



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**PROPUESTA METODOLÓGICA DIDÁCTICA DE ÍNDOLE
CONSTRUCTIVISTA, QUE PROPENDA AL APRENDIZAJE ACTIVO DE LA
ASIGNATURA DE BIOQUÍMICA EXPERIMENTAL**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

JORGE HUMBERTO CORTÉS MELLA

Director de tesis: Dr. Carlos Silva Córdova

Valparaíso, Chile

2021

A mi Madre

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad de Playa Ancha por acogerme en las condiciones tan particulares de los años 2020-2021 y poder tener la oportunidad de crecer personal y profesionalmente con el programa de Magister en enseñanza de las ciencias.

A la Dra. Ester López, por su alegría y humor particular a pesar de los duros momentos vividos, así como su visión y sabiduría, que sumada a su experiencia enriquecieron cada día que nos “reunimos virtualmente”.

Al Dr. Carlos Silva, Director de tesis, siempre tan llano a hablar de diferentes tópicos y como siempre me “tiro para arriba”, en lo relacionado con esta tesis o traspasándome su experiencia de vida.

Al Dr. Javier Vergara, que me mostró un sinnúmero de caminos del conocimiento que jamás hubiese imaginado.

A cada uno de mis compañeros de aula, todos ellos enriquecieron mi saber y mi espíritu, dándome esperanzas de poder construir una sociedad mejor.

¿Qué es un científico, después de todo?
Es un hombre curioso mirando a través de un ojo de la cerradura,
la cerradura de la naturaleza, tratando de saber qué está pasando.
Jacques Cousteau

RESUMEN	1
ABSTRACTS.....	3
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
2.1 Descripción de la problemática.....	11
2.2 Las Prácticas de Laboratorio Experimentales en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje.	13
2.3 Pregunta de investigación	19
2.4 Objetivo General	20
2.5 Objetivos específicos.....	20
2.6 Hipótesis	22
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	25
3.1 Justificación.....	26
3.2 Constructivismo y ciencia.....	28
3.2.1 Jean Piaget.....	29
3.2.2 Lev Vygotsky	30
3.2.3 David Ausubel	31
3.3 Sumando otras corrientes Constructivistas.....	34
3.3.1 El aprendizaje por descubrimiento: Jerome Seymour Bruner.	34
3.3.2 El aprendizaje para el modelo de procesamiento de la información: Robert Gagné.....	36
3.4 Una mirada a la ciencia, desde otros puntos de vista como: Popper, Lakatos, Kuhn, y Fereyabend	38
3.4.1 Karl Raimund Popper (1902-1994).....	39
3.4.2 Imre Lakatos (1922-1974)	40
3.4.3 Thomas Samuel Kuhn (1922-1996)	42
3.4.4 Paul Karl Feyerabend (1924-1994)	45
3.5 Cómo enseñar la ciencia	61
CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE ENSEÑANZA E INVESTIGATIVA	70
4.1 Consideraciones previas	71
4.2 Justificación de la propuesta.....	72
4.3 Descripción de la propuesta.....	73

Figura #3: Mapa Conceptual Aprendizaje de una Asignatura Experimental de Índole Científica	74
4.4 Metodología	74
4.4.1 Investigación de tipo mixta “investigación-acción”	74
4.5 Implementación del “ <i>ensayo</i> ” de la propuesta, en la asignatura de Microbiología General, cursada por estudiantes del cuarto semestre de Ingeniería en Biotecnología.	76
4.6 Condiciones actuales (virtualidad).....	79
4.7 Enseñando “ON LINE”	79
4.8 Ensayo de los instrumentos y de la propuesta didáctica educativo, en la asignatura de microbiología general.....	84
4.8.1 Objetivos Asignatura Microbiología (lo establecido oficialmente en el currículo).....	84
4.9 Otras consideraciones	85
CAPÍTULO 5: ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA DESARROLLADA EN LOS LABORATORIOS PRÁCTICOS DE MICROBIOLOGÍA GENERAL.....	90
5.1 Reflexión en torno al quehacer docente de la primera experiencia práctica.	91
5.1.1 Prueba de diagnóstico	93
5.1.2 Resultados: Evaluación Diagnóstico #1	93
5.1.3 Control de salida #1:	94
5.1.4 Resultados Control Salida #1.....	95
5.1.6 Evaluación informe laboratorio práctico #1.....	95
5.1.7 Resultados Informe del práctico #1	96
5.1.8 Análisis de los resultados Informe #1:.....	97
5.2 Reflexión en torno al quehacer docente de la segunda experiencia práctica.	98
5.2.1 Control #2 de diagnóstico	100
5.2.2 Resultados: Evaluación Diagnóstico #2 v/s Control de salida #2	102
5.2.3 Control salida #2	103
5.2.4 Resultados Control Salida #2:	104
5.2.5 Evaluación informe laboratorio práctico #2.....	105
5.2.6 Resultados Informe práctico #2	106
5.2.7 Análisis de los resultados Informe #2:.....	107
5.3 Reflexión en torno al quehacer docente de la tercera experiencia práctica.	108
5.3.1 Control #3 de diagnóstico	110

5.3.2 Resultados: Evaluación Control Diagnóstico #3 vs Control de Salida #3....	111
5.3.3 Control salida #3	111
5.3.4 Resultados: Control de salida #3.....	111
5.3.5 Evaluación informe laboratorio práctico #3.....	112
5.3.6 Resultados Informe #3:.....	113
5.3.7 Análisis de los resultados Informe #3:.....	114
5.4 Resultados generales de los Informes (evaluados por grupo de trabajo):	115
5.5 Prueba Global Acumulativa.....	116
5.5.1 Resultado Prueba Global	118
5.5.2 Análisis de los resultados Prueba Global Microbiología.....	118
5.6 Encuesta tipo Likert de Satisfacción.....	118
5.6.1 Resultados de Encuesta de Satisfacción.....	120
5.7 Discusión:	128
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES:	132
ANEXOS	136
Bibliografía	161

Tablas

Tabla #1: Asignaturas críticas de índole científicas y su porcentaje de aprobación (UTEM-2020)	23
Tabla #2: Teorías del Aprendizaje	49
Tabla #3: Programación prácticos de microbiología.	77

Figuras

Figura #1: Mapa Conceptual de las Diferentes Teorías del Aprendizaje	60
Figura #2: Conceptos de “hacer” y “comprender”	61
Figura #3: Mapa Conceptual Aprendizaje de una Asignatura Experimental de Índole Científica.	74

