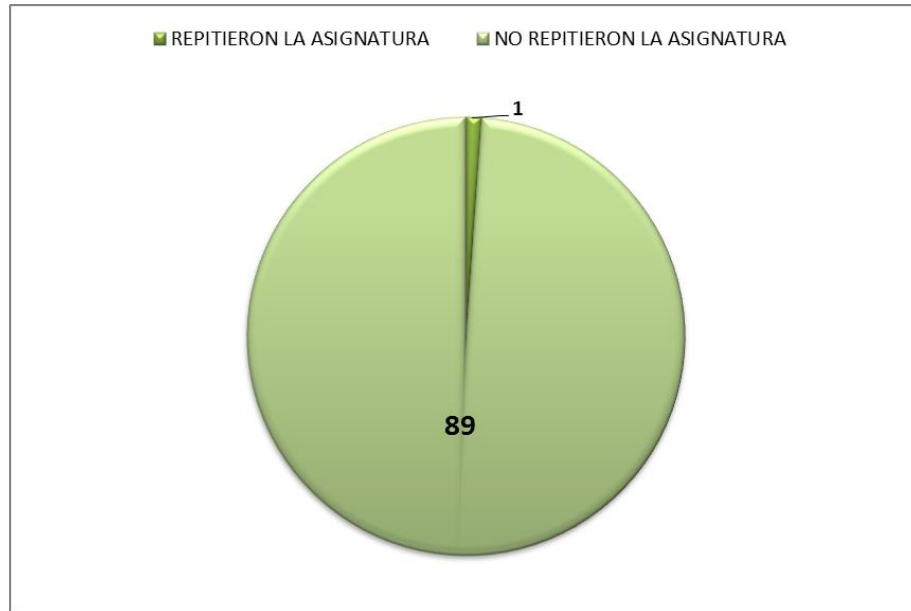
Gráfica 2. Causas que dificultan el aprendizaje de los temas de microbiología

Aunque todos los estudiantes señalaron dificultades en el aprendizaje de diversos temas de la asignatura, la mayoría de los encuestados no presentaron examen extraordinario (Gráfica 3).



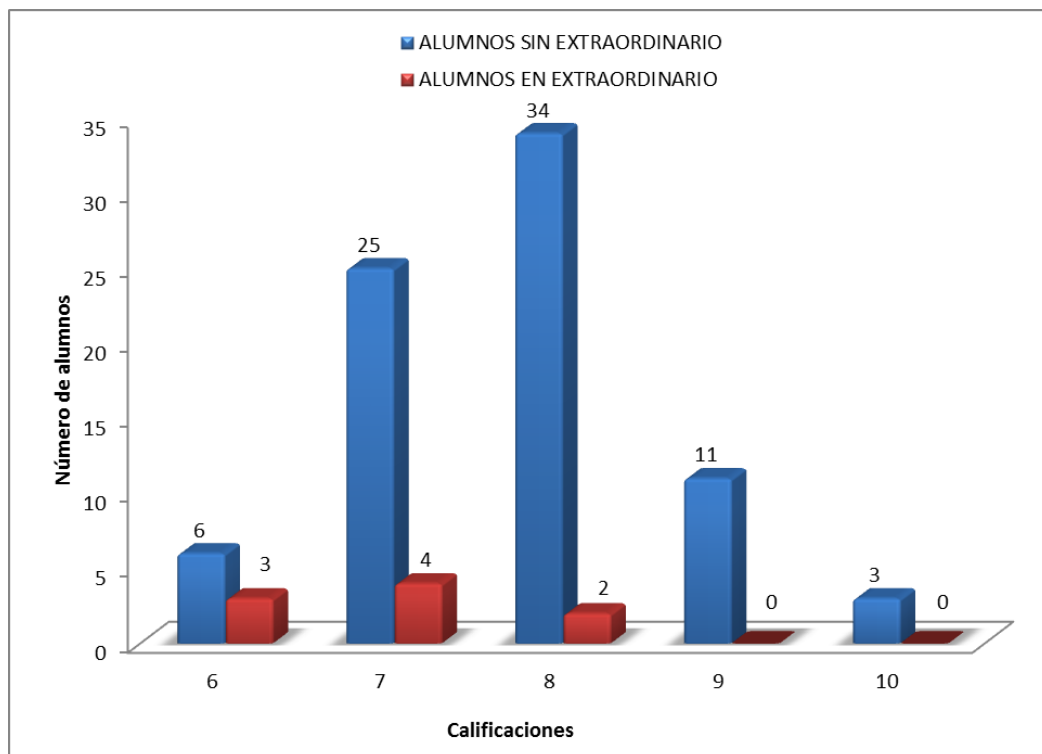
Gráfica 3. Alumnos que presentaron examen extraordinario de microbiología.

Además, de los 90 alumnos encuestados sólo nueve presentaron examen extraordinario y únicamente uno repitió la asignatura (Gráfica 4).

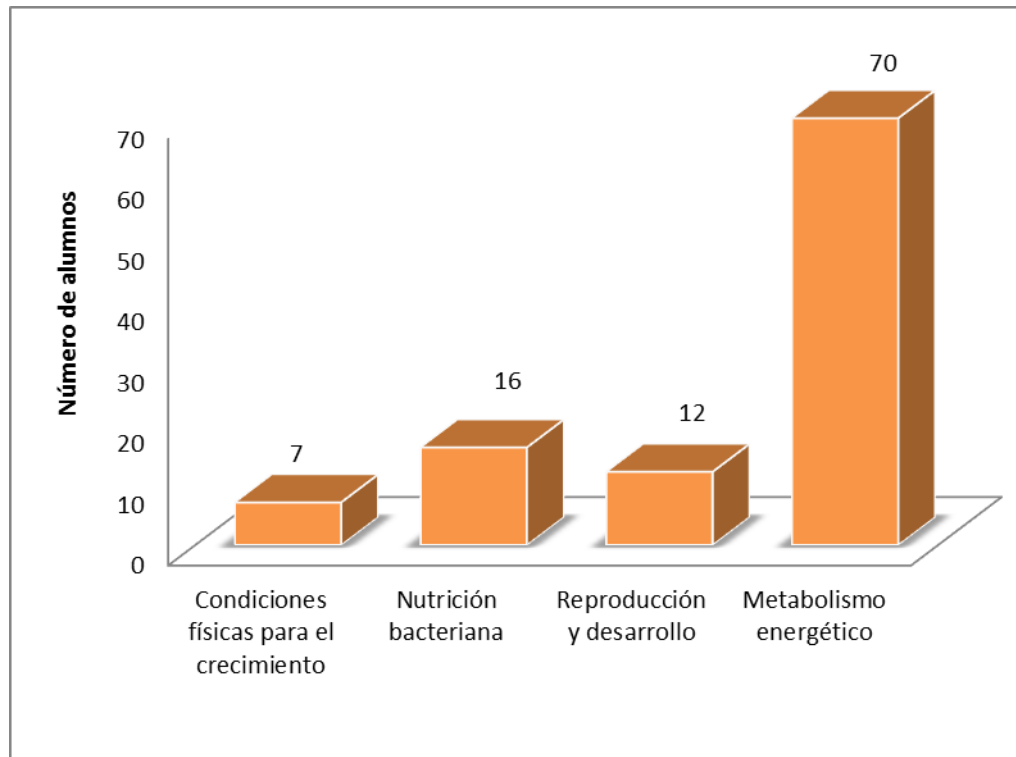


Gráfica 4. Estudiantes que repitieron la asignatura de microbiología.

La mayor calificación aprobatoria promedio de los 90 participantes fue de 7.99, seguida de 7, datos proporcionados por ellos en la encuesta aplicada. Las calificaciones obtenidas por ellos se muestran en la gráfica 5.



Gráfica 5. Calificaciones obtenidas en microbiología por alumnos de diferentes generaciones.



Gráfica 6. Subtemas de la asignatura de microbiología de comprensión difícil.

Como se observa en la gráfica anterior, el tema fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano incluye cuatro subtemas, de ellos, el de metabolismo energético fue señalado por los participantes como el de mayor dificultad de comprensión.

SEGUNDA ETAPA

Una vez realizado el diagnóstico se procedió a:

- 1) Realizar los planes de clase
- 2) Diseñar las estrategias de enseñanza del subtema metabolismo energético de los microorganismos, cabe señalar que este incluye diferentes rutas metabólicas.

Una vez realizados los planes de cada clase se seleccionaron cuatro estrategias para abordar los puntos del subtema antes señalado, con el fin de que la enseñanza del profesor impactara en el aprendizaje de los estudiantes.

Para evaluar cada estrategia se construyó el respectivo instrumento de evaluación, en este caso fueron rúbricas y dos listas de cotejo.

Estrategia 1. Mapa conceptual

PLAN DE CLASE 1

Asignatura: **Microbiología**

Semestre: **Segundo** Grupo: ____

Total de horas por semana: 3 teoría y 6 de laboratorio

Nombre del docente: _____

Semana comprendida: _____ de 2015

Fecha: _____ de 2015

Tema: **Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano**

Sub tema: **Metabolismo energético: Generalidades**

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

- Comprende fenómenos y procesos naturales de las bacterias desde la perspectiva científica.
- Utiliza herramientas y equipos especializados en la búsqueda, selección, análisis y síntesis para la divulgación de la información científica que contribuya a su formación académica.

APRENDIZAJES ESPERADOS

En este subtema se pretende que el estudiante comprenda de manera adecuada y sistemática el concepto de metabolismo, su clasificación y los tipos de productos que se producen en las diferentes rutas metabólicas.

Estrategia: Mapa conceptual

Momento de implementación: Instruccional (inicio)

INICIO

Maestro:

Ejecuta la instrucción de generar un mapa conceptual por los alumnos como estrategia de enseñanza a partir de una lectura proporcionada.

Alumno:

De forma individual realiza la lectura correspondiente, analiza y genera un mapa conceptual (estrategia 1).

DESARROLLO

Maestro:

Lleva a cabo una clase magistral en donde explica detalladamente qué es el metabolismo y su clasificación. Así mismo señala algunas vías metabólicas que las bacterias realizan, las que serán abordadas en clases posteriores.

Alumno:

Realiza anotaciones de la clase y preguntas (dudas) referentes a lo que explicó el profesor en la clase magistral.

CIERRE

Maestro:

Explica los conceptos fundamentales referentes al estudio de la Fisiología, reproducción y desarrollo bacterianos, específicamente el metabolismo bacteriano señalando la importancia de este.

Alumno:

Aporta mediante una lluvia de ideas las concepciones aprendidas que son el referente del subtema metabolismo energético.

Estrategia 1. Mapa conceptual

Fue seleccionado como estrategia pre-instruccional (al inicio) ya que dará al estudiante una visión integradora y crítica de lo que verá, así como para que éste valore su aprendizaje y promueva el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se desea aprender (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

Criterios de ejecución

Lea detenidamente en el libro Microbiología, bacteriología y virología de Molina Manjarrez y Tay (2010), de las páginas 87 a 94 del capítulo VII correspondientes al objeto de estudio: Metabolismo. Después realice las siguientes actividades:

- Elabore un listado de los conceptos más importantes del tema.
- Ordene los conceptos atendiendo el orden de exclusividad.
- Ubique los conceptos jerárquicamente de acuerdo al orden de exclusividad, colocando el más general en la parte superior del mapa.
- Elija los conectores más adecuados para el mapa conceptual.
- Revise debidamente ortografía y puntuación.
- Una vez obtenido el borrador del mapa conceptual se deberá utilizar algún programa para su reelaboración en computadora y posterior evaluación.

RECOMENDACIONES

En la siguiente dirección electrónica: <http://www.xarxatic.com/herramientas-2-0/mapas-y-diagramas/> existen muchas opciones de programas para realizar el mapa conceptual. Se sugiere emplear el Cmap Tools, el cual es un programa multiplataforma para crear y editar de mapas conceptuales mediante aplicaciones escritas en Java. Permite tanto el trabajo local individual, como en internet,

posibilitando la navegación por los mapas realizados. Tiene una interfaz muy sencilla y fácil de usar.

Ofrece numerosas plantillas listas para usar y numerosos objetos (figuras geométricas, flechas, estrellas, etc.), permite también subir imágenes desde el equipo del usuario. Se pueden hacer y trabajar diferentes mapas a la vez (en diferentes pestañas). Además, permite invitar a colaboradores, añadir comentarios y enviar el mapa por correo. El resultado se puede exportar como imagen o PDF para guardarlo en el equipo.

Así mismo está disponible para Windows, Linux y Mac. Existen excelentes tutoriales/manuales en la red, entre los que destaca:
<http://www.youtube.com/watch?v=gZWdtmqYbAg>

Estrategia 1. Mapa conceptual sobre metabolismo energético.

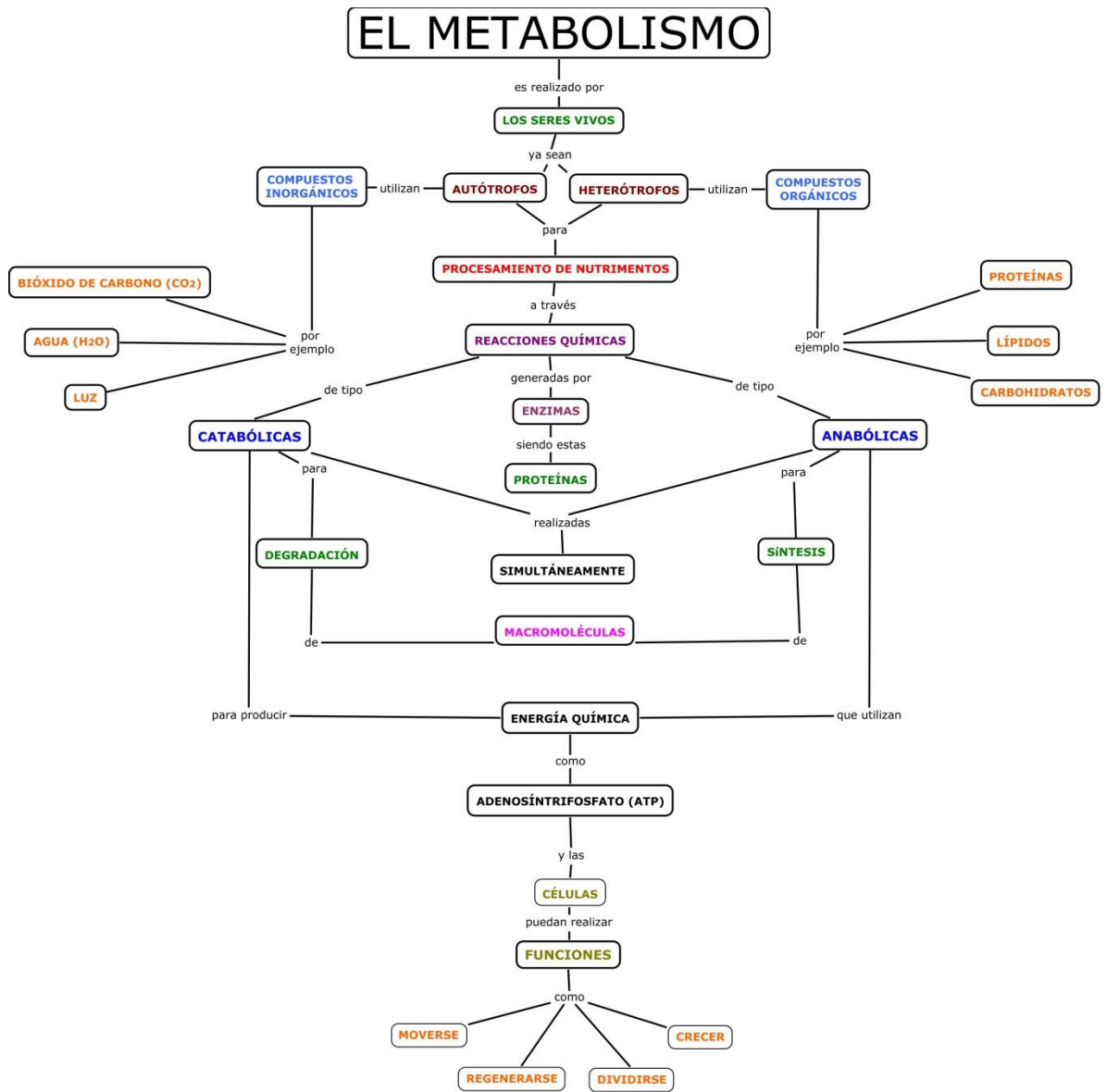


Figura 3. Mapa conceptual propuesto (Estrategia 1). Construido a partir del libro Microbiología bacteriología y virología de Molina et al. (2010), de las páginas 87 a 94 del capítulo VII. Realizado en el programa multiplataforma Cmap Tools.

En la liga: <http://www.youtube.com/watch?v=gZWdtmqYbAg> se podrá encontrar un tutorial para la utilización de este programa.

Rúbrica o matriz para evaluar el mapa conceptual sobre metabolismo energético.

Categorías	4	3	2	1	Alumno	Docente
Título	El título claramente refleja el propósito/contenido del mapa, está identificado claramente como el título (por ejemplo, letras grandes, subrayado, etc.).	El título claramente refleja el propósito/contenido del mapa y está impreso al principio de la página.	El título claramente refleja el propósito/contenido del mapa, pero no está localizado al principio de la página.	El propósito/contenido del mapa no concuerda con el título.		
Conocimiento adquirido	Cuando se muestra un mapa en blanco, el estudiante puede rápidamente y con precisión marcar por lo menos 10 características.	Cuando se muestra un mapa en blanco, el estudiante puede rápidamente y con precisión marcar de 8-9 características.	Cuando se muestra un mapa en blanco, el estudiante puede rápidamente y con precisión marcar de 6-7 características.	Cuando se muestra un mapa en blanco, el estudiante puede rápidamente y con precisión menos de 6 características.		
Ortografía y puntuación	95-100% de las palabras en el mapa están correctamente escritas.	94-85% de las palabras en el mapa están correctamente escritas.	84-75% de las palabras en el mapa están correctamente escritas.	Menos del 75% de las palabras en el mapa están correctamente escritas.		
Nitidez y color en las líneas	Todas las líneas están dibujadas con una regla y los errores han sido ingeniosamente corregidos y las características específicas están coloreadas completamente.	Todas las líneas están dibujadas con una regla y la mayoría los errores han sido ingeniosamente corregidos y las características específicas están coloreadas completamente.	Todas las líneas están dibujadas con una regla, la mayoría de los errores no han sido ingeniosamente corregidos y las características específicas no están coloreadas completamente.	Muchas líneas, errores de corrección, y/o las características no están realizadas de forma ingeniosa.		
Precisión de las etiquetas	Al menos 90% de las características específicas del mapa están etiquetadas y colocadas correctamente.	80-89% de las características específicas del mapa están etiquetadas y colocadas correctamente.	70-79% de las características específicas del mapa están etiquetadas y colocadas correctamente.	Menos del 70% de las características específicas del mapa están etiquetadas y colocadas correctamente.		

Recurso básico para ejecutar la actividad

Molina, J., Manjarrez, M. E., y Tay, J. 2010. Microbiología: bacteriología y virología. Méndez Editores. México. 910 pp.

Estrategia 2. Crucigrama

PLAN DE CLASE 2

Asignatura: **Microbiología**

Semestre: **Segundo** Grupo: ____

Total de horas por semana: 3 teoría y 6 de laboratorio

Nombre del docente: _____

Semana comprendida: _____ de 2015

Fecha: _____ de 2015.

Tema: **Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano**

Sub tema: **Metabolismo energético: fermentación**

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

- Comprende fenómenos y procesos naturales de las bacterias desde la perspectiva científica.
- Utiliza herramientas y equipos especializados en la búsqueda, selección, análisis y síntesis para la divulgación de la información científica que contribuya a su formación académica.

APRENDIZAJES ESPERADOS

En este subtema se pretende que el alumno comprenda la importancia de la fermentación como vía metabólica de los microorganismos, así como los diferentes tipos que existen y conceptos claves para la comprensión de este proceso bioquímico en sus diferentes variantes para la obtención de energía.

Estrategia: Crucigrama

Momento de implementación: Co-instruccional (Durante)

INICIO

Maestro:

Explica de manera general las diferentes vías metabólicas que pueden utilizar los microorganismos para la obtención de energía, haciendo énfasis en la fermentación.