Gráficos

Gráfico #1: Evaluación individual diagnóstica #1 v/s control salida #1	93
Gráfico #2: Notas de la calificación individual del Informe #1	96
Gráfico #3: Notas de la calificación grupal del Informe #1	97
Gráfico #4: Evaluación individual diagnóstica #2 v/s control salida #2	102
Gráfico #5: Notas de la calificación individual del Informe #2	106
Gráfico #6: Notas de la calificación grupal del Informe #2	107
Gráfico #7: Evaluación individual diagnóstica #3 v/s control salida #3	111
Gráfico #8: Notas de la calificación individual del Informe #3	113
Gráfico #9: Notas de la calificación grupal del Informe #3	114
Gráfico #10: Notas de la calificación de los informes del grupo M1	115
Gráfico #11: Notas de la calificación de los informes del grupo M2	115
Gráfico #12: Notas de la calificación de los informes del grupo M3	116
Gráfico #13: Notas de la calificación prueba global	118

Anexos

1.1 Instrumentos de evaluación para momentos de la unidad (asignatura de Bioquímica).....	137
1.2 Evaluación del diseño evaluativo pedagógico.	138
Proceso evaluativo acorde a los objetivos planteados en los prácticos de bioquímica.....	138
Evaluación diagnóstica	139
Evaluación Formativa	140
Evaluación sumativa.....	142
2.1 Instrumentos de evaluación	143
Evaluación diagnóstica	143
Evaluación formativa.....	145
Evaluación sumativa1.....	147
Evaluación sumativa2.....	148
Evaluación sumativa3.....	150
Rubrica correspondiente a unidad de investigación	150
3.1 Programación semestral de los prácticos de laboratorio de Bioquímica y Fisiología	
Microbiana.....	151
Semana 1 (05 abril al 09 abril):	151
Semana 3 (19 abril al 23 abril): Práctico N°1 “Centrifugación”.....	151
Semana 5 (03 mayo al 07 mayo): Práctico N°2 “Método de Bradford”	153
Semana 7 (17 mayo al 20): Práctico N°3 “Cromatografía en Geles de Poliacrilamida-SDS” .	154
Semana 9 (31 mayo al 04): Práctico N°4 “Determinación de la Actividad Enzimática de la beta-galactosidasa”	155
Semana 11 (14 junio al 18 junio): Práctico N°5 “Medios de cultivo, Condiciones y Siembra de Microorganismos”	156
Semana 13 (05 julio al 09 julio): Práctico N°6 “Tinción Gram”	158
Semana 15 (19 julio al 23 julio): Práctico N°7 “Cultivo microbiológico, Factores de Crecimiento”	159
Semana 15-16 (26 julio al 06 agosto): Plazo final de entrega de unidades de investigación, informes finales y pruebas recuperativas.....	160
Semana 16 (02 agosto al 06 agosto): Examen final acumulativa, preguntas de desarrollo (sumativa). Este examen es de carácter obligatorio y tiene porcentaje de la nota final de la asignatura de un 40%.	160

RESUMEN

La presente tesis, se enmarca en una propuesta de investigación de carácter mixto, y cuyo propósito es explorar si las diferentes metodologías propuestas de carácter didáctico, inciden en la mejora cuatro variables dependientes en su proceso de aprendizaje, tales como: i) el mejoramiento de los procesos metacognitivos, ii) el rendimiento de los estudiantes, iii) el incremento del interés por la asignatura bioquímica experimental y iv) la percepción de los estudiantes acerca de la utilidad de los prácticos de laboratorio.

El actual trabajo se inscribe dentro del campo de investigación-acción en la didáctica de las ciencias experimentales, abordando la búsqueda de alternativas didácticas que contribuyan a superar dificultades de comprensión en los estudiantes de nivel universitario sobre el desarrollo de trabajos de índole experimental de la asignatura de Bioquímica.

Lo anterior es llevado a cabo junto a una múltiple gama de recursos didácticos, cuales fueron: videos cortos que explican los antecedentes del práctico de laboratorio; link de prácticos de laboratorio virtuales similares a los que han de realizarse; presentación previa de la guía y los hitos más importantes a realizar, así como, la explicación de los fenómenos a estudiar y la metodología que será utilizada a posterior (en el transcurso de la semana siguiente a esta exposición), de manera de lograr una mejora en lo académico y fundamentalmente en una mejor comprensión de los procesos involucrados en este tipo de prácticos de laboratorio, que tiene el fin pedagógico de imbuirlos hacia lo que son las “investigaciones científicas” y en como poder disponer de la información, planteamiento del problema, sus posibles hipótesis, los resultados de las experiencias y el o los análisis derivados de ellos.

Los resultados de la investigación nos muestran que al comparar los resultados de las evaluaciones de las pruebas diagnósticas v/s los controles de salida de los prácticos no muestran diferencias significativas. Además, a pesar de no mostrar, en general, diferencias significativas en la evaluación de los informes, se puede señalar que hubo tendencia a la mejora tanto de la forma como en el lenguaje utilizado en estos informes a medida que transcurrió el semestre, siendo evidentemente observable en el grupo M3. Así también, la encuesta “de satisfacción” realizada a los estudiantes nos señalan que: alrededor del 79% de los estudiantes se declara satisfecho con la forma y el apoyo mostrado; el 100% declara estar total o parcialmente de acuerdo con el haber disfrutado del tiempo dedicado a la asignatura y estar motivado; de ellos, el 77,8% en promedio declaran que aprender esta asignatura les dará oportunidad de desarrollarse en el futuro; también, el 92,6% en

promedio, declara que los prácticos fueron importantes, realistas y apropiados; y por último, el 88,9% de ellos, declaró que el lugar de trabajo fue apropiado.

Estos resultados, nos invitan a las siguientes conclusiones, que una vez transcurrido el semestre, los informes de laboratorio realizados por los diferentes grupos de laboratorio, tendieron a lo óptimo. Que el grado de comunicación entre el docente que dicta la teoría de la asignatura y el docente que realiza los prácticos, debe ser fluida, y en absoluta coordinación. Además, los estudiantes reconocen que los prácticos de laboratorio son parte fundamental de su futuro profesional. Sin embargo, en el transcurso de estas pocas sesiones de laboratorio, no se logró desarrollar completamente las competencias y habilidades de índole científica, pero si fue posible una obtener claramente que este tipo de metodología incide directamente en la adquisición de estos conocimientos prácticos.

Palabras Claves: Procesos metacognitivos, bioquímica experimental, prácticos de laboratorio, competencias científicas.

ABSTRACTS

This thesis is part of a mixed research proposal, whose purpose is to explore whether the different didactic methodologies proposed have an impact on the improvement of four dependent variables in the learning process, such as: i) the improvement of metacognitive processes, ii) student performance, iii) the increase of interest in the experimental biochemistry subject and iv) the students' perception of the usefulness of the laboratory work.

The current work is part of the field of action research in the didactics of experimental sciences, addressing the search for didactic alternatives that contribute to overcome difficulties of understanding in university level students on the implementation of experimental problems of the subject of Biochemistry.

The above was carried out with a wide range of didactic resources, which were: short videos explaining the background of the subject (theme); links to virtual laboratory practical exercises similar to those to be performed; previous presentation of the laboratory work guide and the most important steps to be performed, as well as the explanation of the subject to be studied and the methodology that will be used later (during the week following this presentation), in order to achieve an improvement in the academic and fundamentally in a better understanding of the processes involved in this type of laboratory. All of these have the pedagogical purpose of direct the students towards the meaning and scope of "scientific investigations" how to jet the relevant information, the problem statement, the enunciation of the hypotheses, and analysis of the data obtained.

The results of this investigation show that when comparing the results of the evaluations of the diagnostic tests vs. the exit controls of the practical exercises, there are no significant differences. Furthermore, despite not showing, in general, significant differences in the evaluation of the reports, it can be pointed out that there was a tendency to improve both the form and the language used in these reports as the semester progressed, being evidently observable in the M3 group. Also, the "satisfaction" survey conducted with the students shows that: around 79% of the students declared themselves satisfied with the form and the support given to the work; 100% declared that they totally or partially agreed with having enjoyed the time dedicated to the subject and being motivated; of them, 77.8% on average declared that learning laboratory subject will give them the opportunity to develop in the future; also, 92.6% on average declared that the practical exercises were important, realistic and appropriate; and finally, 88.9% of them declared that the work place was appropriate.

These results invite us to the following conclusions: that once the semester has elapsed, the laboratory reports made by the different laboratory groups tended to be optimal. That the degree of communication between lecturer in charge of the theoretical part of the course and the teacher of the laboratory work, should be fluid and in absolute coordination. In addition, the students recognize that the laboratory work are a fundamental part of their professional future. However, in the course of these few laboratory sessions, it was not possible to fully develop scientific competencies and skills, but it was possible to clearly obtain that this type of methodology has a direct impact on the acquisition of this practical knowledge.

Keywords: Metacognitive processes, experimental biochemistry, laboratory work, scientific competencies.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los prácticos de laboratorio en las diferentes asignaturas de ciencias (física, química, biología, bioquímica), muestran que estos son de lo más diversos y tiene el inmenso potencial de fomentar el interés por la “materia” de las diversas asignaturas de ciencias, para la construcción del aprendizaje. Esta diversidad de prácticos experimentales de laboratorio, en múltiples áreas, nos dan la oportunidad de entregar -por parte de los docentes- diferentes estilos de enseñanza, que influirán en el aprendizaje de los estudiantes.

Los métodos de enseñanza no debiesen responder continuamente a una forma o patrón estricto o “receta”, ya que esta estrategia muchas veces ignora las diferencias del aprendizaje del estudiante y las habilidades de enseñanza del profesor, por lo que las estrategias debiesen responder estos factores.

Por lo que es conveniente entonces que en cada una de las sesiones prácticas se varíen las formas de trabajo y organización, de manera de siempre se presente un cuadro nuevo a los estudiantes, y que no sea una tarea de repetición, donde estos se sientan en el mesón de experimentación y realizan la secuencia diseñada y determinada por los docentes, tal cual como está escrito en la guía.

La práctica docente permite identificar tres grandes problemáticas al momento de realizar las actividades de la de índole experimental, estos son: 1) la falta de información; 2) la falta de tiempo; 3) y la falta de interés. Hoy, además, se debe agregar otro factor más a lo anteriormente dicho; los efectos aun presentes del aislamiento social a causa de la pandemia del virus SARS-CoV-2, lo cual obligo a generar modificaciones en la enseñanza empírica llevando a realizar “laboratorios prácticos teóricos”.

Las prácticas de laboratorio implican un proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el profesor, el organiza y responsabiliza de la experiencia, la cual ocurre en un tiempo determinado y en un ambiente adecuado, para así conducir el proceso de aprendizaje. En esta etapa se llevarán a cabo procesos psicomotores y de interacción social, en un contexto de trabajo de índole colaborativo. Este, además, deberá establecer diversas interacciones lingüísticas y

sumergirse en la búsqueda de fuentes de información. Estas deberán ser aplicadas experimentalmente utilizando equipos e instrumentos para ello. Además, deberán abordar la solución a una problemática de índole profesional, utilizando una técnica en particular otorgándoles un enfoque interdisciplinar-profesional.

A los estudiantes se les suele pedir con frecuencia comprendan la naturaleza del problema y el procedimiento experimental, es decir, que adopten la perspectiva teórica relacionada con el tema de estudio (con ayuda mínima del profesor), que lean, asimilen y sigan las instrucciones del experimento, que manejen el equipo de experimentación de laboratorio, que recopilen los datos, siendo capaces de reconocer diferencia entre los datos obtenidos y los resultados que “deberían haberse obtenido”, que interpreten tales resultados y escriban el informe del experimento (a menudo utilizando un lenguaje impersonal y altamente técnico) y se les pide además que en todo momento se aseguren de comportarse razonablemente bien con el resto de los compañeros. En resumidas cuentas, el trabajo práctico, tal como se lleva a cabo en la actualidad plantea demasiadas barreras o interferencias que dificultan el aprendizaje. Esta serie de interferencias hace que los estudiantes a veces sufran una sobrecarga de información y sean incapaces de percibir claramente la señal de aprendizaje” (Hudson, 1994, p.304).

Según señala Johnstone (1982), es posible que los estudiantes adopten algunas estrategias al verse envueltos en una situación como la señalada, lo que generará que ellos actúen de la siguiente manera:

- Adoptar un enfoque “tipo receta”, siguiendo simplemente las instrucciones paso a paso.
- Concentrarse en un único aspecto del experimento, con virtual exclusión del resto.
- Mirar a su alrededor para copiar lo que hacen los demás.
- Convertirse en “ayudantes” de un grupo organizado y dirigido por otros compañeros.