Alumno:

Abona a su conocimiento buscando información solicitada por el docente acerca de la fermentación (definición, características, organismos que la realizan, aplicaciones, clasificación, etc.).

DESARROLLO

Maestro:

Gira la instrucción de leer en el libro de Microbiología de Prescott, Harley y Klein (1999) las páginas 185 a 196 del capítulo 9 Metabolismo: liberación y conservación de la energía. Después el alumno resolverá la hoja de trabajo proporcionada (crucigrama fermentación microbiana).

Alumno:

De manera individual ejecuta la instrucción y resuelve el crucigrama a partir de la lectura realizada.

CIERRE

Maestro:

Lleva a cabo una clase magistral donde explica detalladamente el tema de fermentación tocando los puntos más importantes para la comprensión del tema y resuelve dudas y el crucigrama que servirá como guía de estudio para el examen.

Alumno:

Toma apuntes y corrige el crucigrama para poder usarlo como guía de estudio, así mismo genera preguntas a partir de sus dudas o puntos no comprendidos acerca de la fermentación.

Estrategia 2. Crucigrama

Fue seleccionada como estrategia co-instruccional (durante), ya que apoya los contenidos curriculares durante el proceso de enseñanza. Según Díaz y Hernández (2007), ésta realiza funciones como detección de la información principal, conceptualización de los contenidos, delimitación de la organización, estructuración e interrelaciones entre dichos contenidos, mantenimiento de la atención y motivación.

Diseño.

El software utilizado en la elaboración del crucigrama fue The teachers corner, que se encuentra de forma gratuita en la dirección electrónica <http://worksheets.theteacherscorner.net/make-your-own/crossword/>, 1998-2014. Una vez que se tiene acceso al software se inicia la elaboración del crucigrama, para ello se siguen los pasos siguientes:

1. Abrir el software The teachers corner e indicar que se generará un crucigrama (Figura 4) ya que es un programa que permite crear múltiples hojas de trabajo.

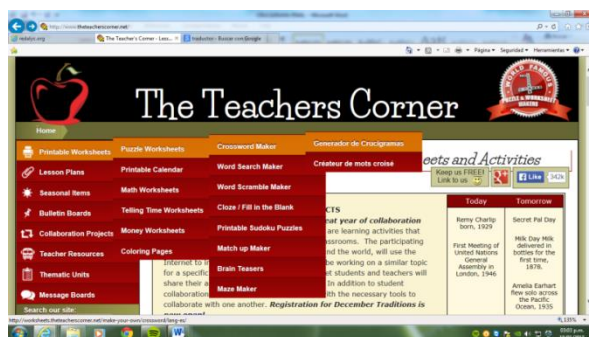


Figura 4. Pantalla de inicio para la creación de un crucigrama en el programa The teachers corner.

2. Complementar el formulario del generador de crucigramas. En el se puede elegir la fuente, imágenes, colores, entre otras características del crucigrama.

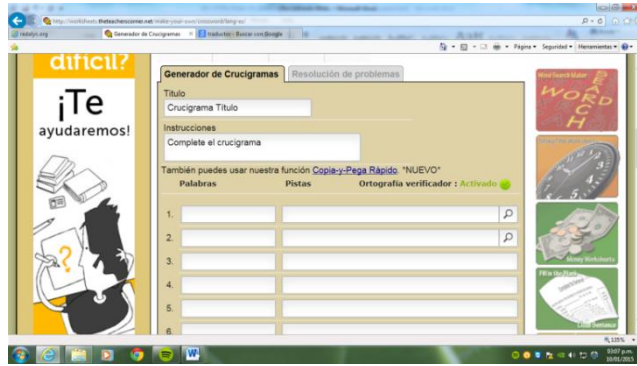


Figura 5. Pantalla que muestra el formulario para generar el crucigrama y sus características.

3. Se rellenan los campos (Figura 6) iniciando con la palabra, posteriormente con la pista o descripción revisando debidamente la ortografía y la puntuación.

	Palabras	Pistas	Ortografía verificador : Activado
1.	Microbiología	YJTUKYIL8LÑÑIOUÑOIÑPIÑ{	
2.	Crucigrama	NFLKHJNEWKGLR{WJVN{IWJNV	
3.	Estrategia	EFERQHYERJUKLIUÑLOÑO.	
4.	Fermentación	TRHJNERYJUK,YILIOUÑLOÑOIÑ	
5.			
6.			
7.			

Figura 6. Pantalla que muestra un ejemplo de llenado de los campos para generar el crucigrama.

4. Una vez introducidas todas las palabras con sus claves, se oprime "hacer crucigrama" (Figura 7).

¿Hacer una línea por Nombre?

¿Muestra el Banco de Palabras?

Utiliza las palabras

Cruzada/Abajo

Horizontal/Vertical

¡Consigue que esto se mantenga gratuito enlazándonos!

Hacer Crucigrama

Figura 7. Pantalla que muestra el botón para generar el crucigrama.

5. Una vez generado el crucigrama (Figura 8) el software cuenta con una barra para editar las características del crucigrama, mandar a imprimir, agregar una imagen, guardar en formato PDF o crear el crucigrama con respuestas si se requiere.

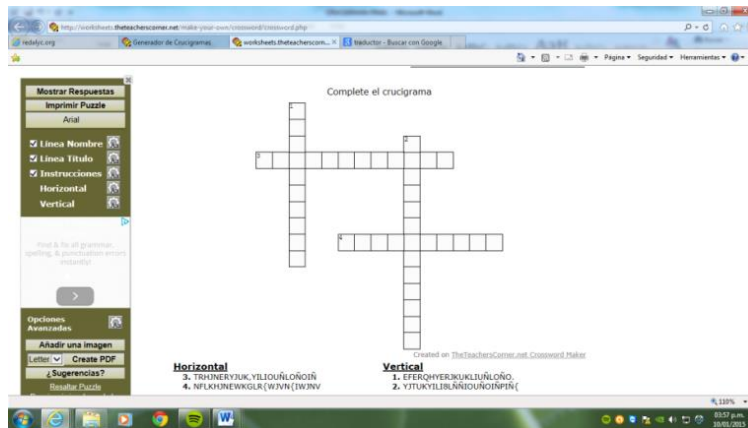
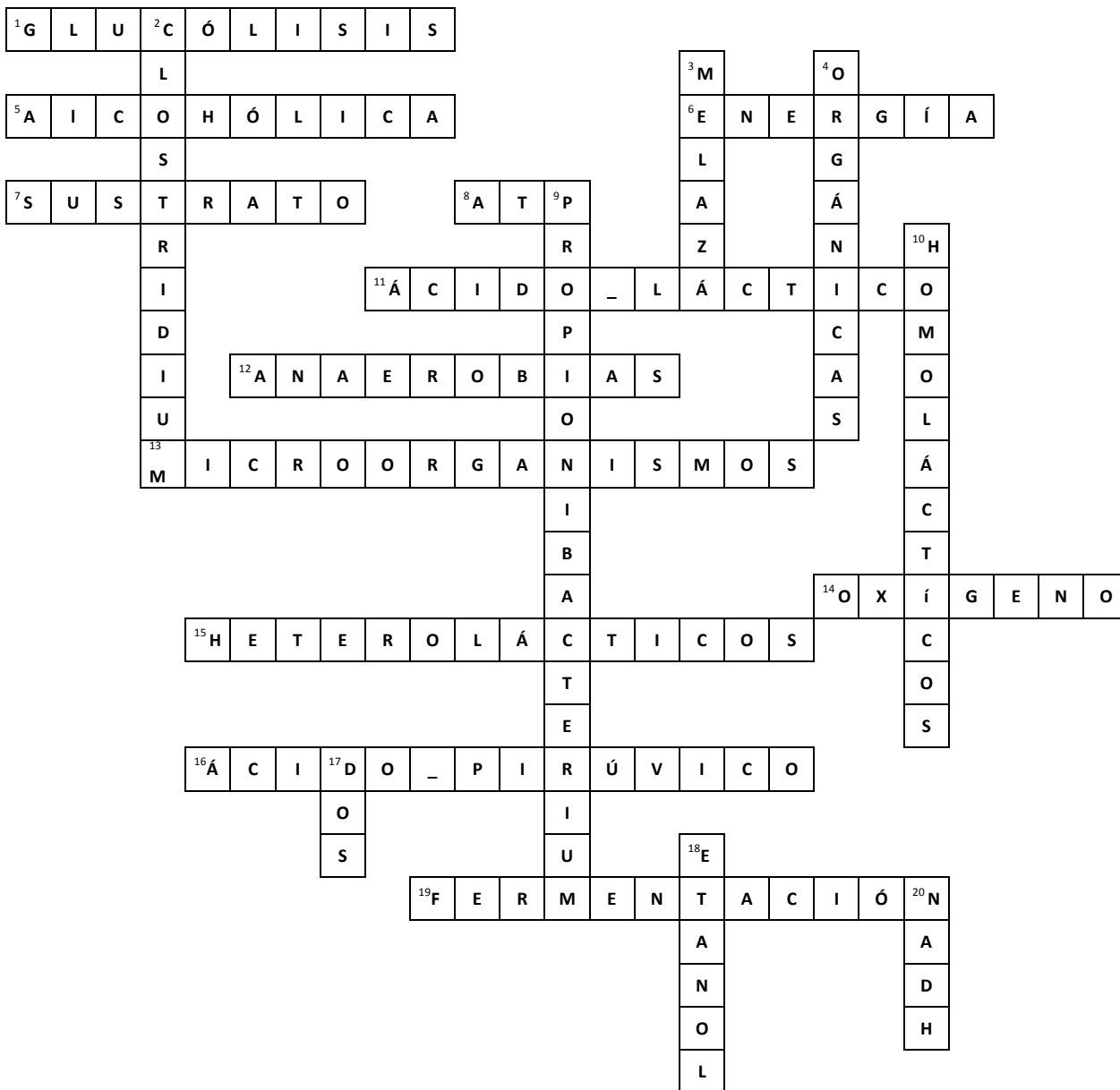


Figura 8. Pantalla que muestra el crucigrama generado.

En la siguiente dirección electrónica:
<https://www.youtube.com/watch?v=8Trh9FA2iaY> se encuentra un tutorial/manual para la utilización del software The teachers corner.

Lista de cotejo de la estrategia 2. Crucigrama sobre la fermentación microbiana.

I. A partir de la lectura del capítulo 5: Metabolismo microbiano (pp. 115-158) del libro *Introducción a la Microbiología* (Tortora, Funke y Case, 2007), complete el siguiente crucigrama a partir de las aseveraciones anotadas en la siguiente hoja. Utilice solo letras mayúsculas al anotar.



Recurso básico para ejecutar la actividad

Tortora et al., 2007. *Introducción a la Microbiología*. 9a. ed. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana. 988 pp.

HORIZONTAL

1. Vía metabólica, también conocida como vía de Embden-Meyerhof, en la que a partir de glucosa se obtiene ácido pirúvico que será utilizado en la fermentación. **GLUCÓLISIS**

5. Tipo de fermentación que realiza la levadura *Saccharomyces*, cuyos productos de desecho, etanol y dióxido de carbono, son útiles para el ser humano. **ALCOHÓLICA**

6. Se libera en la fermentación a partir de azúcares u otras moléculas orgánicas por oxidación. **ENERGÍA**

7. Sustancia específica sobre la que actúa una enzima, de ella dependen los productos finales del proceso de fermentación. **SUSTRATO**

8. Esta molécula es un transportador de energía eficiente durante el metabolismo. **ATP**

11. Tipo de fermentación realizada por *Streptococcus* y *Lactobacillus*, entre otras bacterias, que supone la reducción de ácido pirúvico a lactato. **ÁCIDO-LÁCTICO**

12. Condiciones en las que habitualmente ocurren las fermentaciones. **ANAEROBIAS**

13. Seres vivos diversos y abundantes con la capacidad de fermentar diversos sustratos. **MICROORGANISMOS**

14. Molécula que no es necesaria en la fermentación, aunque a veces está presente. **OXÍGENO**

15. Organismos heterofermentadores que, además de ácido láctico, producen otros ácidos o alcoholes. A menudo utilizan la vía de las pentosas fosfato. **HETEROLÁCTICOS**

16. Aceptor de electrones o derivado de éste en las fermentaciones microbianas. **ÁCIDO-PIRÚVICO**

19. Proceso metabólico que libera energía a partir de un azúcar u otra molécula orgánica. No necesita la presencia de oxígeno ni de una cadena transportadora de electrones. **FERMENTACIÓN**

VERTICAL

2. Género de bacterias cuyo producto de la fermentación es acetona y butanol, utilizados en la industria. **CLOSTRIDIUM**

3. Materia prima utilizada por el hongo *Aspergillus*, que le sirve para obtener ácido cítrico por fermentación. **MELAZA**

4. Tipo de moléculas que en el proceso de fermentación se necesitan como aceptores finales de electrones. **ORGÁNICAS**

9. Género de organismos que, como producto final de la fermentación, sintetizan ácido propiónico, butanol, acetona, alcohol isopropílico y dióxido de carbono. **PROPIONIBACTERIUM**

10. Fermentadores ácido lácticos, que utilizan la vía glucolítica y reducen casi todo el piruvato a lactato. **HOMOLÁCTICOS**

17. Número de moléculas de ATP producidas por cada molécula de glucosa en el proceso de fermentación aerobia o anaerobia. **DOS**

18. Producto final de la fermentación realizada por *Saccharomyces cerevisiae*, utilizado en la elaboración de cerveza, vino y combustible. **ETANOL**

20. Durante la fermentación del alcohol, cuáles son las siglas de la coenzima que participa en la reducción del acetaldehído. **NADH**

Estrategia 2. Crucigrama sobre la fermentación microbiana.

I. A partir de la lectura del capítulo 5: Metabolismo microbiano (pp. 115-158) del libro *Introducción a la Microbiología* (Tortora, Funke y Case, 2007), complete el siguiente crucigrama a partir de las aseveraciones anotadas en la siguiente hoja. Utilice solo letras mayúsculas al anotar.



Recurso básico para ejecutar la actividad

Tortora et al., 2007. *Introducción a la Microbiología*. 9a. ed. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana. 988 pp.

HORIZONTAL

1. Vía metabólica, también conocida como vía de Embden-Meyerhof, en la que a partir de glucosa se obtiene ácido pirúvico que será utilizado en la fermentación.

5. Tipo de fermentación que realiza la levadura *Saccharomyces*, cuyos productos de desecho, etanol y dióxido de carbono, son útiles para el ser humano.

6. Se libera en la fermentación a partir de azúcares u otras moléculas orgánicas por oxidación.

7. Sustancia específica sobre la que actúa una enzima, de ella dependen los productos finales del proceso de fermentación.

8. Esta molécula es un transportador de energía eficiente durante el metabolismo.

11. Tipo de fermentación realizada por *Streptococcus* y *Lactobacillus*, entre otras bacterias, que supone la reducción de ácido pirúvico a lactato.

12. Condiciones en las que habitualmente ocurren las fermentaciones.

13. Seres vivos diversos y abundantes con la capacidad de fermentar diversos sustratos.

14. Molécula que no es necesaria en la fermentación, aunque a veces está presente.

15. Organismos heterofermentadores que, además de ácido láctico, producen otros ácidos o alcoholes. A menudo utilizan la vía de las pentosas fosfato.

16. Aceptor de electrones o derivado de éste en las fermentaciones microbianas.

19. Proceso metabólico que libera energía a partir de un azúcar u otra molécula orgánica. No necesita la presencia de oxígeno ni de una cadena transportadora de electrones.

VERTICAL

2. Género de bacterias cuyo producto de la fermentación es acetona y butanol, utilizados en la industria.

3. Materia prima utilizada por el hongo *Aspergillus*, que le sirve para obtener ácido cítrico por fermentación.

4. Tipo de moléculas que en el proceso de fermentación se necesitan como aceptores finales de electrones.

9. Género de organismos que, como producto final de la fermentación, sintetizan ácido propiónico, butanol, acetona, alcohol isopropílico y dióxido de carbono.

10. Fermentadores ácido lácticos, que utilizan la vía glucolítica y reducen casi todo el piruvato a lactato.

17. Número de moléculas de ATP producidas por cada molécula de glucosa en el proceso de fermentación aerobia o anaerobia.

18. Producto final de la fermentación realizada por *Saccharomyces cerevisiae*, utilizado en la elaboración de cerveza, vino y combustible.

20. Durante la fermentación del alcohol, cuáles son las siglas de la coenzima que participa en la reducción del acetaldehído.

Estrategia 3. Cuadro comparativo

PLAN DE CLASE 3

Asignatura: **Microbiología**

Semestre: **Segundo** Grupo: ____

Total de horas por semana: 3 teoría y 6 de laboratorio

Nombre del docente: _____

Semana comprendida: _____ **de 2015**

Fecha: _____ **de 2015**

Tema: **Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano**

Sub tema: **Metabolismo energético: ciclo del ácido cítrico**

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

- Comprende fenómenos y procesos naturales en bacterias desde la perspectiva científica.
- Utiliza herramientas y equipos especializados en la búsqueda, selección, análisis y síntesis para la divulgación de la información científica que contribuya a su formación académica.

APRENDIZAJES ESPERADOS

En este subtema se pretende comprender y analizar la importancia el ciclo del ácido cítrico realizado por algunos microorganismos para la obtención de energía, así como el manejo adecuado de conceptos para la comprensión del subtema.

Estrategia: Cuadro comparativo

Momento de implementación: Pos-instruccional (Cierre)

INICIO

Maestro:

Proyecta un video para la apertura del tema y ver el funcionamiento del ciclo del ácido cítrico.

Alumno:

Comenta y expone sus ideas referentes al video del ciclo del ácido cítrico así como sus ideas previas.

DESARROLLO

Maestro:

Explica mediante una clase magistral qué es y cuál es la función principal del ciclo del ácido cítrico y sus características, además las reacciones químicas que se producen.

Alumno:

Expone dudas y completa correctamente el cuadro comparativo.

CIERRE

Maestro:

Para cerrar el subtema (ciclo del ácido cítrico) se da la instrucción de leer y analizar el capítulo 9. Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico, el cual se encuentra en las páginas 306-337 del libro de Bioquímica: las bases moleculares de la vida (McKee y McKee, 2009). Se le proporciona al alumno una hoja de trabajo para que efectúe un cuadro comparativo. Resuelve dudas generadas durante la elaboración del cuadro comparativo.

Alumno:

Lee y analiza el capítulo 9. Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico, el cual se encuentra en las páginas 306-337 del libro de Bioquímica: las bases moleculares de la vida (McKee y McKee, 2009). Complementa el cuadro comparativo del ciclo del ácido cítrico.

Estrategia 3. Cuadro comparativo

Criterios de ejecución

Realicen la actividad en equipos de cinco integrantes.

I. Después de efectuar la lectura del capítulo 9: Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico (pp. 306-337) del libro Bioquímica: Las bases moleculares de la vida (McKee y McKee, 2009), complete el siguiente cuadro comparativo según se requiera a partir del análisis del tema.

Cuadro comparativo del ciclo del ácido cítrico.

El ciclo del ácido cítrico es:					
Reacciones químicas	Sustrato	Enzima	Producto	Sustrato secundario	Producto secundario
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
Función de las moléculas FAD y NAD⁺					
Total de moléculas FADH₂ producidas					
Total de moléculas NADH producidas					

Lista de cotejo para evaluar el cuadro comparativo

Criterios de ejecución

Realicen la actividad en equipos de cinco integrantes.

I. Después de efectuar la lectura del capítulo 9: Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico (pp. 306-337) del libro Bioquímica: Las bases moleculares de la vida (McKee y McKee, 2009), complemente el siguiente cuadro comparativo según se requiera a partir del análisis del tema.

Cuadro comparativo del ciclo del ácido cítrico.

El ciclo del ácido cítrico es:	Es un conjunto de reacciones bioquímicas que oxidan por completo a los sustratos orgánicos, como la glucosa y los ácidos grasos, para formar CO ₂ , H ₂ O y las coenzimas reducidas NADH y FADH ₂ . El piruvato, el producto de la vía glucolítica, se convierte en acetil-CoA, el sustrato del ciclo de ácido cítrico. Además de su función en la generación de energía, el ciclo del ácido cítrico desempeña también funciones importantes en los procesos de biosíntesis, como la gluconeogénesis, la síntesis de aminoácidos y la síntesis de porfirinas.				
Reacciones químicas	Sustrato	Enzima	Producto	Sustrato secundario	Producto secundario
1	Acetil-CoA	Sintasa de Citrato	Citrato	H ₂ O	CoASH
2	Citrato	Aconitasa (isomerasa de citrato)	Isocitrato		
3	Isocitrato	Deshidrogenasa de isocitrato	α-Cetoglutarato	NAD ⁺	NADH+H ⁺ , CO ₂
4	α-Cetoglutarato	Deshidrogenasa α-cetoglutarato	Succinil CoA	NAD ⁺ , CoASH	NADH+H ⁺ , CO ₂
5	Succinil CoA	Sintasa de Succinil CoA	Succinato	GDP, Pi	GTP, CoASH
6	Succinato	Deshidrogenasa de Succinato	Fumarato	FAD	FADH ₂
7	Fumarato	Fumarasa	Malato	H ₂ O	
8	Malato	Deshidrogenasa de malato	Oxalacetato	NAD ⁺	NADH+H ⁺
Función de las moléculas FAD y NAD⁺		Transportar los electrones que se producen en el ciclo de Krebs a la cadena transportadora de electrones para la síntesis de ATP.			
Total de moléculas FADH₂ producidas		1			
Total de moléculas NADH producidas		3			

Estrategia 4. Esquema

PLAN DE CLASE 4

Asignatura: **Microbiología**

Semestre: **Segundo** Grupo: ____

Total de horas por semana: 3 teoría y 6 de laboratorio

Nombre del docente: _____

Semana comprendida: _____ de 2015

Fecha: _____ de 2015

Tema: **Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano**

Sub tema: **Metabolismo energético: ciclo del ácido cítrico**

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

- Comprende fenómenos y procesos naturales en bacterias desde la perspectiva científica.
- Utiliza herramientas y equipos especializados en la búsqueda, selección, análisis y síntesis para la divulgación de la información científica que contribuya a su formación académica.

APRENDIZAJES ESPERADOS

En este subtema se pretende comprender y analizar la importancia el ciclo del ácido cítrico realizado por algunos microorganismos para la obtención de energía, así como el manejo adecuado de conceptos para la comprensión del subtema.

Estrategia: Esquema

Momento de implementación: Pos-instruccional (Cierre)

INICIO

Maestro:

Proyecta un video para la apertura del tema y ver el funcionamiento del ciclo del ácido cítrico.

Alumno:

Comenta y expone sus ideas referentes al video del ciclo del ácido cítrico así como sus ideas previas.

DESARROLLO

Maestro:

Maestro explica mediante una clase magistral qué es y cuál es la función principal del ciclo del ácido cítrico y sus características, además las reacciones químicas que se producen. Resuelve dudas generadas durante el llenado del esquema.

Alumno:

Expone dudas y completa correctamente el esquema.

CIERRE

Maestro:

Para cerrar el subtema (ciclo del ácido cítrico) da la instrucción de leer y analizar el capítulo 9. Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico, el cual se encuentra en las páginas 306-337 del libro de Bioquímica: las bases moleculares de la vida (McKee y McKee, 2009). Se le proporciona al alumno una hoja de trabajo para que complemente un esquema propuesto por el docente referente al tema.

Alumno:

Lee y analiza el capítulo 9. Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico, el cual se encuentra en las páginas 306-337 del libro de Bioquímica: las bases moleculares de la vida (McKee y McKee, 2009). Complementa el esquema que se encuentra en la hoja de trabajo.

Estrategia 4. Esquema

Criterios de ejecución

Realicen la actividad en equipos de cinco integrantes.

I. Después de efectuar la lectura del capítulo 9: Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico (pp. 306-337) del libro Bioquímica: Las bases moleculares de la vida (McKee y McKee, 2009), complete el siguiente esquema según se requiera a partir del análisis del tema.

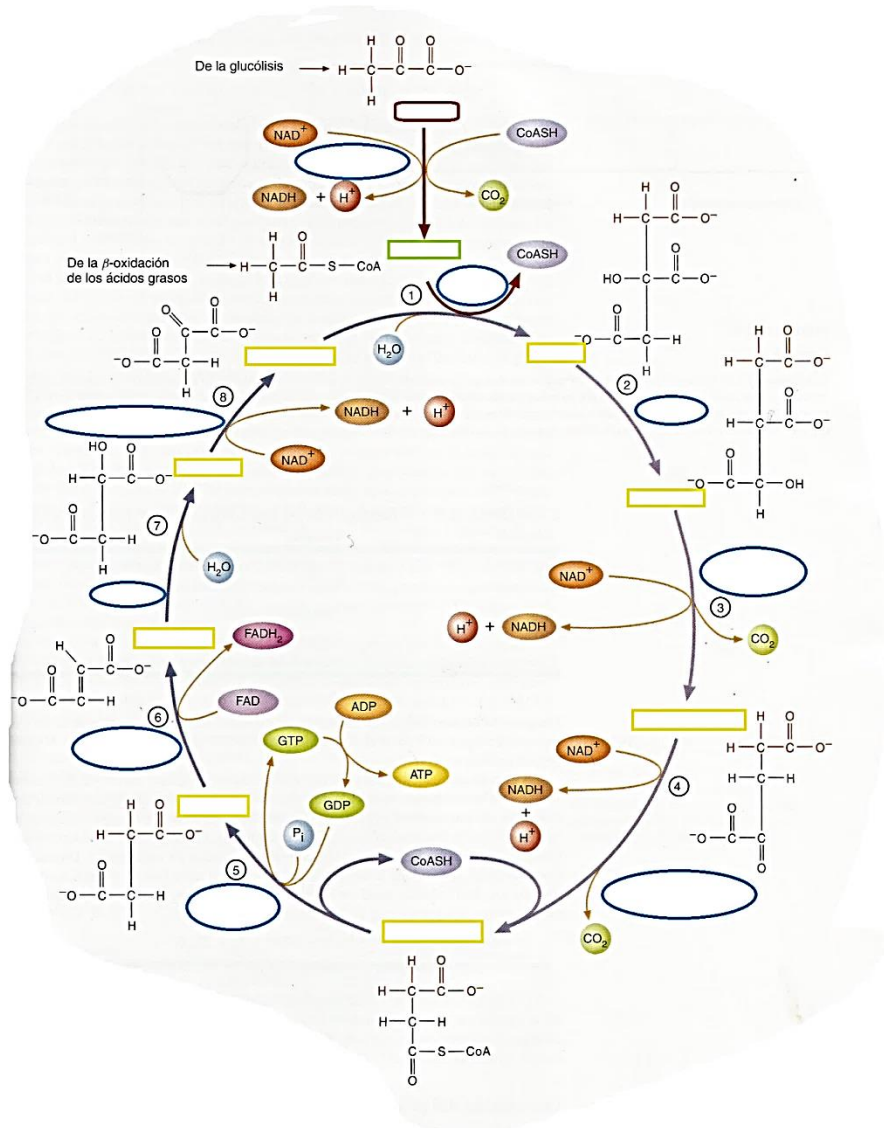


Figura 9. Ciclo del ácido cítrico para completar

En cada vuelta del ciclo entra la acetil-CoA procedente de la vía glucolítica o del catabolismo de los ácidos grasos y salen dos moléculas de carbono totalmente oxidadas en forma de CO₂. Se reducen tres moléculas de NAD⁺ y una molécula de FAD. Se genera una molécula de GTP (interconvertible con el ATP) en una reacción de fosforilación en el nivel del sustrato.

Lista de cotejo para evaluar el esquema

Criterios de ejecución

Realicen la actividad en equipos de cinco integrantes.

I. Después de efectuar la lectura del capítulo 9: Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico (pp. 306-337) del libro Bioquímica: Las bases moleculares de la vida (McKee y McKee, 2009), complete el siguiente esquema según se requiera a partir del análisis del tema.

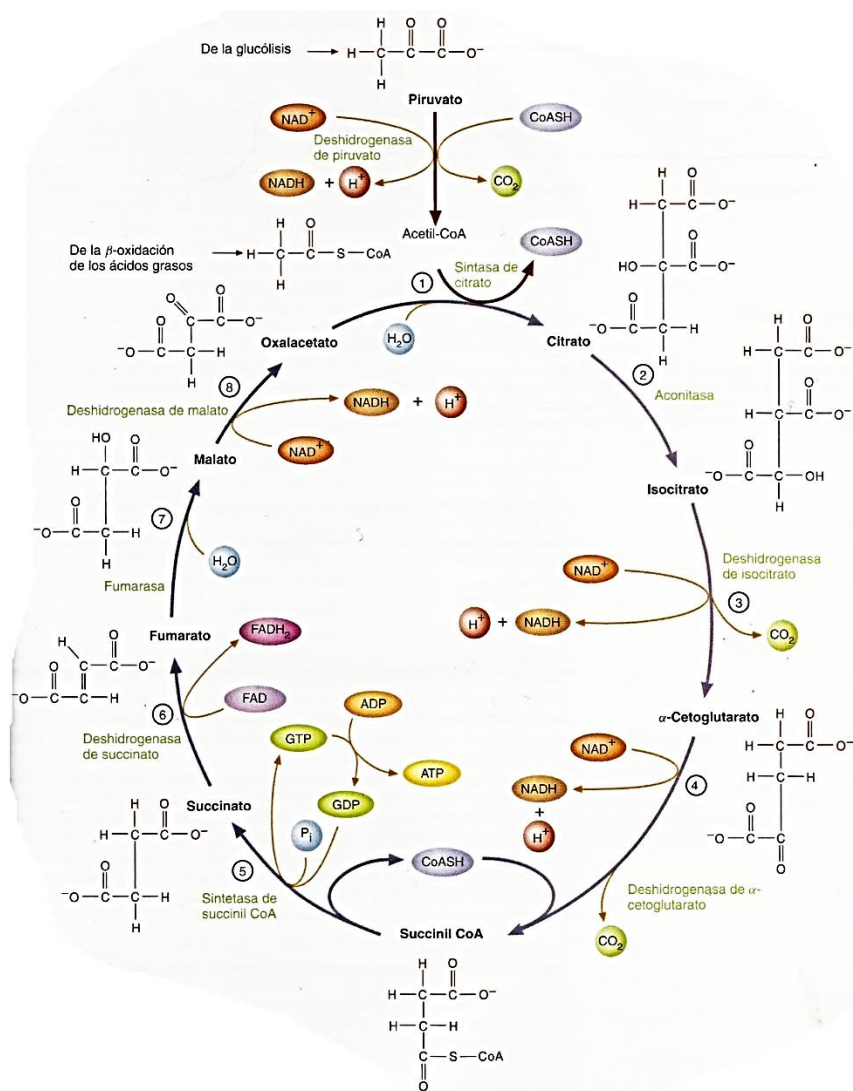


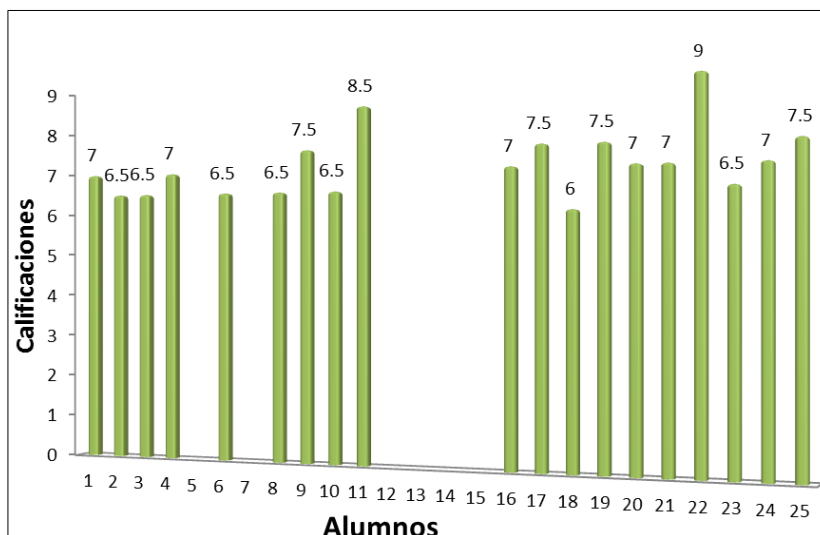
Figura 10. Ciclo del ácido cítrico.

En cada vuelta del ciclo entra la acetil-CoA procedente de la vía glucolítica o del catabolismo de los ácidos grasos y salen dos moléculas de carbono totalmente oxidadas en forma de CO₂. Se reducen tres moléculas de NAD⁺ y una molécula de FAD. Se genera una molécula de GTP (interconvertible con el ATP) en una reacción de fosforilación en el nivel del sustrato.

Implementación y evaluación de las estrategias

Estrategia 1: Mapa conceptual

La primera estrategia se aplicó en abril de 2015 a los alumnos del segundo semestre vespertino que cursan la materia de microbiología. En la asignatura están inscritos 25 alumnos (n=25) de los que solo 19 (76%) entregaron la actividad que correspondió al sub-tema metabolismo. El promedio grupal fue de 7.07, el mapa conceptual se evaluó con la rúbrica correspondiente (Página 87). De las calificaciones registradas, la más baja fue de 6, obtenida por un alumno, así mismo la más alta fue de 9 obtenida también por un alumno (Gráfica 7).



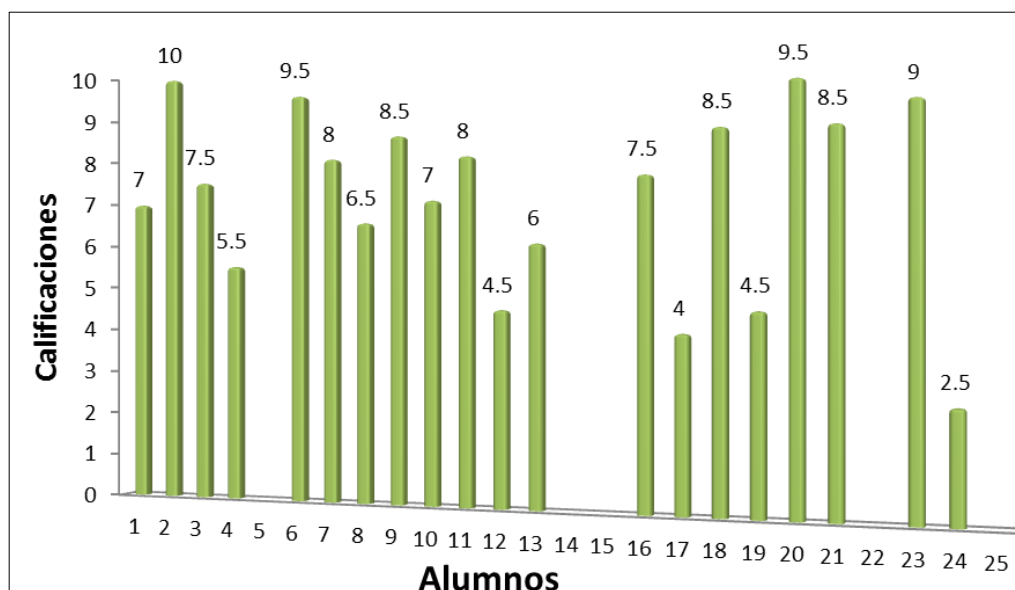
Gráfica 7. Calificaciones obtenidas por los alumnos en la actividad 1. El mapa conceptual evaluado corresponde al sub-tema metabolismo.

El análisis de la actividad extra-clase reveló que solo el 25% de los alumnos le asignó título al mapa conceptual, acción muy importante, ya que refleja claramente el propósito y contenido del mapa; solo el 15% de los alumnos maneja del 95-100% de palabras correctamente escritas (ortografía y puntuación); 5% nitidez y color en las líneas trazadas en los mapas y prácticamente ningún estudiante tiene precisión en al menos el 90% de las etiquetas utilizadas en el mapa conceptual (Anexo 5).

Estrategia 2: Crucigrama

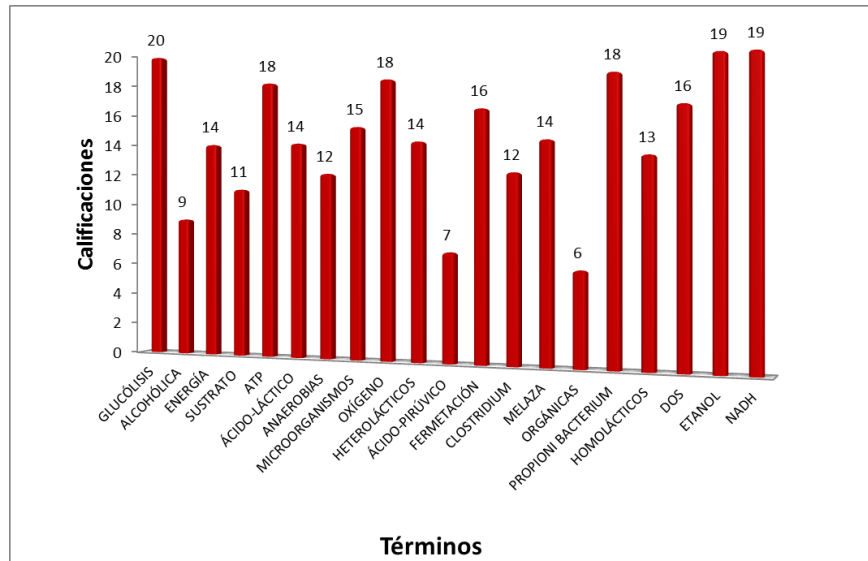
La segunda estrategia se aplicó en el mismo periodo en que se estaba abordando el sub-tema metabolismo, el crucigrama correspondió a fermentación, proceso bioquímico importante en el metabolismo de las bacterias. Esta actividad fue extra-clase y se requirió del empleo de las tecnologías de información y comunicación (TIC).

La actividad fue entregada por 20 alumnos (80%) obteniendo un promedio de calificación de 7.1; la evaluación de los 20 reactivos se realizó mediante la lista de cotejo correspondiente (Página 93). La calificación más baja registrada en la resolución del crucigrama fue de 2.5 obtenida por un solo alumno, la más alta fue de 10 obtenida también por un alumno (Gráfica 8).



Gráfica 8. Calificaciones de alumnos que entregaron la actividad 2. El crucigrama evaluado corresponde al sub-tema fermentación.

En la siguiente gráfica se puede observar la frecuencia de respuesta de los 20 términos involucrados en la resolución del crucigrama. Así mismo, los resultados muestran que el concepto más acertado al momento de contestar el crucigrama fue glucólisis y el menos acertado fue orgánicas (Gráfica 9; Anexo 5).

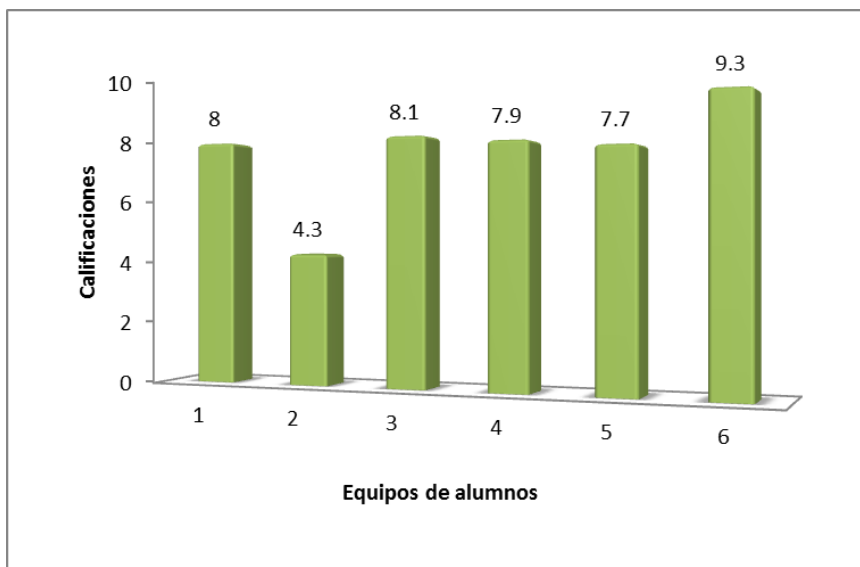


Gráfica 9. Frecuencia de aciertos de los 20 términos manejados en el crucigrama sobre fermentación.