Se evidencia así, que siguen caminos pauteados con sus etapas definidas, estas en la realización del experimento tendrán una conclusión predeterminada de antemano, por lo que el proceso cognitivo en esas condiciones, tiende a ser bajo.

Esto, además, a que los prácticos de laboratorio, suelen ser concebidos como espacios que solo permiten comprobar la teoría, pues el proceso experimental solo es utilizado para la obtención de un resultado o producto esperado, descartando las ideas previas que poseen los estudiantes y los posibles errores que puedan cometer durante la realización de estos.

El error básico es suponer que el contenido pedagógico del aprendizaje experimental del laboratorio es idéntico a la estructura sintáctica de la disciplina en estudio. Según Gardner (1990), *“la estructura sintáctica son las rutas o vías investigación que utilizan los “científicos”. Y sobre esto, sostienen que la manera de cómo se forman los nuevos conceptos y tipos de conocimiento, se confunde la enseñanza de las ciencias con la investigación respecto a la enseñanza de las ciencias por indagación”* (p. 369).

Esta asume determinadas actitudes, tales como el interés en la ciencia, la adquisición de habilidades de laboratorio el aprendizaje de conocimientos científicos y la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Las disciplinas científicas, poseen una estructura conceptual que identifica el conocimiento, que la compone, en modos particulares de indagación, es decir, formas de recopilar información y procesar los datos. Estas deben ser fiel reflejo de una disciplina científica, tanto en su estructura como en los modelos de investigación.

Las teorías y modelos, deben reflejarse en el aula y en armonía con los procesos de investigación y en apoyo a lo conceptual, lo intuitivo y la estructura teórica del particular conocimiento. Tal como describe el autor anteriormente mencionado, la ciencia se enseña de modo fuera de naturaleza inductivista y se basa sobre “la concepción del método científico: como un proceso cuasi mecánico que consta de una serie de etapas: 1.- Observación y experimentación; 2.- Generalización inductiva; 3.- Hipótesis (la formulación de declaraciones o leyes científicas

generales); 4.- intento de verificación, 5.- Prueba o refutación; 6.- Conocimiento objetivo.

En conclusión, las prácticas de laboratorio son esenciales dentro de la enseñanza de las asignaturas de ciencias, pero es necesario replantearse los objetivos de estas, como el que deban estar orientadas a como un vehículo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estructura sintáctica del dominio científico. A pesar de seguir siendo una discusión abierta respecto al uso y la importancia de los laboratorios experimentales, se puede señalar que estas deben servir a las teorías científicas y de esta forma contribuir en la comprensión de aquellas, construyendo hábitos y destrezas de quienes las practican (Kirschner P. A., 1992).

Dado que los prácticos de laboratorio promueven el aprendizaje de las ciencias, y con el fin de apoyar y favorecer esta adquisición de nuevos conocimientos, se utilizaron diversos apoyos didácticos, como: capsulas de material de apoyo de estudio (cápsulas o videos cortos), uso de laboratorios virtuales para un primer acercamiento al práctico, clases expositivas y de apoyo previo a cada uno de los prácticos, y retroalimentación, tanto en la forma como en el fondo de los informes de los prácticos de laboratorio. Entonces, ¿cómo hacemos para acrecentar el interés de asignaturas de ciencias a nuestros estudiantes?

La respuesta a esta pregunta, se contesta con la utilización de una serie de recursos didácticos, que mejoraron la apreciación y el interés por la asignatura y que fueron utilizados en la enseñanza en esta asignatura de tipo experimental. En ello, se pudo observar que el hablar un lenguaje claro y directo, sobre las actividades que han de ser realizadas, favorecían la comprensión de lo que se realizaría en el práctico correspondiente, además, se les estimuló sobre las expectativas de las actividades manipulativas que realizarían, y todo esto, dentro de un marco de competencias básicos y de resolución de problemas reales, que les haga valorar las ciencias como algo propio de sus vidas cotidiana y con ello apoyar los procesos metacognitivos de la misma.

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción de la problemática.

La construcción del aprendizaje ocurre, cuando el aprendiz incorpora la nueva información a su estructura cognitiva, es decir, cuando las ideas y relaciones tienen significado a la luz de la red organizada y jerárquica de conceptos que ya posee. De esta manera, pueden ellos utilizar con mayor eficacia sus conocimientos previos, en la adquisición de nuevos conocimientos los cuales, a su vez, facilitan la adquisición de nuevos aprendizajes (Cravino, 2003).

Además, debemos bogar en contra de la apatía y desinterés por parte de los estudiantes según lo describe López (2013). Estas indiferencias, han sido percibidas por los docentes de las asignaturas de ciencias básicas en la educación superior, respecto a los contenidos impartidos en estas, y que fue observada un bajo rendimiento generalizado. A esto se le suma, la escasa participación en eventos científicos, e incluso, un cierto rechazo sobre este tipo de asignaturas. Es posible sugerir, siguiendo a Machado (2006), que parte del rechazo que muchas veces la asignatura de química provoca en los estudiantes, es en parte debido a que se dicta desde un alto nivel de abstracción teórica, que comienza con el mundo sub-microscópico de la química, es decir, aquel que no puede llegar a ser observado de manera directa. De igual manera, es posible hacer un paralelo y asociar esta misma situación a la asignatura de bioquímica u otras similares.

En opinión de Lacueva (2000), una de las principales causas de la “desconexión” de los estudiantes se encuentra en el uso de estrategias de enseñanza donde se utiliza mayormente el método expositivo y repetitivo. De esta manera, la pregunta anteriormente señalada de ¿cómo hacemos para acrecentar el interés de asignaturas de ciencias a nuestros estudiantes? La respuesta surja, factiblemente, de cambios que debemos resolver nosotros los docentes en nuestro proceso de enseñanza-aprendizaje. En particular cuando hablamos de bioquímica, y en específico sobre el conocimiento científico de la bioquímica, ya que hablamos de

ciencia, de manejo de datos y estadística, de investigaciones profundamente particulares y específicas, no hecha con fines educativos, a lo más con un fin informativo entre pares del mismo ámbito científico.

Lo anterior, es reafirmado por Díaz (1998), quien señala *“que los estudiantes de bachillerato demandan, para la mayor comprensión de los contenidos, que utilicen en las clases un mayor número de ejemplos actuales y de la vida, además de actividades en equipo y visitas a algún lugar donde se presente el tema “in vivo”, como en las industrias”* (p. 49).