Estrategia 3: Cuadro comparativo

La tercera estrategia aplicada fue un cuadro comparativo para el sub-tema ciclo del ácido cítrico, un conjunto de reacciones bioquímicas que además de su función en la generación de energía, desempeña también, funciones importantes en los procesos de biosíntesis en los microorganismos. Esta actividad fue realizada en clase y los estudiantes se organizaron en seis equipos de cuatro alumnos aproximadamente cada uno.

La actividad fue llevada a cabo por 22 alumnos (88%) obteniendo un promedio de calificación por equipo de 7.5, la evaluación de los 44 reactivos se realizó mediante una lista de cotejo (Página 99). La calificación más baja registrada en la resolución del cuadro resumen fue de 4.3 obtenida por el equipo 2, así mismo la más alta fue de 9.3 obtenida por el equipo 6 (Gráfica 10; Anexo 6).

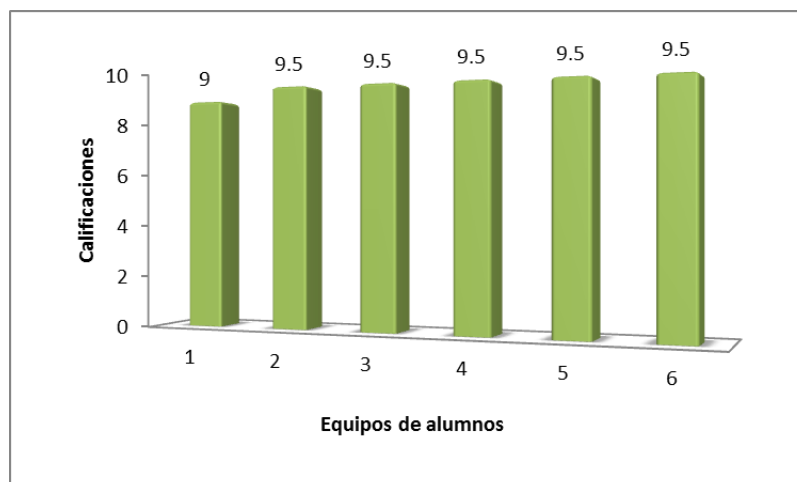


Gráfica 10. Calificaciones de los equipos que realizaron la actividad 3. El cuadro comparativo evaluado corresponde al sub-tema ciclo del ácido cítrico.

Estrategia 4: Esquema

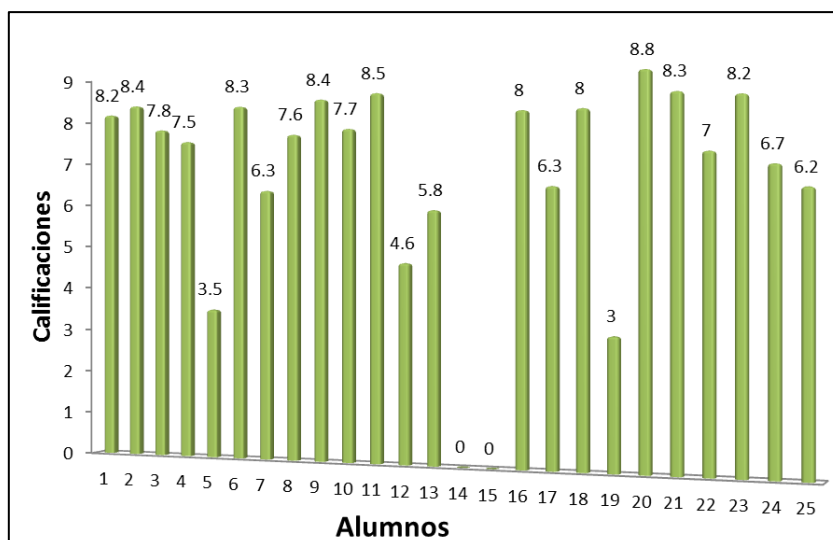
La cuarta estrategia se aplicó junto con la tercera, ya que ambas corresponden al mismo subtema. El esquema ciclo del ácido cítrico también se realizó en clase y en equipos de alumnos.

La actividad fue realizada por 22 alumnos (88%) obteniendo un promedio de calificación por equipos de 9.4, la evaluación de los 19 reactivos de los que constó la estrategia se realizó mediante una lista de cotejo (página 103). La calificación más baja registrada en la resolución del esquema fue de 9 obtenida por el equipo 1, así mismo la más alta fue de 9.5 obtenida por los equipos restantes (Gráfica 11).



Gráfica 11. Calificaciones de los equipos que elaboraron el esquema. Corresponde al sub-tema ciclo del ácido cítrico.

Del total de las actividades realizadas para el tema metabolismo, dos alumnos (8%) no entregaron ninguna de las cuatro actividades, obteniendo así los promedios más bajos; la calificación promedio más alta fue de 8.8 obtenida por un alumno (Gráfica 12). La estrategia 1 que corresponde al Mapa conceptual fue la que más alumnos no realizaron (seis), seguida de la estrategia 2: Crucigrama (cinco) y por último las estrategias 3 y 4: Cuadro comparativo y esquema (tres respectivamente) (Cuadro 6).



Gráfica 12. Promedio de las calificaciones obtenidas en el desarrollo de las cuatro estrategias para el tema metabolismo.

Cuadro 7. Calificaciones de los alumnos en el semestre febrero-junio 2015. Actividades entregadas y calificaciones obtenidas en cada estrategia por los alumnos de segundo semestre que cursan microbiología en el turno vespertino. Las estrategias se aplicaron a los estudiantes durante abril de 2015.

Alumnos	Estrategias y subtemas				PROMEDIO
	Mapa conceptual Metabolismo	Crucigrama Fermentación	Cuadro resumen Ciclo del ácido cítrico	Esquema Ciclo del ácido cítrico	
1	7	7	9.3	9.5	8.2
2	6.5	10	8	9	8.4
3	6.5	7.5	7.7	9.5	7.8
4	7	5.5	8.1	9.5	7.5
5	0+	0+	4.3	9.5	3.5
6	6.5	9.5	8	9	8.3
7	0+	8	8	9	6.3
8	6.5	6.5	7.7	9.5	7.6
9	7.5	8.5	7.9	9.5	8.4
10	6.5	7	7.7	9.5	7.7
11	8.5	8	8.1	9.5	8.5
12	0+	4.5	4.3	9.5	4.6
13	0+	6	8	9	5.8
14	0+	0+	0+	0+	0.0
15	0+	0+	0+	0+	0.0
16	7	7.5	7.9	9.5	8.0
17	7.5	4	4.3	9.5	6.3
18	6	8.5	8.1	9.5	8.0
19	7.5	4.5	0+	0+	3.0
20	7	9.5	9.3	9.5	8.8
21	7	8.5	8.1	9.5	8.3
22	9	0+	9.3	9.5	7.0
23	6.5	9	7.9	9.5	8.2
24	7	2.5	7.9	9.5	6.7
25	7.5	0+	7.7	9.5	6.2

+: No entregó.

Las calificaciones sirven como referente para mejorar e implementar estrategias alternativas en el aprendizaje de la microbiología así como la generación de conclusiones, propuestas y recomendaciones.

Opinión del profesor

Una vez implementadas todas las estrategias se realizó una nueva entrevista con el profesor de los alumnos que participaron. Él comenta que observó un efecto benéfico en la mayoría de los estudiantes al utilizar las diferentes estrategias de enseñanza, debido a que asimilaron de manera más rápida la información correspondiente al capítulo. Además, que la estrategia del cuadro comparativo, les ayuda a resumir lo leído y a hacer menos tedioso el abordaje de muchos conceptos. Lo mismo ocurrió con la construcción de los mapas conceptuales, ya que como resultado de la lectura previa los alumnos son capaces de identificar conceptos básicos para comprender el tema. Él detectó un aumento sustantivo en cuanto a calificación, participación y cumplimiento de tareas, lo que puede deberse a que no se habían realizado tantas actividades como en semestres anteriores.

El docente comenta que para la elaboración de estrategias ahora es posible apoyarse en textos ya que hoy en día tienen un apartado de apoyos, sobre todo para la elaboración de reactivos, ya que los alumnos han comentado que en ocasiones las preguntas están mal planteadas o mal elaboradas por lo que el docente debe revisar con mucho detalle la redacción de los reactivos.

Las estrategias son muy útiles ya que los alumnos muestran interés y comentan que al utilizar las estrategias pueden comprender un tema e incluso avanzar con mayor rapidez. También existen estrategias que por su amplitud se distribuyen equitativamente entre los educandos para que por grupos se vayan abordando los contenidos hasta unificarlos ya que algunas estrategias conducen al análisis del material completo.

A juicio del profesor la estrategia que mejor funcionó con este grupo fue el cuadro comparativo ya que esta actividad requirió que los estudiantes realizaran una lectura de comprensión previa del tópico. Es una estrategia que les exige un poco más de pensamiento y de análisis crítico de la información. Mientras que el crucigrama fue la que menos funcionó, lo que posiblemente se debe a que se manejan muchos conceptos que aún no le son familiares a los alumnos, y además, en ocasiones el desconocimiento de estos términos no permite que los escriban de manera correcta.

VII. DISCUSIÓN

En todos los niveles educativos el docente tiene un papel muy importante en la enseñanza ya que es quien instruye y dosifica los aprendizajes. Además, tal y como señala la SEP (2007), debe tener la capacidad de realizar las funciones sustantivas de generación y aplicación innovadora de conocimiento, tutoría y gestión académico administrativa. Por ello, y como señala Feo (2010) es necesario que los docentes no sólo conozcan la disciplina sino que también manejen con soltura estrategias y recursos educativos lo más variado posible para facilitar y mejorar el aprendizaje.

La microbiología es una asignatura interdisciplinaria que se enseña tanto en las facultades de ciencias como en las escuelas de medicina a nivel mundial. Su interdisciplina es un reto para su enseñanza efectiva, el diseño curricular y la integración de estrategias pedagógicas en el salón de clases. La manera de enseñar los temas del programa de la asignatura va a influir sobre el aprendizaje de la misma; al respecto Durango Zapata (2012) considera que la implementación de actividades didácticas es de vital importancia para tener resultados satisfactorios relativos al aprendizaje de los estudiantes, como es el caso de lecturas, prácticas experimentales y un trabajo estructurado que permita la interacción del estudiante para actuar, reflexionar, y hablar sobre el mundo.

Con relación a los temas que se abordan en el programa de la materia de microbiología que se imparte en la Licenciatura en Biología, uno de los profesores en entrevista realizada en 2014 señaló que uno de los temas que a los estudiantes les resulta más difícil es el de Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano que incluye varios subtemas, pero el de Metabolismo energético es el de mayor dificultad. Lo anterior coincide con los datos recabados con alumnos y egresados que cursaron la asignatura, cerca del 24.4% señala al mismo tema como el más complejo de entender y el 66.6% al mismo subtema.

Los participantes indicaron que las principales dificultades para entender los temas del programa son la falta de hábitos de estudio (41.3%) y la falta de conocimientos previos que anteceden a la asignatura (39.1%). En contraste, los profesores entrevistados (2014) consideran que el mayor problema de los alumnos para entender determinados tópicos es la falta de conocimientos previos

relacionados con la asignatura, ya que existen conceptos o términos que no conocen o manejan.

A partir de los resultados del diagnóstico (Gráficas 1 y 2) se diseñaron cuatro estrategias para el subtema Metabolismo energético, como recurso didáctico para favorecer la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento, estas fueron: Mapa conceptual, crucigrama, cuadro comparativo y esquema. Pero antes de aplicarlas se diseñó un plan de clase para ubicar cada estrategia, y destacar cuatro momentos esenciales del plan de clase: el inicio, el desarrollo, el cierre y la evaluación. Todos ellos integrados de una manera lógica y sistemática que permite al profesor generar un clima lógico de clase que promueva en el estudiante un aprendizaje significativo.

De acuerdo a lo indicado por Feo (2010), los componentes básicos de una estrategia didáctica deben ser: el nombre de la estrategia, el contexto, la duración total, objetivos y/o competencias, sustentación teórica, contenidos, secuencia didáctica, recursos y medios, estrategias de evaluación y conclusiones.

Hubo una aprobación cercana al 70%, no se obtuvo un mayor aprovechamiento debido a que algunos alumnos no entregaron trabajos, y la participación fue moderada, esto último posiblemente se debe a que son temas nuevos y existe temor por parte de los alumnos de expresar o reconocer las debilidades.

Las estrategias utilizadas fueron muy útiles ya que los alumnos demuestran interés y señalaron que utilizando las estrategias pudieron comprender un tema e incluso avanzar más rápidamente.

Existen estrategias que por su amplitud se distribuyen equitativamente entre los educandos para que por grupos se vayan abordando los contenidos hasta unificarlos ya que algunas estrategias incitan al análisis del material completo.

El mapa conceptual, elegido como estrategia instruccional, propició el empleo de las TIC, lo que de acuerdo a Vidal Ledo, Febles Rodríguez y Estrada Sentí (2007) permite que los estudiantes colaboren en su aprendizaje mediante la construcción y crítica de conocimiento y la navegación a través de sistemas de multimedia en red.

Al implementar esta actividad se pudo detectar que los alumnos tuvieron ciertos problemas, ya que carecen de conocimiento para realizar la construcción de un mapa conceptual, esto a pesar de que las instrucciones anotadas en la hoja de trabajo eran claras para ejecutar debidamente la actividad. Lo anterior se vio reflejado en el 7.07 de promedio grupal y solo 19 de los 25 participantes (76%) entregaron la actividad.

Todos los mapas conceptuales fueron elaborados con la herramienta CmapTools y su entrega fue vía electrónica. Con esta actividad también se detectó que muchos alumnos ya conocían esta herramienta aunque no sabían utilizar de forma correcta los conectores y no utilizan conceptos. Esta forma digital de realizar el mapa conceptual tal y como señalan Jaimes Cruz y García Salgado (2013) facilita que el estudiante investigue, aprenda y reelabore los conceptos. Además, éstos de acuerdo a Mendonça (2013) al representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones facilitan la representación, de manera explícita, de su entendimiento y saber sobre un campo de conocimiento determinado.

El mapa conceptual es una de las estrategias que más utiliza el docente del grupo participante, debido a que la asignatura demanda constantemente el aprendizaje de nuevos conceptos para la comprensión de los diversos temas de la materia, pero muchos de los mapas elaborados no presentaban orden y una estructura jerárquica como lo señalan Jaimes Cruz y García Salgado (2013). También se apreciaron otros obstáculos para los alumnos, tales como comprender la lectura para poder jerarquizar los conceptos, formular palabras de enlace y proposiciones. Por tanto, es importante que al realizar esta actividad tanto el docente como los estudiantes deben de tener claras las reglas de elaboración del mapa conceptual, porque este es un recurso idóneo para el profesor que pretende que sus alumnos tengan un aprendizaje significativo.

El crucigrama seleccionado también como co-instruccional (durante) y de acuerdo a las calificaciones obtenidas por los estudiantes (Gráfica 9), parece indicar que esta herramienta es idónea para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos teóricos del metabolismo.

La actividad fue entregada por 20 alumnos (80%) obteniendo un promedio de calificación de 7.1. Esta estrategia generó gran interés en los alumnos aunque ellos le mencionaron al profesor del grupo que “...fue en la que mayor dificultad encontraron...” debido a que se manejan muchos conceptos que no les son familiares para ellos.

La estrategia que se cree no funcionó del todo bien fue el crucigrama porque se manejan muchos conceptos que no son familiares para los alumnos y a veces el desconocimiento de estos términos permite que no los escriban de manera correcta.

También los resultados de esta investigación coinciden con lo señalado por Olivares et al. (2008) con relación al trabajo de los participantes, al lograr aumentar el nivel de trabajo independiente de los estudiantes, permitir que el profesor analice de una manera más minuciosa la asimilación del contenido impartido en el aula, proporcionar una base concreta para el pensamiento conceptual que impide que los estudiantes proporcionen respuestas verbales sin significado, lo que hace que el aprendizaje sea más duradero.

A diferencia de Giménez Pardo (2011) quien empleó una plantilla de word y el diccionario de la Real Academia Española, en este trabajo se utilizó una herramienta electrónica con el fin de que utilicen de manera adecuada las TIC y material bibliográfico proveniente de un libro de microbiología *ad hoc* a la asignatura.

Como estrategia pos-instruccional se empleó el cuadro comparativo, este propicia que los alumnos después de la clase y de manera grupal realicen la lectura del subtema, sistematicen la información y contrasten los elementos de cada una de las reacciones químicas de la ruta metabólica revisada, en este caso el ciclo de Krebs o del ácido cítrico.

Los resultados obtenidos por los equipos que participaron elaborando el cuadro comparativo (Gráfica 10) demuestran que funcionó mejor que las demás ya que esta estrategia implicaba por parte de ellos una lectura y comprensión previa del tópico y sabían que, de no completar correctamente el cuadro, incidía directamente en la calificación de la actividad. Es una estrategia que les exige un poco más de pensamiento y de análisis crítico de la información.

Por lo que este se considera como la estrategia que más beneficios generó ya que requiere de llevar a cabo una lectura de comprensión previa de todo el tópico que dan claridad sobre el tema que se está trabajando, lo que concuerda con lo indicado por Quesada (2005). Además, el profesor del grupo explica en la entrevista realizada “...que los participantes sabían que, el hecho de no completar de forma correcta el cuadro implicaba no haber revisado toda la información...”. Asimismo indica que “...es una estrategia que les exige un poco más de pensamiento y de análisis crítico de la información...”

El esquema también se utilizó como estrategia pos-instruccional (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2002) y se realizó en equipos en el salón de clases; lo elaboraron 22 alumnos (88%) obteniendo un promedio de calificación por equipos de 9.4, la evaluación de los 19 reactivos de los que constó la estrategia se realizó mediante una lista de cotejo. Sólo dos alumnos no participaron, en general, todos los que participaron en la actividad de complementar el esquema del ciclo del ácido cítrico tuvieron buen desempeño. Esto probablemente obedezca a que antes de completar el esquema, el alumno ya había realizado una lectura previa y complementado un cuadro comparativo.

Su implementación fue exitosa (Gráfica 11) ya que mantiene y orienta la atención de los alumnos durante la clase, además propició la interacción entre los participantes en el salón de clases. Con todo lo anterior coincide el profesor del grupo.

Con relación a las estrategias implementadas, en investigaciones como las de Guerra y Vidal (1978); Godoy, Etcheverry y Nesci (2006), Merino et al. (2008) y Lifschitz et al. (2010) hacen uso diversas estrategias para la enseñanza de la microbiología pero ninguno de ellos menciona las utilizadas en esta investigación. Al respecto el docente del grupo comenta que en cada curso de microbiología que imparte trata de innovar con la implementación de una nueva estrategia para cuando menos uno de los temas, pero la mayoría de las veces es difícil debido al tiempo que se requiere para ello, aunado al hecho de que en muchas de las ocasiones no se realiza un trabajo conjunto con el otro docente que imparte la asignatura.

Se realizaron algunas modificaciones en la forma de enseñar este subtema en particular por uno de los profesores que imparte microbiología en la Licenciatura en Biología de la UNICACH, al aplicar cuatro estrategias de uso común en otras asignaturas, pero no en microbiología. El análisis del desempeño de los estudiantes en cada una de las actividades realizadas muestra que estas no sólo ayudan a desarrollar destrezas cognitivas sino que también constituyen una buena herramienta para la integración de contenidos teóricos de la materia con otras asignaturas. Esta afirmación proviene de las calificaciones obtenidas en cada una de las actividades realizadas y de acuerdo a lo señalado por el profesor del grupo en la entrevista hecha después de aplicar las estrategias. Lo que coincide con lo anotado por Hernández Navarro (2007), al indicar que es necesario que el docente propicie que el alumno reflexione sobre los contenidos aprendidos y la forma en que se aprende, es decir, que autorregule su proceso de aprendizaje

Aunque es necesario señalar que esta investigación no pretende sustituir el empleo de otras estrategias para los mismos subtemas, como son las prácticas de laboratorio, ni las discusiones grupales en el aula sobre los temas mencionados y otras actividades que el docente considere idóneas para un grupo en particular. Las estrategias propuestas son herramientas que pueden facilitar la enseñanza del metabolismo energético y además pueden ser de ayuda para fomentar actividades grupales.

Hay que tener en cuenta que los nuevos papeles del profesor y del alumno implican cambios en las formas tradicionales de enseñar y aprender; en este contexto están adquiriendo importancia las metodologías docentes caracterizadas por el papel protagonista del estudiante en el reto de aprender (Escribano y Del Valle, 2009). Por lo anterior, cada estrategia que se diseñó incluye criterios de ejecución que permiten que el alumno tenga un papel activo a la hora de efectuar la actividad y que el profesor sea solo el guía.

Se pudo observar que los alumnos mostraron interés en la realización de las diferentes actividades, y tal parece que prefieren actividades previamente diseñadas a las clases magistrales. Al respecto García Ruíz (2006) señala que el éxito de la aplicación de la metodología docente radica en la combinación armónica de

diferentes estrategias, que han de ser coherentes con los intereses y necesidades de los alumnos.

Con relación a la evaluación de las estrategias Granados et al. (2015) indican que se debe realizar en cada momento ya que la evaluación es un proceso dinámico y continuo a lo largo de las actividades debido a que está orientada a la mejora. En este trabajo de investigación las estrategias se evaluaron mediante rúbrica y lista de cotejo, las que fueron idóneas a las actividades, aprendizajes, desempeños y productos a evaluar, permitiendo concluir que las calificaciones obtenidas por los participantes son idóneas para este subtema. Además, el compromiso del grupo con las actividades planteadas fue bueno, ya que la mayoría de ellos participó. Estos resultados coinciden con otros, como señalan Llamas Company et al. (2010), en los se han usado estrategias diversas para la enseñanza de la microbiología y los resultados han demostrado una diferencia positiva en comparación con la enseñanza tradicional.

Se observó que varios alumnos no entregaron dos, más, o ninguna de las actividades, esto se debió a que dos alumnos se dieron de baja, otros alumnos refirieron problemas personales y al estar bajo esta situación muchos de ellos estaban desatentos a las actividades encomendadas y se enteraban de su existencia cuando la fecha de recepción ya había culminado.

Los alumnos estaban motivados, esto se observó por el interés demostrado al querer saber en qué momento se haría uso de una nueva estrategia, se generó mucho interés. Al respecto Lifschitz et al. (2010) explicó que el aspecto motivacional es importante en todo proceso de aprendizaje, ya que es el que origina y sostiene todo el proceso.

De manera complementaria, en este trabajo se llevó a cabo la aplicación de las TIC. Con relación a ello, Paz Ramírez, Márquez, Padilla Vedia, Torrejón Tejerina, y McLean, (2009) mencionan que para los docentes, el uso de tecnologías de redes y comunicaciones propician en los alumnos diseñar, seleccionar, administrar y entregar trabajos y, a los profesores organizar y administrar la información relativa a sus alumnos, tal y como se implementó en este curso.

También se observó el desarrollo de habilidades idóneas para su actividad profesional, como son el aumento de habilidades para el empleo de las TIC, acercamiento al trabajo cooperativo y responsabilidad.

El uso de las TIC es de suma importancia ya según Mayta y León (2009) estamos en una sociedad interconectada y virtual donde los procesos educativos se vienen transformando de una manera vertiginosa y nunca antes vista. Esto conlleva rápidamente a que los sistemas educativos puedan también alinearse a estas transformaciones, y por tanto empiecen a integrar las TIC en todo el sistema educativo, iniciándose en aspectos clave como son la currícula educativa, la infraestructura educativa, la gestión de la educación y el desarrollo de las competencias tecnológicas tanto en los profesores y los estudiantes. Lo anterior cumpliéndose de una manera adecuada en el desarrollo de las estrategias implementadas en el curso de microbiología tanto para el diseño por parte del docente como para la realización de las actividades por parte de los alumnos.

El aprendizaje utilizando las computadoras y las nuevas (TIC) se han incorporado en la enseñanza educativa en el mundo y también para la formación profesional y técnica. La inquietud por la mejora y por brindar respuestas con relación a los cambios producidos en el mundo laboral y de la educación, ha sido una constante en el accionar en los centros de enseñanza, por lo que no se puede sorprender el fuerte compromiso en los últimos años que se le ha dado con la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente es importante señalar que el escaso diseño y uso de estrategias para la enseñanza de la microbiología indica que, aunque parece existir preocupación en el Instituto de Ciencias Biológicas por mejorar la calidad educativa, se encontró en esta investigación la misma problemática señalada en diversa publicaciones, es decir la problemática radica tal y como menciona Cid et al. (2009) "...actualmente en las universidades se valora más la investigación que la calidad de la enseñanza..." a lo que Hativa (2000) indica que, independientemente del tipo de disciplina o especialidad, las universidades deben formar en sus estudiantes un pensamiento de alto nivel y convertirlos en aprendices autónomos.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

A través del diagnóstico se determinó que el tema de microbiología más difícil de impartir por los docentes y entender por alumnos y egresados corresponde a Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano (24.4%).

De los cuatro subtemas que conforman el tema Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano, el de metabolismo energético fue señalado como más difícil de explicar y de entender (66.6%).

Entre las principales dificultades indicadas para entender los temas del programa están: la falta de hábitos de estudio (41.3%) y los conocimientos previos que anteceden a la asignatura (39.1%).

Se diseñaron e implementaron cuatro estrategias como son el mapa conceptual, crucigrama, cuadro comparativo y esquema para abordar metabolismo energético, fermentación y ciclo del ácido cítrico.

Se propició el uso de las TIC al usar el software CmapTools.

De las dos estrategias individuales implementadas, el mayor promedio grupal fue de 7.07 con el mapa conceptual, seguido por el crucigrama con calificación promedio de 7.1.

Las estrategias grupales fueron las de mayor calificación promedio, el esquema con promedio grupal de 9.4 y el cuadro comparativo con 7.5.

El promedio grupal obtenido en las cuatro actividades fue de 6.5, el promedio fue bajo, debido principalmente a la falta de entrega por parte de ciertos alumnos.

Se obtuvo un buen rendimiento académico con el uso del mapa conceptual, crucigrama, cuadro resumen y esquema, constituyendo una opción más en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la microbiología.

La principal dificultad que se identificó en la aplicación de estas estrategias fue que surgen muchos conceptos nuevos y algunos estudiantes nunca habían escuchado de ellos.

La evaluación de las actividades permitió señalar que la mayoría de los participantes obtuvieron calificaciones aprobatorias y que fueron pocos (cuatro) los que tuvieron calificación reprobatoria mientras que dos nunca asistieron a estas clases.

Los resultados de la evaluación mostraron que hubo un cambio conceptual en los participantes, aunque es importante señalar que dicho cambio es un proceso gradual que puede darse con mayor facilidad al aplicar estrategias didácticas idóneas al tema, a los estudiantes y al contexto.

El profesor del grupo señaló que hubo mejor aprovechamiento en dicha unidad temática respecto a semestres anteriores, atribuible al uso de las estrategias de enseñanza.

Se recomienda el uso y la construcción de diversas estrategias para la enseñanza de la microbiología, observando un efecto positivo comparándolo con la enseñanza tradicional.

Con las estrategias implementadas el autoaprendizaje, la creatividad e imaginación fueron estimuladas y los alumnos se involucraron en la construcción de su conocimiento.

8.2. Recomendaciones

- Fortalecer la enseñanza de la microbiología a través de cursos de capacitación docentes para el diseño, implementación y evaluación de estrategias didácticas.
- Dotar de material y recursos didácticos para la enseñanza de la microbiología tanto teórica como práctica.
- Realizar cuando menos una reunión al inicio del semestre con los docentes que imparten microbiología para tratar aspectos académicos para mejorar la enseñanza de la misma.
- Diseño e implementación de estrategias para los temas del programa de asignatura, tomando en consideración los diferentes estilos de aprendizaje y de las competencias que se deseen generar en los alumnos.
- Aplicar a los estudiantes cada fin de semestre una encuesta de opinión inherente a las actividades didácticas realizadas.
- Sensibilizar a las autoridades educativas y gubernamentales de la problemática que existe en muchas universidades por la escasa capacitación didáctica a los profesores.
- Concientizar a los docentes de utilizar los diferentes instrumentos de evaluación y tipos de evaluación del semestre con el fin de mejorar la impartición del mismo.
- Recordar a los profesores que la reforma al Artículo 3° Constitucional establece que el estado garantiza la calidad de la educación obligatoria y determina que los materiales, métodos educativos, organización escolar, infraestructura e idoneidad profesional de los docentes, deben asegurar el máximo logro educativo de los alumnos.
- Diseñar estrategias que posibiliten el autoaprendizaje haciendo uso de las TIC ya que en la presente investigación tuvieron mucha aceptación por los estudiantes.

IX. LITERATURA CITADA

- Acosta, S. F. y García, M. Ch. (2012). Estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes de biología en las universidades públicas. *Omnia*. 18 (2): 67-82.
- Aguilar, R. M., Hernández, E., Salgado, M. A. (2006). El lenguaje de la Ciencia: recursos didácticos para el aprendizaje de la Biología. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 37 (4): 38-42.
- Allen, D. (1976). Micro-teaching: a description. U.S.A. Stanford University. Recuperado de http://es.slideshare.net/diana_vinay/2014-dia-1-microensenanza-buap-diana-vinay (Consulta: julio de 2014).
- Álvarez, G. (2011). Símbolos, fórmulas, imágenes y palabras: sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría. Informe de Práctica Docente: Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 37 pp.
- Andía Celaya, L. A. y Campión, R. S. (2011). Aplicaciones didácticas de la Web 2.0: La construcción colaborativa del aprendizaje de las Ciencias Sociales en la Educación Secundaria Obligatoria mediante la utilización de la herramienta CmapTools. Recuperado de <http://ticemur.f-integra.org/comunicaciones/virtuales/01.pdf> (Consulta: mayo de 2015).
- Anijovich, R. y Mora, S. (2009). *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires, Argentina: Aique Grupo Editor. 124 pp.
- Anónimo. (2001). Educación superior para el siglo XXI. No. 6. Recuperado de <http://sitios.itesm.mx/va/dide/red/6/educacion.htm> (Consulta: diciembre de 2014).
- Anónimo. (2013). La enseñanza tradicional de la física. Recuperado de http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/teoria/A_Franco/Introduccion/fisica/fisica1.htm (Consulta: agosto de 2014).
- Area Moreira, M. (2005). ¿Qué aporta internet al cambio pedagógico en la educación superior? *Redes multimedia y diseños virtuales*. 128-135. Recuperado de <http://manarea.webs.ull.es/articulos/art01.htm> (Consulta: diciembre de 2014).
- Arellano García, P. y Díaz Blanca, L. (2008). Proyectos Pedagógicos de Aula: estructura textual y mecanismos de cohesión. *Opción*. 24 (56): 124-142.

- Arce Medina, E. (2006). La exposición oral: imperativo para los nuevos graduados. *Innovación Educativa*. 6 (33): 25-32.
- Arribalzaga, E. (2005). Consejos para redactar un artículo científico. *Revista Chilena de Cirugía*. 57 (2): 175-177.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento*. Barcelona, España: Paidós Iberica. 328 pp.
- Bain, K. (2006). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia, España: Universidad de Valencia. Pp. 26-32.
- Balderas Domínguez, G. (2010). Las estrategias constructivistas en la enseñanza de la geografía. El ABP. Tesis de Maestría. Facultad de Pedagogía. Universidad Veracruzana. Boca del Río, Veracruz, México. 263 pp.
- Barrera, B. A., Arredondo, F., Leija, M. F. (2008). Uso de la técnica de mapas conceptuales. *Conciencia Tecnológica*. (35): 44-47.
- Botero, D., Restrepo, A., Zuluaga, H., Hernández, J., Restrepo, M., Díaz, F., Leiderman, E., Acosta, M. (1971). Nuevo enfoque en la enseñanza de la microbiología y la parasitología. *Educación Médica y Salud*. 5 (1): 40-52.
- Boude Figueredo, O. R. (2011). Desarrollo de las competencias genéricas y específicas en educación superior a través de una estrategia didáctica medida por TIC. Tesis Doctoral. Facultad de Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España. 430 pp.
- Cardona Ossa, G. (2006). *Metodologías y didácticas virtuales*. Bogotá, Colombia: CINEV, Centro de Investigación en Educación Virtual.
- Carrasco, J. B. (2004). *Una didáctica para hoy: Como enseñar mejor*. Madrid, España: RIALP. 384 pp.
- Cartaya Galindez, D. (2012). *Teoría hermenéutica implicada en internet en el contexto tecnológico en educación universitaria desde la complejidad*. Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador. 39 pp.
- Cayssials, A. N. (2006). ¿Subjetividad en un cuestionario? *Subjetividad y Procesos Cognitivos*. (8): 80-87.

- Cazau, P. (2002). Estilo de aprendizaje: Generalidades. Ciidet. Guía en línea. 5 pp. Recuperado de [http://www.dim.uchile.cl/~tcapelle/T/Informaci%F3n/estilos%20de%20aprendizaje/Doc.%20estilos%20de%20aprendizaje%20\(ficha%2055\).pdf](http://www.dim.uchile.cl/~tcapelle/T/Informaci%F3n/estilos%20de%20aprendizaje/Doc.%20estilos%20de%20aprendizaje%20(ficha%2055).pdf) (Consulta: agosto de 2014).
- Childers, C. D. (1996). Using crossword puzzles as an aid to studying sociological concepts. *Teaching Sociology*. (24): 231-35.
- Cid, A., Pérez, A., Zabalza, M. (2009). Las prácticas de enseñanza declaradas de los 'mejores profesores' de la Universidad de Vigo. *Relieve*. 15 (2): 1-29.
- Claxton, G. (2001). *Aprender. El reto del aprendizaje continuo*. Barcelona: Paidós. 388 pp.
- ConocimientosWeb.Net. 2015. La divisa del nuevo milenio: Uso práctico de los cuadros sinópticos y los resúmenes. Recuperado de <http://www.conocimientosweb.net/portal/article982.html> (Consulta: enero 2015).
- Comité de expertos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Organización Mundial de la Salud (OMS) en la enseñanza de la microbiología. (1971). Enseñanza de la microbiología en las escuelas de medicina de la América latina. Primer informe. Desarrollo de Recursos Humanos. *Educación Médica*. 14: 1-12.
- Cortés Fuentealba, S. (2005). El método de proyecto como experiencia de innovación en aula. *Geoenseñanza*. 10 (1): 107-118.
- Cortes, R. (2011). Operaciones textuales: Resumen. Portal académico del CCH/UNAM. México. Recuperado de <http://tutorial.cch.unam.mx/bloque2/docs/resumen.pdf> (Consulta: enero de 2015).
- Cruz López, Y. y Cruz López, A. K. (2008). La educación superior en México. Tendencias y desafíos. *Revista da Avaliação da Educação Superior*. 13 (2): 293-311.
- Cruz, Y. y Cruz, A. (2008). La educación superior en México: tendencias y desafíos. *Campinas*. 13 (2): 1414-4077.

- De Anda, T. (2004). El concepto de estrategia. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/34/estrategia.htm> (Consulta: enero de 2015).
- De Juan Herrero, J. (1996). *Introducción a la Enseñanza Universitaria: Didáctica para la formación del Profesorado*. Madrid, España: Editorial Dykinson. 175 pp.
- De la Herrán Gascón, A. (2003). Didáctica Universitaria: La cara dura de la universidad. Pp. 327-351. En De la Herrán Gascón, A. (Ed). El siglo de la educación. Formación evolucionista para el cambio social. Huelva, España: Hergué.
- De la Torre, S., Oliver, C., Violant, V., Tejada, J., Rajadell, N., Girona, M. (2004). El cine como estrategia didáctica innovadora. Metodología de estudio de casos y perfil de estrategias docentes. *Contextos Educativos: Revista de Educación*. 6 (7): 65-86.
- DeSeCo. (2005). The definition and selection of key competencies. Executive Summary. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf> (Consulta: enero de 2015).
- Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: Editorial McGraw-Hill. 476 pp.
- Díaz-Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. 2ª Edición. México: McGraw-Hill Interamericana. 476 pp.
- Díaz-Barriga Arceo, F. (2005). El profesor de educación superior frente a las demandas de los nuevos debates educativos. *Perfiles Educativos*. 27 (108): 9-30.
- Díaz-Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. 3ª Edición. México: McGraw-Hill Interamericana. 476 pp.
- Dirección General de Bachillerato (DGB). (2009). *Compendio de técnicas grupales para el trabajo escolar con adolescentes*. México: DGB. 68 pp.

- Domínguez Domínguez, J. M. (1988). Estudio para la optimización de la estructura del resumen en el proceso de condensación de publicaciones científicas. *ActInfCientTec*. 19 (1): 46-70.
- Durango Zapata, M. I. (2012). La microbiología en la escuela: Una experiencia didáctica, aplicada a séptimo grado de educación básica. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 74 pp.
- Ehrmann, S. C. (1999). Technology's grand challenges in academe. *Bulletin of the American Association of University Professors*. 85 (5): 42-46.
- Elgueta Rosas, M. F. y Palma González, E. E. (2014). Una propuesta de clasificación de la clase magistral impartida en la Facultad de Derecho. *Revista Chilena de Derecho*. 41 (3):907-924.
- Escribano, A. y Del Valle, A. (2009). El aprendizaje basado en problemas: Una propuesta metodológica en educación superior. *Revista Electrónica Sinéctica*. (33): 1-3.
- Escudero Muñoz, J. y Gómez, A. (2005). Seminario: *La formación del profesorado y la mejora de la educación para todos: políticas y prácticas*. España: Universidad Internacional Menéndez Pelayo. 35 pp.
- Etcheverry, M. y Nesci, A. (2006). Impacto de la perspectiva histórica en la enseñanza de la microbiología. *Revista Iberoamericana de Educación*. 38 (7): 1-14.
- Feo, R. (2009). Estrategias instruccionales para promover el aprendizaje estratégico en estudiantes del Instituto Pedagógico de Miranda José Manuel Siso Martínez. Tesis de Maestría. Instituto Pedagógico de Miranda José Manuel Siso Martínez, Miranda. Venezuela.
- Feo, R. (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. *Tendencias Pedagógicas*. 16: 220-236.
- Fernández Sánchez, N. (2006). Estrategias de enseñanza para favorecer un aprendizaje significativo: yo me preparo, mira. *Cognición*. (5): 12-18.
- Ferreyra, A. y González, E. M. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (2): 189-199.

- Firgermann, H. (2010). Los cuadros comparativos. Recuperado de <http://educacion.laguia2000.com/estrategias-didacticas/los-cuadros-comparativos> (Consulta: mayo de 2014).
- Galindo González, L. y Galindo González, R. M. (2010). Hábitos de estudio, hábitos higiénicos y condiciones materiales de alumnos con reprobación en la escuela metropolitana del nivel medio superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 1 (1). Recuperado de <http://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/15/64> (Consulta: mayo de 2014).
- García Ruiz, M. R. (2006). Las competencias de los alumnos universitarios. *Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado*. 3 (20): 253-259.
- García Salcedo, R. y Sánchez, D. (2009). La enseñanza de los conceptos físicos en secundaria: Diseño de secuencias didácticas que incorporan diversos tipos de actividades. *Latin American Journal of Physics education*. 3 (1): 62-67.
- Giménez Pardo, C. (2011). Valoración a lo largo de once años de diferentes recursos didácticos utilizados en una asignatura práctica de parasitología en la Universidad de Alcalá. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 8 (1): 125-134.
- Godoy, G. (2001). La enseñanza de microbiología médica en la Escuela de Medicina de la Universidad de Oriente. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 21 (1): 24-29.
- Gómez Fernández, T. (2007). Formación por competencias. *Didáctica*. 49: 1-74.
- González, P., Hermosillo, S., Chinchilla, E., García, L., Verduzco, C. (2004). Valoración cuantitativa para evaluar mapas conceptuales. Primera conferencia sobre los mapas conceptuales. Pamplona, España. 6 pp.
- González Pozos, P. V. y Mondragón Becerra, N. R. (2014). Crucigrama como estrategia de aprendizaje en la medicina familiar. Tesis de Maestría. División de Ciencias Sociales y Administrativas. Universidad Estatal de la Chontalpa. Cárdenas, Tabasco, México. 36 pp.
- González, V. y Mondragón, R. (2014). Crucigrama como estrategia de aprendizaje de la medicina familiar. División de Ciencias Sociales y Administrativas. Tesis profesional de maestría. División de Ciencias Sociales y Administrativas. Universidad Estatal de Chontalpa. Cárdenas, Tabasco. 41 pp.