Por tanto, el papel nuestro -como docentes- es el de apropiarnos de este conocimiento y a partir de ahí implementar didácticas que facilite la comprensión y les ayude en sus procesos cognitivos como tal. Este proceso, de la construcción del conocimiento, se da por aproximaciones sucesivas desde la descripción reveladora, pasando por el análisis que transforma el objeto a un proceso de comprensión que subjetiva la vivencia del otro.

De igual forma, las prácticas de laboratorio concebidas como estrategias didácticas, deben permitirles a los estudiantes comprender la forma en que se construye el conocimiento en una comunidad científica, por ejemplo: cómo trabajan los científicos; cómo llegan a acuerdos; cómo reconocen desacuerdos, y qué valores mueven la ciencia; cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y con la cultura. En síntesis, las prácticas de laboratorio aportan a la construcción en el estudiante de cierta visión sobre la ciencia en la cual ellos pueden entender que acceder a la ciencia no es imposible, y -además- que la ciencia no es infalible y que depende de otros factores o intereses (sociales, políticos, económicos y cultural) (Lunetta, 1998; Hudson, 1994)

Según Kirschner (1992) el trabajo práctico se debe utilizar para enseñar y aprender la estructura sintáctica de una disciplina, más que la estructura sustantiva. Plantea tres razones o motivos válidos para ello: (a) desarrollar destrezas específicas a través de ejercicios; (b) aprender el “enfoque académico” a través de los trabajos prácticos como investigaciones, de modo que el estudiante se involucre en la resolución de problemas como lo hace un científico; y (c) tener experiencias con

fenómenos. El trabajo práctico como una situación de investigación permite desarrollar destrezas en la resolución de problemas, y esto implica: (i) reconocer la existencia de un problema en una situación dada; (ii) definir el problema; (iii) buscar soluciones alternativas; (iv) evaluar las soluciones alternativas; (v) escoger la mejor estrategia de solución; y (vi) evaluar la solución para ver si hay nuevos problemas volviendo al principio (p. 289).

Razón por la cual, es de suma importancia implementar similares estrategias didácticas -de forma experimental- que logren la construcción del denominado “conocimiento científico”, de manera de conciliar los conocimientos previos de los estudiantes y los nuevos conocimientos entregados por los docentes, de manera de desarrollar en ellos “**habilidades investigativas**” (*observación de fenómenos, predicción, hipótesis diseño experimental*) y “**destrezas manipulativas**” (*manejo de material de laboratorio, seguridad, y realización de montajes experimentales*)” (Marín, 2010, p. 41).

2.2 Las Prácticas de Laboratorio Experimentales en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje.

Las actividades experimentales son aspectos claves en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las asignaturas de ciencias, tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, así como, en el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para las cuales los trabajos experimentales son fundamentales, del mismo modo, en cuanto al desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento de los estudiantes y al desarrollo de cierta concepción de ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas.

Con el propósito de lograr una adecuada comprensión de la ciencia, es necesario que el papel del experimento en la metodología científica quede claro en los estudiantes y docentes. Este papel, es explicar los fenómenos, permitir la confrontación de las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos de que se dispone, ya que las teorías no se derivan directamente de la observación (por

inducción), sino de la capacidad para describir, explicar y producir fenómenos observables, que no dependen de ninguna observación sencilla. Por lo tanto, el experimento es un medio para evaluar la validez de una teoría científica previamente producida por actos creativos de abstracción e invención (Salcedo, 1995).

Desde siempre el avance científico y la aplicación sus avances y la tecnología derivadas de estas y la generalización de aplicaciones de forma cotidiana por el ciudadano común, ha incidido -muy fuertemente desde mediados del siglo XIX- en la necesidad o requerimiento de la formación científica de la población, como forma de poder capturar y aprovechar estos conocimientos y/o tecnologías que garantizarán el desarrollo del país. Es por ello, que a medida que el avance científico tecnológica continúa inexorablemente, debemos preparar a las futuras generaciones procurando una adecuada formación científica y sentando las bases de teorías conocidas sobre las cuales subyacen los actuales conocimientos y sobre las cuales los futuros ciudadanos y profesionales podrán asentar las bases de sus nuevos conocimientos, evitando que la información, el conocimiento y las decisiones se concentren en unas pocas manos, permitiéndoles o permitiéndonos opinar, participar, disentir y votar respecto a estos temas.

Por su parte Reid (1993) proponen que una educación dirigida hacia una cultura científica básica debería contener:

- Conocimientos de la ciencia → ciertos hechos, conceptos y teorías.
- Aplicaciones del conocimiento científico → el uso de dicho conocimiento en situaciones reales y simuladas.
- Habilidades y tácticas de la ciencia → familiarización con los procedimientos de la ciencia y el uso de aparatos e instrumentos.
- Resolución de problemas → aplicación de habilidades, tácticas y conocimientos científicos a investigaciones reales.
- Interacción con la tecnología → resolución de problemas prácticos, énfasis científico, estético, económico y social y aspectos utilitarios de las posibles soluciones.

- Cuestiones socio-económico-políticas y ético-morales en la ciencia y la tecnología.
- Historia y desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- Estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica → consideraciones filosóficas y sociológicas centradas en los métodos científicos, el papel y estatus de la teoría científica y las actividades de la comunidad científica.

Es probable, en la labor docente, afirmar que no se ha logrado generar, una mayor alfabetización científica y tecnológica a nuestros conciudadanos. Como consecuencia llevando a la gran mayoría de nuestros estudiantes y ciudadanos a pensar que la ciencia es para unos pocos escogidos y “muy difícil”, y que de alguna manera ha incidido en cierta apatía por estas asignaturas por parte del estudiantado, que probablemente esta -indiferencia- sea de índole multifactorial como: afectivas, valóricas, motivacionales y de las creencias (Simpson, 1994).

Según señala López (2013), entre las principales causas de la desconexión de los estudiantes se encuentra el uso de estrategias de enseñanza donde se utiliza mayormente el método expositivo y repetitivo. A esto se le suma la afirmación de Lacueva (2000), quien señala que hay evidencia de que muchos estudiantes, luego de años de escolaridad, siguen sosteniendo en diversos campos, ideas contrarias al pensar científico, lo que manifiesta el fracaso de muchos métodos educativos, basados en la repetición simple de nociones y en la resolución mecánica de problemas. Más aun, y específicamente en el área de química según nos señala Pozzobon, (2003, como se citó en López, 2013, p. 365), quien puntualiza que *“la enseñanza de la nomenclatura química se imparte en forma deficiente, pasiva, con estrategias tradicionales, ocasionando dificultades en la comprensión del contenido”*. Por otra parte, Díaz (1998) afirma que *“los estudiantes de bachillerato demandan, para la mayor comprensión de los contenidos, que utilicen en las clases un mayor número de ejemplos actuales y de la vida, además de actividades en*

equipo y visitas a algún lugar donde se presente el tema en vivo, como en las industrias” (p. 49).

“Este cierto desinterés y apatía por parte de los estudiantes de bachillerato”, según relata Espinoza-Ríos (2016, p. 267), por el desarrollo del conocimiento científico está influido significativamente de acuerdo a la forma como esta es enseñada, ya que generalmente es transmitida como una ciencia terminada, objetiva, como una verdad absoluta y dogmática, y consecuentemente sin una mayor utilidad cotidiana (Rua & Alzate, 2012), cuyas consecuencias sobre los estudiantes son actitudes pasivas, con poca reflexión, sin críticas que contribuyen a acrecentar el desinterés por este tipo de asignaturas.

Por tanto, la propuesta realizada plantea que debemos disponer de múltiples estrategias para mejorar el aprendizaje, pues los estudiantes poseen diversos estilos de aprendizaje, como lo son el aprendizaje activo, aprendizaje teórico, visual y auditivo. El estimular de diversas de diversas formas -textos, videos, laboratorios virtuales y explicaciones expositivas- junto con el incentivar el querer saber, con planteamientos interesantes relacionados con la realidad de la mano con una mirada historicista, además de presentarles las técnicas a realizar de manera lúdica, como si fuese un juego, así como señalarles que se está permitido equivocarse y no por ello es un fracaso, sino que es parte del aprender. Además, de incentivar que realicen trabajos de investigación bibliográfica que les sean afines o de los cuales tengan interés para ellos mismos, apoyándoles en la redacción, el lenguaje técnico y el uso correcto de bibliografía y sus correspondientes citas, utilizando para ello todos los recursos tecnológicos disponibles y que están al alcance de nuestros estudiantes, de tal manera que puedan acceder a toda la información apropiada, junto a clases expositivas de los prácticos, para reafirmar las técnicas de la mano de los propósitos de cada uno de los ensayos experimentales propuestos, y de esta manera construir y comunicar valores relativos a la naturaleza de las ciencias. Con todo lo anteriormente señalado, podemos afirmar que *“los prácticos de laboratorio proporcionan una experiencia directa de índole científica que les permite contrastar*

la abstracción científica con la realidad, al familiarizarlos con los elementos tecnológicos y el desarrollarles un razonamiento práctico” (Barberá, 1996, p. 374).

Según Gil (1999), tanto los docentes como los estudiantes asocian intuitivamente las prácticas de laboratorio con el trabajo científico. Encontrar esta relación puede facilitar el cambio de las prácticas de laboratorio tipo recetas a otras que permitan al estudiante, desarrollarse cognitivamente, exigiéndose más a sí mismo para producir conocimientos y mejorar los ya adquiridos, pues las hipótesis con las que él llega al laboratorio debiesen ser producto de su propia actividad intelectual. Así mismo, esta relación, le permite tener una visión acerca de la ciencia, del conocimiento científico y de sus interacciones con la sociedad. Esto, será posible en el estudiante, solo si ha pasado por un proceso de reflexión individual y en conjunto con sus compañeros, con el profesor, su vivencia y sus propios intereses.

Se precisa entonces que los docentes universitarios que participan en la formación de los estudiantes, deben llevar a sus aulas estrategias que promuevan la construcción de aprendizajes prácticos, significativos, que constituyan un nexo entre la teoría y la práctica, que en su continuidad se transformen en una base sólida para un venidero y óptimo desempeño, en ambientes laborales en donde se exige que los profesionales que posean competencias que les permita ser facultativos integrales, líderes, proactivos, que aporten soluciones creativas, concretas y trascendentes (González Vega, 2012)

Es justo también señalar, que en ocasiones el valor didáctico de los trabajos prácticos son objeto de permanente controversia, según señala Domenech-Casal (2013) hay quienes -autores- están a favor y lo presentan como un método valioso y un objetivo en sí mismo, mientras que otros cuestionan este “entusiasmo” no justificado, pues el análisis sobre el valor didáctico de los trabajos prácticos suelen ir relacionados con el rol del estudiantado, y sobre este ambiente se configuran distintos tipos de prácticas. Algunas veces, las propuestas enfrentan principalmente dos tipos de dificultades previas a cualquier puesta en marcha de una propuesta didáctica y estas son; pecan en la idealización, es decir, se apoyan en una visión *mayéutica*, de generación de conocimiento, que apuntan al “*despertar*” de

capacidades científicas innatas, además de la concepción “*intuitiva de la ciencia*”, que se revelan como insuficientes, ambas propuestas de cambios cualitativos, suelen desembocar en frustración del estudiantado, así como en los docentes.

En consecuencia, no es realista proponer que los estudiantes desarrollen aptitudes científicas solo con la mera exposición de una “propuesta” de investigación. Y desde la otra perspectiva -docente- que no por desear hacer prácticas investigadoras, se estará capacitado para hacerlas. Es por tanto necesario recalcar que, si bien estas herramientas y estrategias por sí solas no cumplen el objetivo, se deben establecer medios para que las prácticas sean “más” investigadoras en un proceso pautado, gradual y factible, dentro del marco académico, donde se fomente la reflexión por parte de los estudiantes, por sobre las prácticas en sí mismas.

Dentro de las estrategias que podemos desarrollar, es el informe de laboratorio del trabajo práctico realizado. En su corrección, podemos observar o se pone de manifiesto el grado de reflexión de los estudiantes sobre la experiencia. Promover la apropiación y reflexión pasa por la reformulación personal del trabajo práctico, donde se requiere el apoyo docente en la lingüística, pues las habilidades *cognitivo-lingüísticas* están asociadas al desarrollo del razonamiento científico (resumir, describir, comparar, justificar, argumentar) y asociadas al dominio de tipos textuales.

“En ocasiones, los profesionales de la educación desdeñamos excesivamente el valor didáctico de la imitación, primando el uso de andamios abstractos que no consiguen substituir el proceso personal de abstracción que rige el propio estudiante al imitar a partir de un ejemplo. Por ello, especialmente para el estudiantado, con dificultades de aprendizaje, es conveniente incluir y promover de ejemplos de lo que queremos conseguir en nuestros andamios didácticos. Si son ejemplos de los propios estudiantes, mucho mejor” (Domenesh-Casal, 2013, p.258).