- Granados Villa, M. P., Álvarez Escudero, L. M., Ramírez Hernández, V. F., Gómez Herrera, R., Jiménez Nájera, T., Orozco González, H., Luévano Prieto, H., Ledesma Muñoz, V., Ruiz, H. P. (2015). *Elementos para el diseño de estrategias didácticas*. México: SEMS-COSDAC-SEP. 9 pp.
- Guerra, H. y Vidal, C. (1978). La enseñanza integrada de la microbiología en la formación médica. *Educación Médica y Salud*. 12 (3): 295-307.
- Gutiérrez, S., y Pedrique, M. (2004). Efectividad de la incorporación de las estrategias de enseñanza y aprendizaje en la asignatura microbiología. *Docencia Universitaria*. 5 (1): 95-122.
- Gutiérrez-Jiménez, J. y Luna-Cazáres, L. M. (2013). *Manual de prácticas de microbiología*. Facultad de Ciencias Biológicas. Chiapas, México: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 43 pp.
- Guzmán, J. C. (2011). La calidad de la enseñanza en educación superior ¿Qué es una buena enseñanza en este nivel educativo? *Perfiles Educativos*. 33 (número especial): 129-141.
- Guzmán Franco, M. (2004). Estudio sobre los usos didácticos, procesos formativos y actitudes de los docentes universitarios en relación a Internet. *Revista Iberoamericana de Educación*. 15 pp. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/633Guzman.pdf> (Consulta: octubre de 2014).
- Haro, M. E. y Méndez, A. V. (2010). El desarrollo de los procesos cognitivos básicos en las estudiantes del “Colegio Nacional Ibarra” sección diurna de los segundos y terceros años de bachillerato. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 136 pp.
- Hativa, N. (2000). *Teaching for Effective Learning in Higher Education*. Netherlands: *Kluwer Academic Publishers*. 371 pp.
- Hativa, N. and Goodyear, P. (Editor) (2002). *Teacher thinking, beliefs and knowledge in higher education*. England: *Kluwer Academic Publishers*. Recuperado de http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-010-0593-7_1#page-1 (Consulta: agosto de 2014).
- Hernández-Navarro, E. V. (2007). Estrategia metodológica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la embriología en función. Tesis de

Doctorado. Departamento de Formación Pedagógica General. Instituto Superior Pedagógico Félix Varela. Villa Clara, Cuba. 166 pp.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación*. 3ª Edición. México: McGraw-Hill.

Hernández Serrano, M. J. (2013). La búsqueda y selección de la información online: análisis de las acciones estratégicas de los estudiantes universitarios. Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 14 (2): 85-106.

Hernández, E. V. (2007). Estrategia metodológica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la embriología en función. Instituto Superior Pedagógico Félix Varela. Habana, Cuba. 166 pp. Recuperado de <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-248.pdf> (Consulta: diciembre 2014).

Hernández, G. y Díaz, F. (2013). Una mirada psicoeducativa al aprendizaje: qué sabemos y hacia dónde vamos. *Sinéctica*, 40. Recuperado de http://sinectica.iteso.mx/assets/files/articulos/40_una_mirada_psicoeducativa_al_aprendizaje_que_sabemos_y_hacia_donde_vamos.pdf (Consulta: septiembre de 2014).

Ibarra, G., León, J., Guevara, M. E. (2009). Mapas conceptuales y esquemas lógicos en la enseñanza de la Bioquímica en la carrera de Medicina Veterinaria. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 10 (6): 1-10.

IE universidad. (s/f). Microbiología. IE universidad. España. 11 pp.

Imbernon, F. (2009). *Mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la universidad*. Barcelona, España: Editorial Octaedro e ICE. 41 pp.

Instituto Ciencias del Hombre (ICH). (2012). los cuadros sinópticos y los resúmenes. Recuperado de <http://es.slideshare.net/adrysilvav/como-elaborar-un-cuadro-sinoptico>. (Consulta: febrero de 2014).

Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI). (2005). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Los cuadros sinópticos y los resúmenes. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/07/07064.pdf>. (Consulta: Junio de 2013).

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). (2010). Investigación e innovación educativa: centro virtual de técnicas didácticas. Recuperado de http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/caract_td.htm (Consulta: junio de 2014).

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). (2012a). Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño, El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México. 37 pp. Recuperado de <http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf> (Consulta: noviembre de 2014).

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad Virtual (ITESM). (2012b). Centro de recursos para la escritura académica del Instituto Tecnológico de Monterrey (CREA): Resumen. Recuperado de <http://sitios.ruv.itesm.mx/portales/crea/planear/como/resumen.htm> (Consulta: enero 2015).

Iztúriz, A., Tineo, A., Barrientos, Y., Ruíz, S., Pinzón, R., Montilla, J., Rojas, M., Leardi, M., Barreto, J. (2007). El juego instruccional como estrategia de aprendizaje sobre riesgos socio-naturales. *Educere*. 11 (36): 103-112.

Jaimes Cruz, K. y García Salgado, D. E. (2013). El mapa conceptual y el uso del cmaptools, conceptualización de sus aspectos didácticos. *Sinéctica*. 41. Recuperado de http://www.sinectica.iteso.mx/articulo/?id=41_el_mapa_conceptual_y_el_uso_del_cmaptools_conceptualizacion_de_sus_aspectos_didacticos (Consulta: mayo 2015).

Jiménez, E. y Segarra, Ma. del P. (2001). La formación de formadores de bachillerato en sus propios centros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*. 19 (1): 163-170.

Larraín, A. M. y González, L. E. (s/f). Formación universitaria por competencias. 44 pp. Recuperado de http://www.benv.edu.mx/reforma_curricular/MATERIALES_INDUCCION/LARRAIN_U_ANA_MARIA.pdf (Consulta: marzo de 2015).

León Castañeda, M. (2008). Relaciones entre la docencia y las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, utilizadas en la educación superior en el

escenario académico virtual del programa “Ciencia de la información y la documentación, bibliotecología y archivística” de la Universidad del Quindío. Colombia. 105 pp.

León-González, A. J. y Martín-Cordero, C. (2012). El uso de crucigramas como método de innovación docente en la asignatura de Farmacia Clínica. *Actualidad en Farmacología y Terapéutica*. 10 (1): 69-71

León, G. (2007). El grupo de discusión como artefacto científico para el análisis social. *Razón y Palabra*, 12 (57). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520710010> (Consulta: enero de 2015).

Lifschitz, V., Bobadilla, A., Esquivel, P., Giusiano, G., Merino, L. (2010). Aplicación del aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de la microbiología en estudiantes de Medicina. *Educación Médica*. 13 (2): 107-111.

Llamas Company, I., Martínez-Checa, B., González Domenech, C., Ferrer Moreno, M., del Moral García, A., Béjar Luque, V., Quesada Arroquia, E. (2010). Nueva estrategia docente: la enseñanza de la microbiología a través de su historia. *ARS Pharmaceutica*. 51 (2): 511-518.

Lomas, C. (1999). *Cómo enseñar a hacer las cosas con las palabras: teoría y práctica de la evaluación lingüística*. Barcelona, España: Paidós Ibérica. 414 pp.

López Espinosa, J. A. (1997). El resumen como fuente de información y medio de comunicación. *Revistas Médicas Cubanas*. 10 (3): 103-106.

Lozano Medina, M. (2015). Tendencias de la educación superior en América Latina para el siglo XXI. *Foreign Affairs Latinoamerica*. Recuperado de <http://revistafal.com/tendencias-de-la-educacion-superior-en-america-latina-para-el-siglo-xxi/> (Consulta: abril 2015).

Mayta Huatuco, R. y León Velásquez, W. (2009). El uso de las TIC en la enseñanza profesional. *Industrial Data*. 12 (2): 61-67.

Malo, S. (2006). La educación superior en el nuevo milenio: *Una primera aproximación*. México: CENEVAL. 39 pp.

- Marín Uribe, R. (2003). *El modelo educativo de la UACH: elementos para su construcción*. Chihuahua. México: Universidad Autónoma de Chihuahua. 101 pp.
- McKee, T. y McKee, J. (2009). *Bioquímica: Las bases moleculares de la vida*. México: McGraw Hill. 773 pp.
- Mendoza Martínez, V. y Jaramillo Ríos, S. S. (2006). Guía para la elaboración de ensayos de Investigación (ensayo de un ensayo). *Revista del Centro de Investigación*. 7 (26): 63-79.
- Mendonça, C. (2013). El uso de mapas conceptuales progresivos como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la formación de profesores de Biología. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*. 4 (1): 107-121.
- Méndez Chávez, L., Galicia Pineda, M. L., Gutiérrez Lara, M. R. (2005). Validación de modelo experimental en la descarga de un tanque que contiene agua. *Enseñanza de las Ciencias*. Recuperado de <http://core.ac.uk/download/pdf/13301766.pdf> (Consulta: mayo de 2015).
- Merino, I., Esquivel, G., Lifschitz, V. (2008). El cine como herramienta en la enseñanza de la Microbiología. *Revista de Medicina y Cine*. 4 (1): 1-5.
- Míguez Palermo, M. (2001). Investigación de una estrategia didáctica alternativa: prácticos de inmunología de la Facultad de Química. Tesis de Magister en Química. Facultad de Química. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 260 pp.
- Ministerio de Educación de Perú. (2001). Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Recuperado de http://www2.minedu.gob.pe/digesutp/formacioninicial/wp-descargas/bdigital/033_estrategias_de_ensenanza_y_aprendizaje.pdf (Consulta: mayo de 2014).
- Miramontes Bush, A. I. (2003). Conociendo al bachillerato: un estudio cualitativo sobre práctica docente y fracaso escolar. Tesis de Maestría. Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo. Universidad Autónoma de Baja California. Baja California, México. 167 pp.
- Molina, J., Manjarrez, M. E., Tay, J. (2010). *Microbiología: bacteriología y virología*. México: Méndez Editores. 910 pp.

- Montes de Oca Recio, N. y Machado Ramírez, E. F. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Revista Humanidades Médicas*. 11 (3). Recuperado de <http://www.humanidadesmedicas.sld.cu/index.php/hm/article/view/127/81> (Consulta: mayo de 2015).
- Mora, J., Flores, Y., Flores, M., Hernández, V., Marroquín, R. (2011). Evaluación de la percepción de la labor de los profesores de microbiología e inmunología clínica en los ambientes de laboratorio de la Carrera de Químico Farmacéutica Biológica de la FES Zaragoza UNAM. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 42 (2): 27-35.
- Morales, A. (2002). Desarrollo de habilidades y destrezas. Manuales previos a la integración laboral de las personas ciegas. Tesis de Licenciatura. Programa de Educación Especial. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. 200 pp.
- Morawichi, P. M. y Tetzlaff, A. (2010). Las estrategias utilizadas en la enseñanza de la biología y las Ciencias Naturales en la Escuela de Comercio nº 18. Posadas (Misiones). Argentina. 9 pp. Recuperado de http://www.colectivoeducadores.org.ar/cd_6to_encuentro/_pages/pdf/eje_1/pdf_1_argentina/A047.pdf (Consulta: mayo de 2014).
- Moreira, M. A. (2004). Investigación básica en educación en ciencias: una visión personal. Universidad Federal de Río Grande del Sur. Porto Alegre, Brasil. 11 pp. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Investigacion.pdf> (Consulta: mayo de 2015).
- Moreno Olivos, T. (2009). La enseñanza universitaria: Una tarea compleja. *Revista de la Educación Superior*. 38 (151): 115-138.
- Moreno Olivos, T. (2010). El currículo por competencias en la universidad: más ruido que nueces. *Revista de la Educación Superior*. 39 (154): 77-90.
- Moro Ipola, M. (2007). Quintiliano de Calahorra: Didáctica y estrategias educativas en la antigua Roma. *Foro de Educación*. 9: 125-132.
- Novak, J. D. y Cañas, A. J. (2006). The theory underlying concept maps and how to construct them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01. Florida Institute for Human and Machine Cognition. Traducido por Carmen M. Collado y Norma

- Miller. Proyecto Conéctate al Conocimiento, Panamá. Recuperado de <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. (Consulta: mayo de 2015).
- Olivares, J. C., Escalante, M., Escarela, R., Campero, E., Hernández, J. L., López, I. (2008). Los crucigramas en el aprendizaje del electromagnetismo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 5 (3): 334-346.
- Ontiveros Quiroz, S. J. (1995). Un debate en la didáctica. *Perfiles Educativos*. (67). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13206705> (Consulta: mayo de 2014).
- Orellana, A. (2008). *Estrategias en Educación*. Venezuela: McGraw-Hill.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (UNESCO). (1998). Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y acción. Recuperado de http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm (Consulta: mayo de 2015).
- Parra Pineda, D. M. (2003). *Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje*. Medellín, Colombia: SENA. 120 pp.
- Paz Ramírez, S., Márquez, D., Padilla Vedia, J., Torrejón Tejerina, E., McLean, S. (2009). Las TIC en la docencia universitaria. *Ánfora*. 16 (26): 111-130.
- Pedrique, M., Morillo, M., Gutiérrez, S. (1999). Experiencia del uso de juegos educativos en la enseñanza universitaria y educación continua. Reflexiones sobre la docencia. Escuela de Educación. *Universidad Central de Venezuela*. 5 (1): 95-122.
- Pellegrini, N. C. y Reyes, R. E. (2001). Los mapas conceptuales como herramientas didácticas en la educación científica. *Interciencia*. 26 (4):144-149.
- Peña González, J. (2013). El esquema. Una estrategia de estudio y aprendizaje. *Educere*. 17 (57): 245-259.
- Pérez Nava, A. (2012). *La evaluación del desempeño docente en la formación para el trabajo, parte fundamental de la mejora continua: Propuesta de intervención educativa*. México: Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, Centro de Investigación y Desarrollo de la Formación para el Trabajo. 137 pp.

- Perkins, D. (2010). *El aprendizaje pleno*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Pimienta Prieto, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson Educación. 186 pp.
- Pola Zenteno, M. (2008). *Reseña cronológica de la escuela normal de licenciatura en educación primaria del estado*. Chiapas, México: Secretaría de Educación. 55 pp.
- Pozo, J. (2008). *Aprendices y maestros*. 2da. Edición. Madrid, España: Alianza.
- Prescott, L., Harley, J., Klein, D. (2004). *Microbiología*. Madrid, España: McGraw-Hill. 1005 pp.
- Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*. 8: 9-19.
- Secretaria de Educación Pública (SEP). (2013). *Programa Sectorial de Educación 2013-2018*. México: Secretaría de Educación Pública. 111 pp.
- Quesada, R. (2005). *Elaborar resúmenes y cuadros sinópticos*. México: Limusa. Pp. 26-32.
- Rajadelli: Puillgrós, N. (2001). *Los procesos formativos en el aula: Estrategias de enseñanza-aprendizaje*. En: Sepúlveda, F. (eds) de la UNED. *Didáctica general para psicopedagogos*. España. Pp. 465-525. Recuperado de <http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/psicologia/Los%20procesos%20formativos%20en%20el%20aula.pdf> (Consulta: agosto de 2014).
- Ramírez, A. Á. (2005). Reseña de "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo" de Frida Díaz Barriga Arceo y Gerardo Hernández Rojas. *Tiempo de Educar*. 6 (12): 397-403.
- Rocha, A. y Bertelle, A. (2007). El rol del laboratorio en el aprendizaje de la Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 10 pp.
- Rodríguez Corra, H. (2007). Fundamento teórico de los Mapas Conceptuales. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*. 1 (2). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193915938003> (Consulta: junio de 2014).

- Rodríguez Cruz, R. (2007). *Compendio de estrategias bajo el enfoque por competencias*. Sonora, México: Instituto Tecnológico de Sonora. 46 pp.
- Rodríguez Sánchez, M. (2011). Metodologías docentes en el EEES: De la clase magistral al portafolio. *Tendencias pedagógicas*. 17: 83-103.
- Salas Zapata, W. (s/f). Formación por competencias en educación superior: Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano. *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/1036Salas.PDF> (Consulta: Mayo de 2015).
- Salinas, J. (1998). Redes y Educación: Tendencias en educación flexible y a distancia. II Congreso Internacional de Comunicación, tecnología y educación. Oviedo, España: Universidad de las Islas Baleares. Pp. 141-151
- Santos Guevara, B. N. (2010). *Competencias Docentes en Ciencias Naturales*. Pp. 183-210. *Mundialización Educativa*. Recuperado de <http://ece.edu.mx/ecedigital/files/Articulo%20Brenda.pdf> (Consulta: Octubre de 2014).
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2007). *Programa sectorial 2007-2012*. México: SEP. 144 pp.
- Silva Córdova, R. (2011). La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en blendedlearning. Tesis de Doctorado. Departamento de Didácticas Específicas. Departamento de Formación Pedagógica General. Universidad de Burgos. Burgos, España. 330 pp.
- Sociedad Latinoamericana para la Calidad. (2000). Lluvia de ideas. Recuperado de http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index_archivos/MetodoIDisMejoraDeProcesos/LluviaDeldeas.pdf (Consulta: noviembre de 2014).
- Solar Fonseca, T. A. (2013). La práctica de los profesores de ciencias experimentales en el bachillerato. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México. 87 pp.
- Tarabay Yunes, F. y León Salazar, A. (2004). La argumentación en la clase magistral. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*. 9: 35-47.

- Tejedor-Tejedor, F. J., González-González, S. G., García-Señorán, M. de M. (2008). Estrategias atencionales y rendimiento académico en estudiantes de secundaria. *Revista Latinoamericana de Psicología*. 40 (1): 123-132.
- Torres Narváez, M., Tolosa Guzmán, I., Urrea González C., Mosalve Robayo, A. (2009). Inventario de hábitos de estudio en una clase para toma de decisiones de estudiantes de fisioterapia. *Revista de Ciencias de la Salud*, 7 (3): 57-68.
- Tortora, G., Funke, B., Case, C. (2007). *Introducción a la Microbiología*. 9ª edición. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana. 988 pp.
- Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). (2011a). *Modelo Educativo Unicach Visión 2025*. México: UNICACH. 78 pp.
- Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). (2011b). *Plan de desarrollo institucional visión 2025*. Chiapas, México: UNICACH. 90 pp.
- Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). (2008). Programa de desarrollo de la DES de Biología 2008-2012. UNICACH. Chiapas, México. 58 pp.
- Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). (2015). Licenciatura en biología. Instituto de Ciencias Biológicas. Chiapas, México. 2 pp. Recuperado de http://www.unicach.mx/_/descargar/2015/Biologia-Tuxtla-2015.pdf (Consulta: mayo 2015).
- Universidad de Valparaíso. (2003). Objetivos fundamentales. *Cuadernos Interculturales*, 1 (1). Chile. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55210109> (Consulta: enero de 2015).
- Universidad Industrial de Santander. (1997). Lineamientos para el seminario de investigación como modalidad para el desarrollo del trabajo de grado. Recuperado de https://www.uis.edu.co/webUIS/es/trabajosdegrado/documentos/Jul2_trabajos_grado_doc3.pdf (Consulta: enero de 2015).
- Universidad Tecnológica de Latinoamérica (UTEL). (2015). Cuadro sinóptico: evidencia de logro. Recuperado de http://gc.initelabs.com/recursos/files/r162r/w18142w/Evidencia_Cuadro%20sinoptico.pdf (Consulta: enero de 2015).

- Vargas Acuña, G. (1999). Un concepto de ensayo, redacción de documentos científicos, informes técnicos, artículos científicos, ensayo. Escuela de Ciencias del Lenguaje. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Recuperado de <http://www.cientec.or.cr/concurso2/concepto.html> (Consulta: mayo de 2015).
- Vázquez León, E y Reding Borjas, G. (2012). Tips para estudiar: Línea de tiempo. Recuperado de <http://www.prepa9.unam.mx/historia/documentos/4.pdf> (Consulta: noviembre de 2014).
- Velasco, M. y Mosquera, F. (2007). Estrategias didácticas para el aprendizaje colaborativo. PAIEP. Recuperado de http://acreditacion.udistrital.edu.co/flexibilidad/estrategias_didacticas_aprendizaje_colaborativo.pdf (Consulta: abril de 2015).
- Vera-Noriega, J. Á., Pimentel, C. E., Batista de Albuquerque, F. J. (2005). Redes semánticas: aspectos teóricos, técnicos, metodológicos y analíticos. *Ra Ximhai*. 1 (3): 439-451.
- Vidal Ledo, M., Febles Rodríguez, P., Estrada Sentí, V. (2007). Mapas conceptuales. *Educación Médica Superior*. 21 (3). Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v21n3/ems11307.pdf> (Consulta: mayo de 2015).
- Vizco Gell, C. E. y Reilly Herrera, E. (2007). Juego didáctico, su relevancia en la enseñanza del inglés en la carrera de medicina. Juego de dominó. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 6 (2): 1-10.
- Weisskirch, R. (2006). An analysis of instructor-created crossword puzzles for student review. *Collage Teaching*. 54 (1): 198-202.