Teniendo en cuenta lo planteado en los párrafos anteriores, **“se propone desarrollar una propuesta didáctica para involucrar e implicar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje activo en los prácticos de laboratorio”**. Esta propuesta se basa en la construcción del conocimiento científico,

por parte de los estudiantes, en donde se utilizarán nuevos métodos para abordar las problemáticas de manera empírica realizando prácticos de laboratorio, es decir, se implementarán diversas estrategias didácticas que propicien el aprendizaje. Además, se realizarán unidades de investigación basadas en los intereses propios y particulares de los estudiantes y en basa al trabajo colaborativo, con tolerancia y respeto mutuo, además de despertar la motivación de los estudiantes por este tipo de asignaturas y favorezcan la construcción de aprendizajes significativos en torna a los organismos vivos desde una mirada micro-molecular como lo es la asignatura de bioquímica (experimental) o similares.

2.3 Pregunta de investigación

¿Cuál el impacto de la aplicación de una metodología didáctica de índole constructivista, que propenda al aprendizaje activo de la bioquímica experimental?

Los trabajos prácticos de laboratorio, en el área de las ciencias, son componentes esenciales en la formación de los estudiantes universitarios (Tamayo, 2012). Los prácticos de laboratorio son espacios complejos donde se desarrolla los procesos de construcción del aprendizaje y la relación estudiante/profesor están ligadas indisolublemente al proceso de enseñanza-aprendizaje, donde los estudiantes deben realizar actividades formativas previstas con anterioridad, además de lograr que estos -los estudiantes- desarrollen habilidades, aptitudes y competencias necesarias para ser capaces de desenvolverse adecuadamente en un laboratorio “científico”. Y lograr que los estudiantes adquieran “habilidades prácticas” (lo que se hace), junto con los conceptos subyacentes, así mismo con el cumplimiento de los objetivos planteados y finalmente el uso de la(s) estrategia(s) más adecuada para alcanzar los resultados (el por qué; el para qué y el cómo se hace, respectivamente). Todo lo anterior, nos da cuenta de la necesidad de promover el aprendizaje activo, tanto procedimentalmente como cognitivamente en la experiencia, por lo que el propósito final de esta tesis es la aplicación de enseñanza activa como variable independiente que consiste en “Propuesta didáctica para involucrar a los

estudiantes en el proceso de aprendizaje activo en los prácticos de laboratorio”, mediante: (a) actividades pre práctico; (b) herramientas de autoevaluación y (c) actividades formativas complementarias.

Este proyecto será realizado en la asignatura de Bioquímica y Fisiología Microbiana, de la carrera de Ingeniería Química, en estudiantes de quinto semestre, cuyos prácticos se llevarán a cabo durante todos los primeros semestres de los años académicos en la Facultad de Ciencias Naturales, Matemática y Medio Ambiente (FCNMMA-UTEM). Las sesiones son de cuatro horas cronológicas semanales donde los estudiantes realizan un trabajo de índole grupal conformados por tres o cuatro estudiantes. De esta manera se contribuirá al trabajo colaborativo y al respeto de las ideas de los otros y la distribución de las labores en los tiempos adecuados de acuerdo a la duración del mismo.

Nota: dada la necesidad de testear los instrumentos y la metodología didáctica, se realizó un piloto o una apreciación de la propuesta en la asignatura de microbiología que es dictada en el transcurso del segundo semestre 2021 y que contó una programación de clases y prácticos de carácter híbridas.

2.4 Objetivo General

Probar una metodología didáctica de carácter constructivista, que propicie el aprendizaje activo y reflexivo de la asignatura de bioquímica experimental en estudiantes de quinto semestre de la carrera de Ingeniería Química.

2.5 Objetivos específicos

- Involucrar a los estudiantes en la utilización de las actividades propuestas, y las implicancias del ensayo dándoles una mirada global y propia de las actividades, de manera de promover el aprendizaje activo.
- Conferir a los estudiantes de las herramientas necesarias para el aprendizaje autónomo y trabajo en equipo, a través de actividades pre-laboratorio (videos, ppt's, prácticos virtuales disponibles).

- Promover el uso de los diferentes equipos de laboratorio (de uso común en la mayoría de estos, como: espectrofotómetro, cromatografías, centrifugación, inoculación y crecimiento bacteriano, preparación de disoluciones, técnicas de tinción para la observación de microorganismos y uso del microscopio), de índole biológico.
 - Fomentar actividades de comunicación oral y escrita, con unidades de investigaciones individuales muy cortas y asociadas al tema del práctico de laboratorio y una exposición del mismo en no más de cinco minutos del mismo para su evaluación y calificación, siguiendo las normas mínimas de redacción, análisis, conclusiones y bibliografía.
 - Promover el espíritu crítico mediante el análisis, satisfacción y la reflexión sobre lo realizado y sus resultados, junto a sus compañeros de grupo, en la discusión y conclusiones de los reportes de laboratorio.
-
- 2.5.1. Respecto a la asignatura
 - Profundizar transversalmente los contenidos de la asignatura: posible salida a un laboratorio de esta índole (esto depende de las condiciones sanitarias).
 - Reforzar la calidad de la enseñanza de la asignatura y en la formación académica-profesional de la carrera con una impronta de una preparación hacia la profesión.

2.6 Hipótesis

La aplicación de una propuesta metodológica de índole constructivista que permita la *empiría* y reflexión de los experimentos realizados en los laboratorios de la asignatura de la bioquímica experimental.

Es posible inferir, a la luz de la investigación bibliográfica realizada y de la realidad de los resultados evaluativos -junto a sus respectivas calificaciones- que, en las asignaturas de ciencias básicas de tipo experimental presentan bajos rendimientos y altos niveles de reprobación -50% promedio- (ver Tabla#1: Asignaturas Críticas 2016-2020). Lo anterior, nos muestra que los procesos de aprendizaje-enseñanza de las asignaturas, y sus respectivos laboratorios de índole científica, así como los procesos de adquisición de los conocimientos y la adecuación de estos, son deficientes por parte de los estudiantes y pueden explicar las bajas evaluaciones y calificaciones obtenidas en el transcurso de los prácticos experimentales de la asignatura de bioquímica y otras de similares características. La propuesta educativa será analizada bajo la perspectiva de una “investigación-Acción” de tipo descriptiva, con el fin de que las propuestas didácticas aplicadas produzcan cambios a nivel de estos procesos de enseñanza y aprendizaje que hoy observamos. Los datos obtenidos en esta propuesta investigativa se compondrán de datos cuantitativos y cualitativos, por lo que se establecerá una investigación de tipo mixta, orientada a la toma de decisiones en la mejora de la didáctica de esta asignatura experimental.