X. ANEXOS

Anexo 1. Alumnos: Cuestionario diagnóstico I



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales

Le solicito conteste las siguientes preguntas cuyas respuestas permitirán diseñar estrategias didácticas para la enseñanza de la microbiología. Las respuestas serán confidenciales.

Asimismo, espero que conteste el cuestionario con la mayor sinceridad posible, ya que no hay respuestas correctas e incorrectas.

Muchas gracias por su colaboración.

Sección I. Datos personales

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: M___ F___

Semestre que cursa actualmente: _____ (si es egresado no responder)

Labora actualmente: a) Si b) No Horas a la semana: _____

Sección II. Datos académicos

Conteste o marque con una X según sea su respuesta.

2.1. Promedio obtenido en la materia de microbiología en el segundo semestre: ____

2.2. ¿Presentó examen extraordinario? a) Si___ b) No ___

2.3. ¿Repitió la asignatura de microbiología? a) Si___ b) No___

Sección III. Temas del programa de asignatura de microbiología difíciles de entender

PROGRAMA DE ASIGNATURA DE MICROBIOLOGÍA

Temas y subtemas

1. Introducción

- 1.1 Historias
- 1.2 Ubicación de los microorganismos
- 1.3 Importancia de los microorganismos y áreas de aplicación de la microbiología
- 1.4 Grupos especiales de microorganismos
- 1.5 Taxonomía, nomenclatura y clasificación microbiana
- 1.6 Principales características taxonómicas de los microorganismos

2. Estructura y función de la célula bacteriana

- 2.1 La célula procariótica
- 2.2 Estructuras superficiales
- 2.3 Citoesqueleto bacteriano

- 2.4 Estructuras internas a la pared celular
- 2.5 Material nuclear, plásmidos y mecanismos de adquisición genética (Transformación, transducción y conjugación)
- 2.6 Endosporas
- 3. Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano**
 - 3.1 Condiciones físicas necesarias para el crecimiento
 - 3.2 Nutrición bacteriana
 - 3.3 Reproducción y desarrollo
 - 3.4 Metabolismo energético
- 4. Control de crecimiento bacteriano**
 - 4.1 Agentes físicos
 - 4.2 Agentes químicos
 - 4.3 Agentes antimicrobianos
- 5. Ecología microbiana**
 - 5.1 Asociaciones microbianas
 - 5.2 Relación huésped-parásito
 - 5.3 Factores de patogenicidad microbiana
- 6. Virus**
 - 6.1 Características generales de los virus
 - 6.2 Morfología, crecimiento y replicación
 - 6.3 Clasificación
 - 6.4 Virus Bacterianos (bacteriófagos)
 - 6.5 Viroides y Priones
 - 6.6 Virus Oncogénicos

Respecto al programa de la asignatura de microbiología de la Licenciatura en Biología que acaba de leer conteste:

3.1. ¿Cuáles temas del programa le resultaron más difíciles de entender?

a) 1__ b) 2__ c) 3__ d) 4__ e) 5__ f) 6__

3.2. ¿Cuál cree que fue la causa de la dificultad de su aprendizaje?

- a) Falta de hábitos de estudio
- b) Forma en que enseñaba el profesor
- c) Falta de conocimientos previos que anteceden a la asignatura.
- d) Otras (explique):

3.3. ¿Cuál fue el o los temas que entendió con mayor facilidad?

a) 1__ b) 2__ c) 3__ d) 4__ e) 5__ f) 6__

3.4. ¿Cuál cree que fue la causa de la facilidad de tu aprendizaje?

- a) Buenos hábitos de estudio.
- b) La forma en que el profesor impartía su clase.
- c) Las actividades que el profesor realizaba.
- d) Buenos conocimientos previos que anteceden a la asignatura.
- d) Otras (explique): _____

Anexo 2. Docentes: Cuestionario diagnóstico



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales

Le solicito conteste las siguientes preguntas cuyas respuestas permitirán diseñar estrategias didácticas para la enseñanza de la microbiología. Las respuestas serán confidenciales.

Asimismo, espero que conteste el cuestionario con la mayor sinceridad posible, ya que no hay respuestas correctas e incorrectas.

Muchas gracias por su colaboración.

Sección I. Datos personales

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: M__ F__

Estudios realizados:

- Licenciatura en: _____
- Maestría en: _____
- Doctorado en: _____

Sección II. Datos sobre la actividad docente

Conteste o marque con una X según sea su respuesta.

2.1. Años de experiencia como docente: _____

2.2. ¿Cuántos semestres ha impartido la materia de microbiología? _____

2.3. ¿Cuál fue el último promedio grupal semestral obtenido por sus alumnos en la asignatura de microbiología? _____

2.4. ¿Tiene actualmente alumnos recursando la asignatura? a) Si__ b) No__

¿Cuántos? _____

Sección III. Dificultad de explicar

PROGRAMA DE ASIGNATURA DE MICROBIOLOGÍA

Temas y subtemas

7. **Introducción**
 - 7.1 Historias
 - 7.2 Ubicación de los microorganismos
 - 7.3 Importancia de los microorganismos y áreas de aplicación de la microbiología
 - 7.4 Grupos especiales de microorganismos
 - 7.5 Taxonomía, nomenclatura y clasificación microbiana
 - 7.6 Principales características taxonómicas de los microorganismos
8. **Estructura y función de la célula bacteriana**

- 8.1 La célula procariótica
- 8.2 Estructuras superficiales
- 8.3 Citoesqueleto bacteriano
- 8.4 Estructuras internas a la pared celular
- 8.5 Material nuclear, plásmidos y mecanismos de adquisición genética (Transformación, transducción y conjugación)
- 8.6 Endosporas

9. Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano

- 9.1 Condiciones físicas necesarias para el crecimiento
- 9.2 Nutrición bacteriana
- 9.3 Reproducción y desarrollo
- 9.4 Metabolismo energético

10. Control de crecimiento bacteriano

- 10.1 Agentes físicos
- 10.2 Agentes químicos
- 10.3 Agentes antimicrobianos

11. Ecología microbiana

- 11.1 Asociaciones microbianas
- 11.2 Relación huésped-parásito
- 11.3 Factores de patogenicidad microbiana

12. Virus

- 12.1 Características generales de los virus
- 12.2 Morfología, crecimiento y replicación
- 12.3 Clasificación
- 12.4 Virus Bacterianos (bacteriófagos)
- 12.5 Viroides y Priones
- 12.6 Virus Oncogénicos

Después de leer el programa de la asignatura de microbiología de la Licenciatura en Biología responda las siguientes preguntas:

3.1 De acuerdo a su experiencia:

¿Cuál es el o los temas que los alumnos consideran como difíciles?

a) 1__ b) 2__ c) 3__ d) 4__ e) 5__ f) 6__

3.2. ¿Cuál cree que fue la causa de la dificultad en el aprendizaje?

- a) Falta de hábitos de estudio
- b) Falta de estrategias de enseñanza
- c) Falta de conocimientos previos que anteceden a la asignatura.
- d) Otras (explique):

3.3. ¿Cuál es el o los temas que se le dificultan abordar o enseñar?

a) 1__ b) 2__ c) 3__ d) 4__ e) 5__ f) 6__

3.4. ¿Cuál cree que fue la causa de la dificultad para enseñar dicho tema?

- a) Estrategias de enseñanza inadecuadas
- b) Escasos conocimientos o dominio del tema
- c) Otras (explique): _____

Anexo 3. Alumnos: Cuestionario diagnóstico II



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales

Le solicito conteste la siguiente pregunta cuyas respuestas permitirán diseñar estrategias didácticas para la enseñanza de la microbiología. La respuesta será confidencial. Asimismo, espero conteste con la mayor sinceridad posible, ya que no hay respuesta correcta e incorrecta.

Sección I. Datos personales

Edad: _____ Sexo: M___ F___

Semestre que cursa actualmente: _____

Año de egreso de la Licenciatura _____

Sección II. Tema difícil de entender

De acuerdo al programa de asignatura de microbiología Marque con una **X** según sea su respuesta:

1. ¿Cuál es el subtema que le resultó más difícil de entender de la Unidad: Fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano?

a) Condiciones físicas necesarias para el crecimiento _____

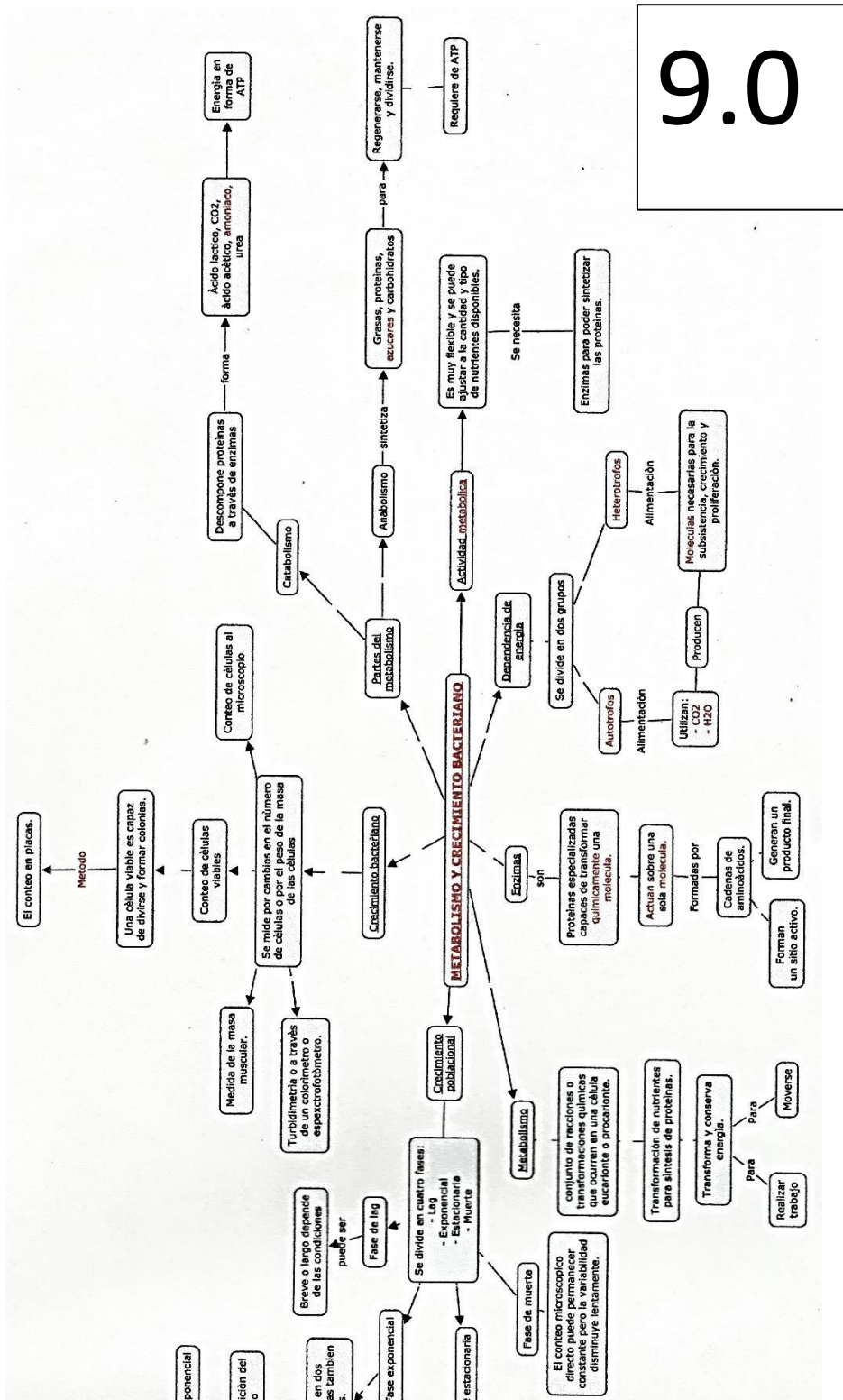
b) Nutrición bacteriana _____

c) Reproducción y desarrollo _____

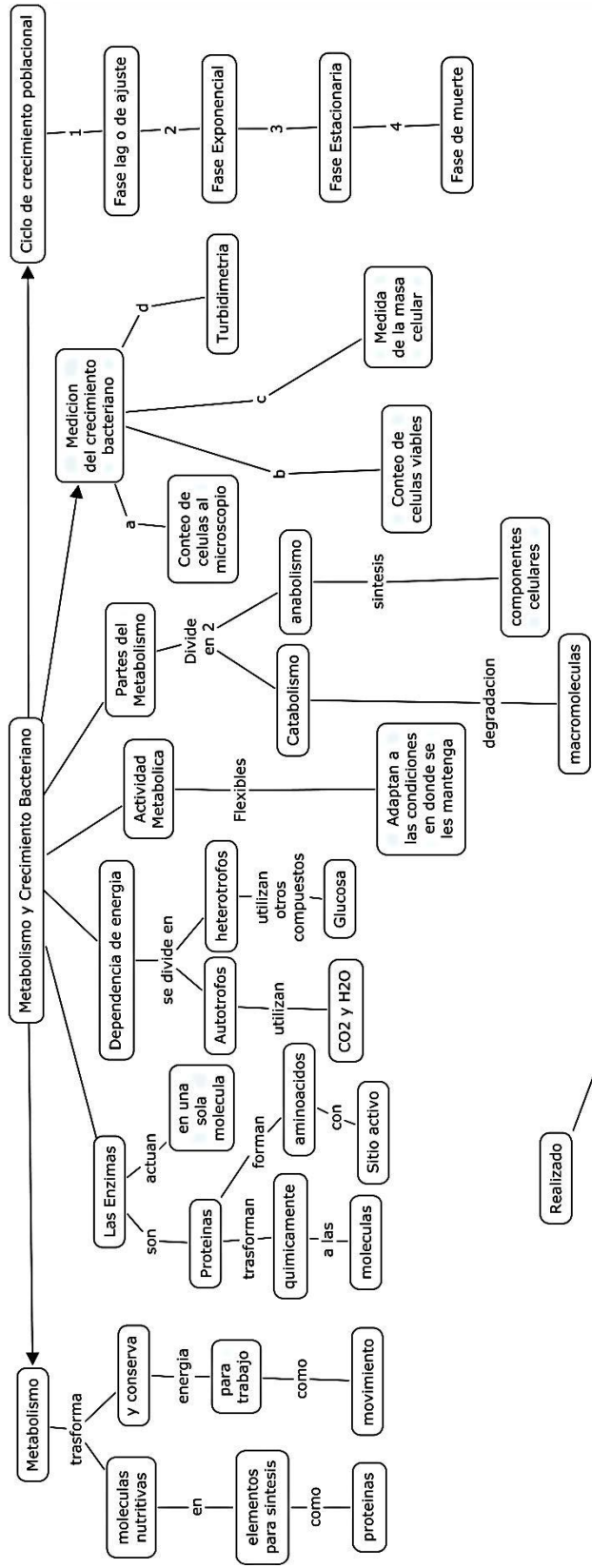
d) Metabolismo Energético _____

Muchas gracias por su colaboración.

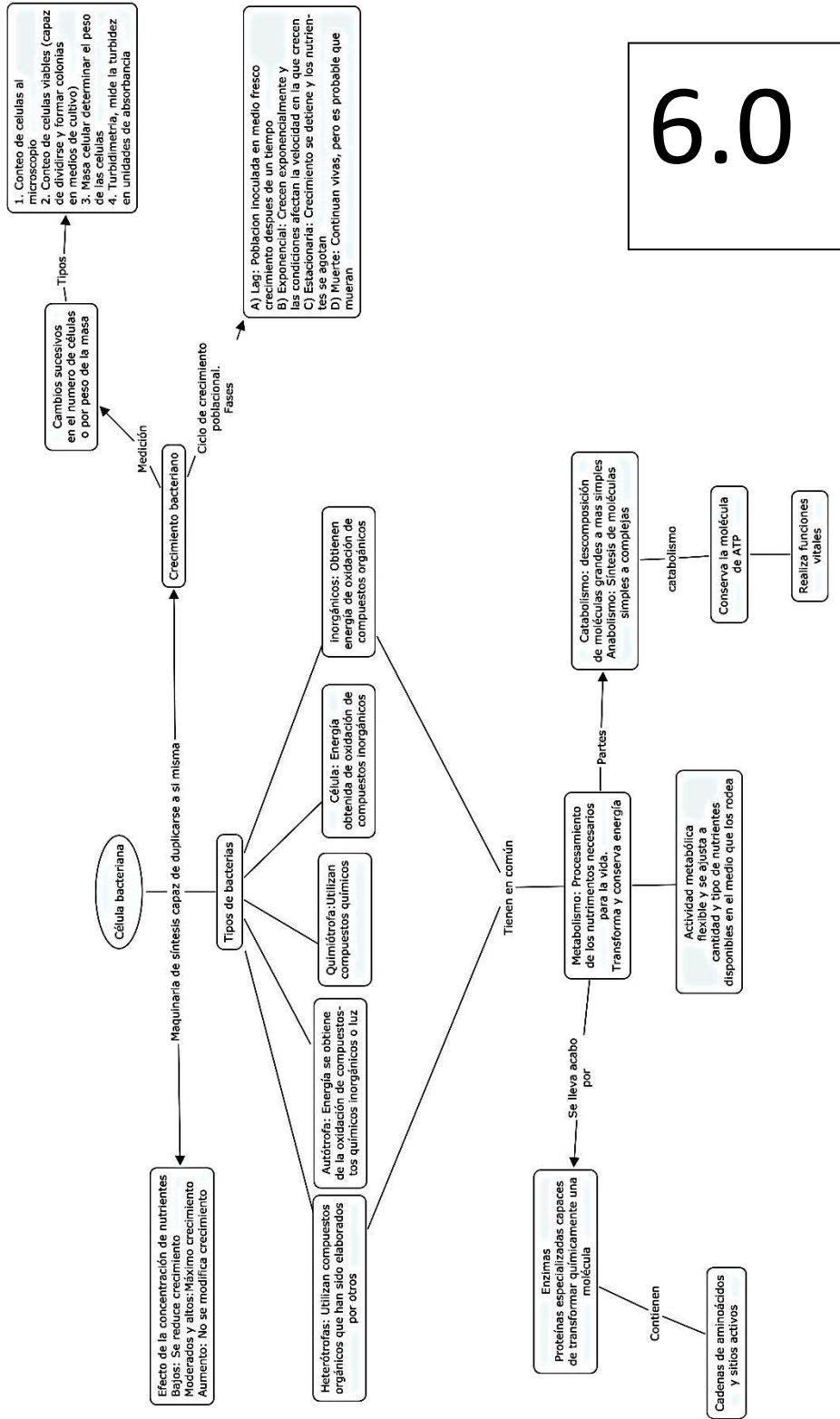
Anexo 4. Mapas conceptuales realizados por los alumnos



9.0



7.5



Anexo 5. Crucigramas elaborados por los estudiantes

10

FERMENTACIÓN MICROBIANA

I. A partir de la lectura realizada del capítulo 5: Metabolismo microbiano (pp 115-158) del libro *Introducción a la Microbiología* (Tortora *et al*, 2007), complete el siguiente crucigrama a partir de las aseveraciones. Utilice únicamente letras mayúsculas.

Mayúsculas A=20

Handwritten answers in the crossword puzzle:

- 1. Glucólisis
- 2. Alcoholes
- 3. Sustrato
- 4. ATP
- 5. Ácido-láctico
- 6. Anaerobias
- 7. Microorganismos
- 8. Bacterias
- 9. Heteroalcoholes
- 10. Ácido-pirúvico
- 11. Fermentación
- 12. Energía
- 13. Oxígeno
- 14. CMO
- 15. CO₂
- 16. H₂O
- 17. S
- 18. A
- 19. D
- 20. H

Recurso básico para ejecutar la actividad

Tortora, G., Funke, B., Case, C. 2007. *Introducción a la Microbiología*. 9a. ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 988 pp.

5.5

FERMENTACIÓN MICROBIANA

I. A partir de la lectura realizada del capítulo 5: Metabolismo microbiano (pp 115-158) del libro Introducción a la Microbiología (Tortora *et al*, 2007), complete el siguiente crucigrama a partir de las aseveraciones. Utilice únicamente letras mayúsculas.

A=11

Handwritten answers in the crossword puzzle:

- 1. **GLUCOLISIS**
- 5. **ALCOHOL**
- 3. **ENERGIA**
- 13. **MICROORGANISMOS**
- 14. **HETEROLÁCTICOS**
- 19. **OXIGENO**
- 20. **FERMENTACION**

Other words partially visible or implied by the grid structure:

- 2. **GLUCOSA** (vertical)
- 4. **ALCOHOL** (vertical)
- 6. **ALCOHOL** (vertical)
- 7. **GLUCOSA** (horizontal)
- 8. **ALCOHOL** (horizontal)
- 9. **ALCOHOL** (horizontal)
- 10. **ALCOHOL** (horizontal)
- 11. **ALCOHOL** (horizontal)
- 12. **ALCOHOL** (horizontal)
- 15. **ALCOHOL** (horizontal)
- 16. **ALCOHOL** (horizontal)
- 17. **ALCOHOL** (horizontal)
- 18. **ALCOHOL** (horizontal)
- 21. **ALCOHOL** (vertical)
- 22. **ALCOHOL** (vertical)
- 23. **ALCOHOL** (vertical)
- 24. **ALCOHOL** (vertical)
- 25. **ALCOHOL** (vertical)
- 26. **ALCOHOL** (vertical)
- 27. **ALCOHOL** (vertical)
- 28. **ALCOHOL** (vertical)
- 29. **ALCOHOL** (vertical)
- 30. **ALCOHOL** (vertical)
- 31. **ALCOHOL** (vertical)
- 32. **ALCOHOL** (vertical)
- 33. **ALCOHOL** (vertical)
- 34. **ALCOHOL** (vertical)
- 35. **ALCOHOL** (vertical)
- 36. **ALCOHOL** (vertical)
- 37. **ALCOHOL** (vertical)
- 38. **ALCOHOL** (vertical)
- 39. **ALCOHOL** (vertical)
- 40. **ALCOHOL** (vertical)
- 41. **ALCOHOL** (vertical)
- 42. **ALCOHOL** (vertical)
- 43. **ALCOHOL** (vertical)
- 44. **ALCOHOL** (vertical)
- 45. **ALCOHOL** (vertical)
- 46. **ALCOHOL** (vertical)
- 47. **ALCOHOL** (vertical)
- 48. **ALCOHOL** (vertical)
- 49. **ALCOHOL** (vertical)
- 50. **ALCOHOL** (vertical)
- 51. **ALCOHOL** (vertical)
- 52. **ALCOHOL** (vertical)
- 53. **ALCOHOL** (vertical)
- 54. **ALCOHOL** (vertical)
- 55. **ALCOHOL** (vertical)
- 56. **ALCOHOL** (vertical)
- 57. **ALCOHOL** (vertical)
- 58. **ALCOHOL** (vertical)
- 59. **ALCOHOL** (vertical)
- 60. **ALCOHOL** (vertical)
- 61. **ALCOHOL** (vertical)
- 62. **ALCOHOL** (vertical)
- 63. **ALCOHOL** (vertical)
- 64. **ALCOHOL** (vertical)
- 65. **ALCOHOL** (vertical)
- 66. **ALCOHOL** (vertical)
- 67. **ALCOHOL** (vertical)
- 68. **ALCOHOL** (vertical)
- 69. **ALCOHOL** (vertical)
- 70. **ALCOHOL** (vertical)
- 71. **ALCOHOL** (vertical)
- 72. **ALCOHOL** (vertical)
- 73. **ALCOHOL** (vertical)
- 74. **ALCOHOL** (vertical)
- 75. **ALCOHOL** (vertical)
- 76. **ALCOHOL** (vertical)
- 77. **ALCOHOL** (vertical)
- 78. **ALCOHOL** (vertical)
- 79. **ALCOHOL** (vertical)
- 80. **ALCOHOL** (vertical)
- 81. **ALCOHOL** (vertical)
- 82. **ALCOHOL** (vertical)
- 83. **ALCOHOL** (vertical)
- 84. **ALCOHOL** (vertical)
- 85. **ALCOHOL** (vertical)
- 86. **ALCOHOL** (vertical)
- 87. **ALCOHOL** (vertical)
- 88. **ALCOHOL** (vertical)
- 89. **ALCOHOL** (vertical)
- 90. **ALCOHOL** (vertical)
- 91. **ALCOHOL** (vertical)
- 92. **ALCOHOL** (vertical)
- 93. **ALCOHOL** (vertical)
- 94. **ALCOHOL** (vertical)
- 95. **ALCOHOL** (vertical)
- 96. **ALCOHOL** (vertical)
- 97. **ALCOHOL** (vertical)
- 98. **ALCOHOL** (vertical)
- 99. **ALCOHOL** (vertical)
- 100. **ALCOHOL** (vertical)

Recurso básico para ejecutar la actividad

Tortora, G., Funke, B., Case, C. 2007. Introducción a la Microbiología. 9a. ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 988 pp.

2.5

FERMENTACIÓN MICROBIANA

I. A partir de la lectura realizada del capítulo 5: Metabolismo microbiano (pp 115-158) del libro *Introducción a la Microbiología* (Tortora *et al*, 2007), complete el siguiente crucigrama a partir de las aseveraciones. Utilice únicamente letras mayúsculas.

A=5

GLUCOLISIS

ENERGIA

NAD

MICROORGANISMOS

FERMENTACION

DGP

ADP

Recurso básico para ejecutar la actividad

Tortora, G., Funke, B., Case, C. 2007. *Introducción a la Microbiología*. 9a. ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 988 pp.

Anexo 6. Cuadros comparativos ejecutados por los alumnos

9.3

Criterios de ejecución

Realice la actividad en equipos de cinco integrantes.

I. A partir de la lectura realizada del capítulo 9: Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico (pp 306-337) del libro Bioquímica: Las bases moleculares de la vida (McKee, 2009), complemente el siguiente cuadro resumen y esquema según se requiera a partir del análisis del tema.

Cuadro 1. Resumen del ciclo del ácido cítrico.

El ciclo del ácido cítrico es:	Un conjunto de reacciones bioquímicas que utilizan seis aerobias para liberar la energía almacenada en la acetil CoA, específicamente en el grupo acetilo de dos carbonos. En este ciclo una serie de oxidaciones y reducciones transfieren la energía potencial en la forma de electrones a coenzimas portadoras de electrones (NAD ⁺).				
Número de reacción	Sustrato	Enzima	Producto	Sustrato secundario	Producto secundario
1	Acetil-CoA	Enzima de acetil	Acetato	H ₂ O	CO ₂
2	Citrate	Acetil-CoA	Isocitrate		H ₂ O
3	Isocitrate	Isocitrate deshidrogenasa	α-Ketoglutarato	NAD ⁺	NADH + H ⁺ / CO ₂
4	α-Ketoglutarato	α-Ketoglutarato dehidrogenasa	Succinil-CoA	NAD ⁺	NADH + H ⁺ / CO ₂
5	Succinil-CoA	Succinil-CoA Sintasasa	Succinato	GDP/P _i	ATP
6	Succinato	Reductasa de Succinato	Fumarato	FAD	FADH ₂
7	Fumarato	Fumarato	Malato	H ₂ O	
8	Malato	Dehidrogenasa de Malato	Oxalacetato	NAD ⁺	NADH + H ⁺
Función de las moléculas FAD y NAD⁺		Como enzimas redox que su función principal se realiza en el metabolismo de toda las vivo. Portadoras Universales de e ⁻ .			
Total de moléculas FADH₂ producidas		1 FADH ₂			
Total de moléculas NADH producidas		3 NADH			

7.7

Criterios de ejecución

Realice la actividad en equipos de cinco integrantes.

I. A partir de la lectura realizada del capítulo 9: Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico (pp 306-337) del libro Bioquímica: Las bases moleculares de la vida (McKee, 2009), complemente el siguiente cuadro resumen y esquema según se requiera a partir del análisis del tema.

Cuadro 1. Resumen del ciclo del ácido cítrico.

El ciclo del ácido cítrico es:	El ciclo del ácido cítrico es un conjunto de reacciones bioquímicas que oxidan por completo a los sustratos orgánicos como la glucosa y los ácidos grasos, para formar CO_2 , H_2O y las coenzimas reducidas NADH y FADH_2 . El piruvato, el producto de la vía glucolítica, se convierte en acetil-CoA, el sustrato del ciclo del ácido cítrico.				
Número de reacción	Sustrato	Enzima	Producto	Sustrato secundario	Producto secundario
1	Acetil-CoA	Sintasa de citrato	citrato	H_2O	CoA-SH
2	Citrato	Aconitasa (isomerasa de citrato)	isocitrato	CO_2	
3	isocitrato	Deshidrogenasa de isocitrato	oxalosuccinato	NAD^+	$\text{NADH} + \text{H}^+$, CO_2
4	oxalosuccinato	Deshidrogenasa de oxalosuccinato	succinil-CoA	NAD^+ , CoA-SH	$\text{NADH} + \text{H}^+$, CO_2
5	succinil-CoA	Sintetasa de succinil-CoA	succinato	GDP , P_i	GTP , CoA-SH
6	succinato	Deshidrogenasa de succinato	fumarato	FAD	FADH_2
7	fumarato	Fumarasa	malato	H_2O	
8	Malato	Deshidrogenasa de malato	oxalacetato		$\text{NADH} + \text{H}^+$
Función de las moléculas FAD y NAD^+	Son coenzimas que ayudan a las reacciones redox				
Total de moléculas FADH_2 producidas	1 FADH_2				
Total de moléculas NADH producidas	3 NADH				

4.3

Criterios de ejecución

Realice la actividad en equipos de cinco integrantes.

I. A partir de la lectura realizada del capítulo 9: Metabolismo aerobio I: ciclo del ácido cítrico (pp 306-337) del libro Bioquímica: Las bases moleculares de la vida (McKee, 2009), complemente el siguiente cuadro resumen y esquema según se requiera a partir del análisis del tema.

Cuadro 1. Resumen del ciclo del ácido cítrico.

El ciclo del ácido cítrico es:	Es una vía metabólica en la que fragmentos de 2 carbonos procedentes de las moléculas orgánicas combustibles se oxidan para formar CO ₂ (dioxido de carbono).				
Número de reacción	Sustrato	Enzima	Producto	Sustrato secundario	Producto secundario
1	Acetil CoA	isocitratodehidrogenasa	isocitrato	H ₂ O	CoA-SH
2	isocitrato	Aconitasa	isocitrato	-	-
3	isocitrato	X	α-cetoglutarato	NAD ⁺	CO ₂
4	α-cetoglutarato	desidrogenasa de succinil	CoA	NAD ⁺	CO ₂
5	succinil CoA	Desidrogenasa de succinato	fumarato	FAD	FADH ₂
6	fumarato	fumarasa	Malato	H ₂ O	X
7	Malato	Desidrogenasa de malato	Oxalacetato	NAD ⁺	NADH+H ⁺
8	Oxalacetato	X	X	X	X
Función de las moléculas FAD y NAD ⁺	Se reducen para formar NADH y FADH ₂ que actúan como transportadores de electrones.				
Total de moléculas FADH ₂ producidas	una (1)				
Total de moléculas NADH producidas	tres (3)				

Anexo 7. Esquemas efectuados por los estudiantes

9.5

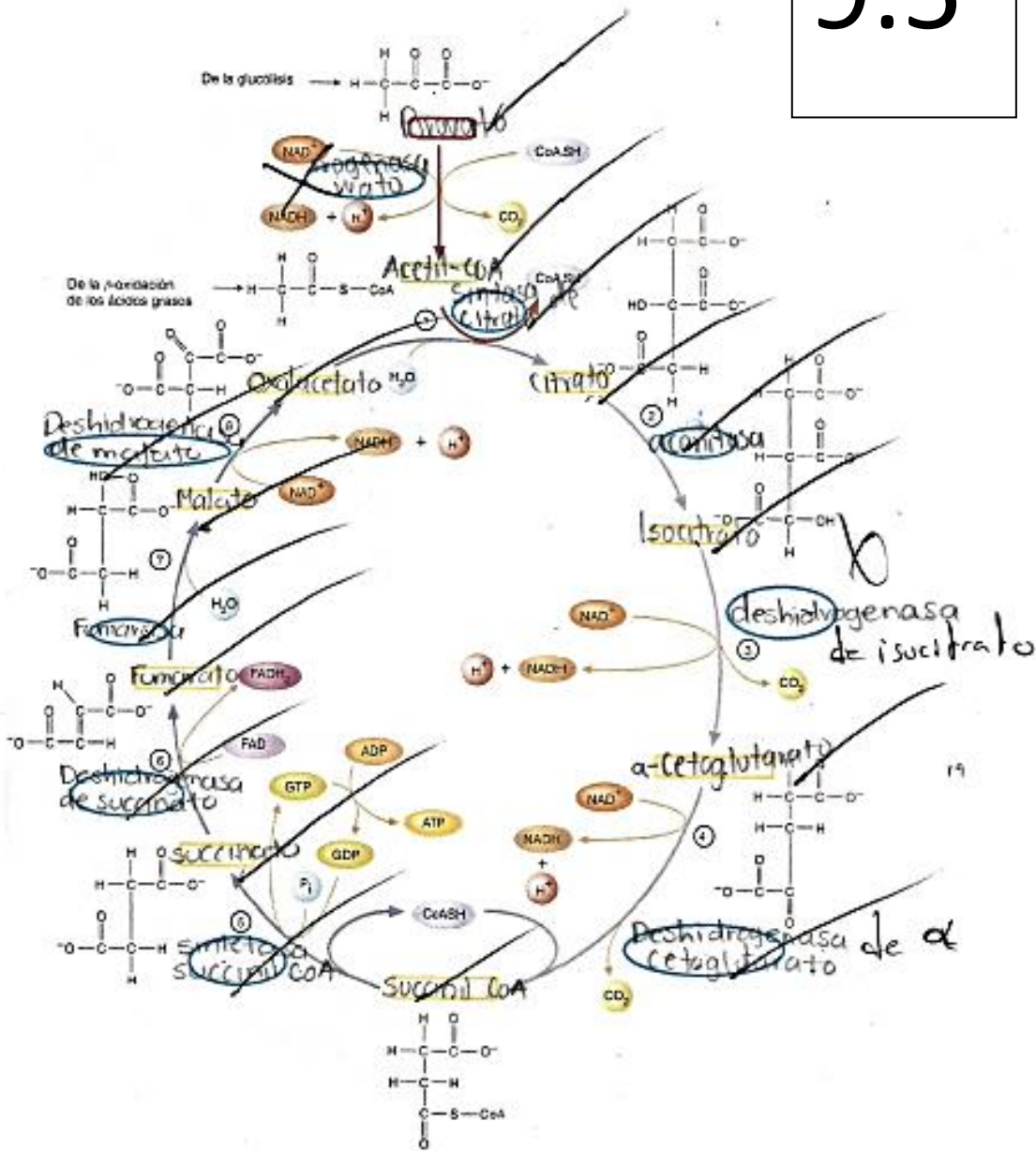


Fig. 1. Ciclo del ácido cítrico.

En cada vuelta del ciclo entra la acetil-CoA procedente de la vía glucolítica o del catabolismo de los ácidos grasos y salen dos moléculas de carbono totalmente oxidadas en forma de CO_2 . Se reducen tres moléculas de NAD^+ y una molécula de FAD . Se genera una molécula de GTP (interconvertible con el ATP) en una reacción de fosforilación en el nivel del sustrato.

9.5

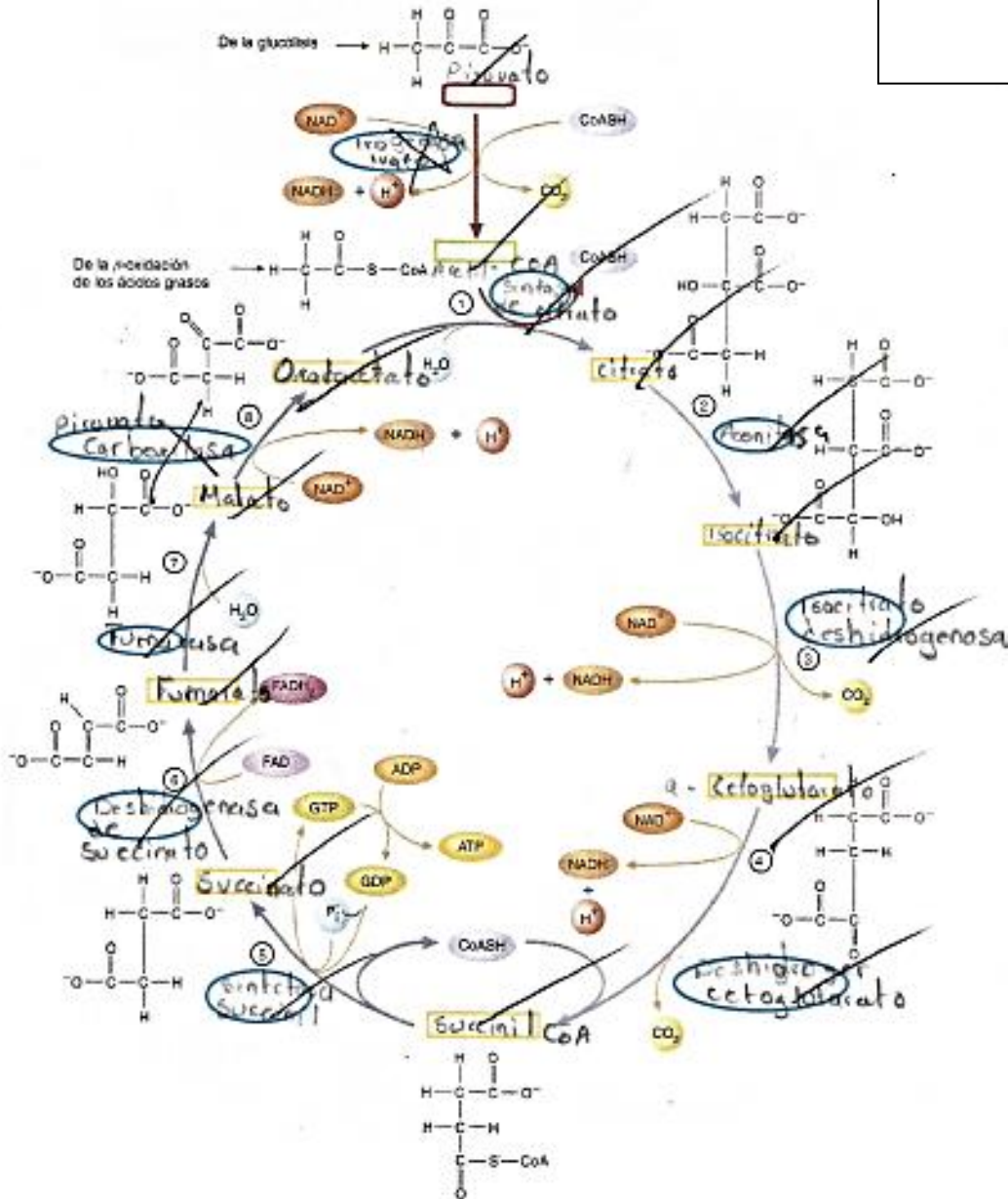


Fig. 1. Ciclo del ácido cítrico.

En cada vuelta del ciclo entra la acetil-CoA procedente de la vía glucolítica o del catabolismo de los ácidos grasos y salen dos moléculas de carbono totalmente oxidadas en forma de CO₂. Se reducen tres moléculas de NAD⁺ y una molécula de FAD. Se genera una molécula de GTP (interconvertible con el ATP) en una reacción de fosforilación en el nivel del sustrato.