A continuación, se plantea la siguiente tabla, la cual da cuenta de las asignaturas críticas y sus porcentajes de aprobación. Estos bajos niveles de aprobación, son similares a los de la asignatura de bioquímica, siendo el gran problema a resolver, pues conllevan en gran medida, junto con el atraso de su titulación de la cohorte, a la deserción de los estudiantes de las carreras de ingeniería.

Tabla #1: Asignaturas críticas de índole científicas y su porcentaje de aprobación (UTEM 2016-2020)

Asignaturas Críticas															
Campus		Macul	Jornada				Diurna		Modalidad				Presencial		
Niv el	Códig o	Nombr e Asigna tura	% de aprobación promedio (semestral o anual) ultimas 5 versiones												
			2016		2017		2018		2019		2020		% Promedio de los últimos 5 años		
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	T
1	MAT67400	Algebra	67,3%	-	42,9%	53,8%	32,7%	25,0%	62,3%	-	-	-	51,3%	39,4%	47,3%
1	MAT61400	Calculo I	50,9%	42,9%	44,6%	62,5%	28,3%	72,4%	70,2%	90,0%	50,0%	-	48,8%	67,0%	56,9%
2	QUI61700	Calculo II	38,5%	26,3%	57,1%	71,4%	66,7%	35,0%	88,5%	-	0,0%	66,7%	50,2%	49,9%	50,0%
2	QUI61700	Física I	65,4%	34,2%	-	-	-	52,9%	90,0%	-	-	66,7%	77,7%	51,3%	61,8%
2	QUI61800	Química Orgánica I	33,3%	67,5%	-	-	10,0%	68,8%	-	-	42,9%	-	28,7%	68,2%	44,5%
3	QUI61900	Química Orgánica II	28,6%	63,6%	30,0%	-	63,0%	-	86,4%	-	-	-	52,0%	63,6%	54,3%

Elaboración: Propia

La tabla#1: porcentajes de aprobación promedio en las asignaturas de primer y segundo año de las carreras de ingeniería de la FCNMMA. Se puede distinguir que estas poseen una tasa de alrededor del 50% de aprobación promedio entre los años 2016 y 2020.

Es por ello, que el propósito de esta propuesta de investigación mixta será explorar el impacto que tendrá la aplicación de una didáctica basada en el constructivismo (en el amplio espectro de la palabra), sobre los procesos metacognitivos de los estudiantes, en conjunto con su rendimiento. Para ello, y de manera de poder tener una mayor comprensión del problema, es que se cotejaran datos de tipo cuantitativo y cualitativo, de manera de lograr una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno, de la manera más integral con el fin de incrementar su validez. Los datos de tipo cuantitativo se obtendrán de las evaluaciones y calificaciones de los controles de diagnóstico, los controles de salida de los laboratorios y de los informes de las diferentes experiencias prácticas realizadas, junto con sus análisis y conclusiones propias de la vivido en estas experiencias. Los datos de tipo cualitativo están ligados preferentemente a las opiniones que tienen los estudiantes del proceso formativo llevado a cabo, de la utilidad de las experiencias vividas y su opinión de que si estas son “útiles” para su vida profesional (encuesta de satisfacción).

CAPÍTULO 3: MARCO TEÒRICO

MARCO TEÒRICO

3.1 Justificación

Las interacciones del ser humano con los fenómenos exteriores son percibidas a través de nuestros órganos sensoriales y almacenados como información de la experiencia en nuestra memoria, a la que denominamos conocimiento. Es de acuerdo a la percepción propia, de cada uno de nosotros, que estas experiencias vividas nos darán una visión de la realidad de acuerdo a un significado propio a lo que hemos percibido, y a la subjetividad de nuestra propia vivencia. Este proceso de aprendizaje, de nuevos conocimientos, es por tanto un proceso interno, y se produce cuando el sujeto adquiere o modifica ya sea sus habilidades, actitudes y el propio conocimiento como tal, con los resultados de estas nuevas experiencias, su razonamiento y la observación (Mayer, 2000).

El modelo de “aprendizaje experiencial” se adecua a las nuevas demandas profesionales vinculadas con la formación y el desarrollo de competencias y habilidades (González, 2008) (Romero, 2010). Este tipo de aprendizaje, requiere implicar al estudiante de manera física, social, intelectual, cognitiva y emocionalmente a través de experiencias concretas que poseen el desafío de enfrentarse a estas con un cierto nivel de riesgo y fracaso. En dicha experiencia el estudiante deberá verificar la hipótesis planteada, realizar la experiencia como tal y aplicar su creatividad en la resolución de la problemática experimental y así, desarrollar y afianzar estos nuevos conocimientos (Gómez, 2011). Es claro que estas experiencias por sí mismo no generaran conocimientos, por lo cual, deben estar circunscritas en un proceso reflexivo inducido por el docente, quien es quien les guía y ayuda en la construcción de sus nuevos conocimientos o en el reafirmar lo ya sabido, a partir de la experiencia realizada a nivel de laboratorio.

Tal como señala Silva (2006, p. 90), *“la toma de decisiones de quien aprende determina si se da o no se da el aprendizaje:*

- *El aprendizaje no es gratuito ni se da espontáneamente: quien aprende debe efectuar un trabajo para aprender significativamente, lo mismo que para desaprender una concepción.*

- *El aprendizaje es el resultado de una acción voluntaria por parte de quien aprende. Esta toma de decisión está fuertemente influenciada por el contexto, es decir, por las interpretaciones y percepciones previamente existentes en el individuo.*
- *El incremento en la toma de conciencia de quien aprende, sobre la naturaleza y los procesos involucrados en el aprendizaje, permite el cambio de las actitudes hacia el conocimiento, lo mismo que de los procedimientos utilizados en el aprendizaje.*
- *Quien aprende, frecuentemente, no es consciente de sus carencias, tanto en el plano conceptual como en el de las habilidades de aprendizaje.*

Por lo cual, cada una de las anteriores cinco afirmaciones sobre el aprendizaje está relacionada con la metacognición: el conocimiento, el monitoreo, el control y la evaluación del propio aprendizaje”.

Según señala Nedelsky (1958), los laboratorios didácticos -refiriendo especialmente a los de física- permitirían a los estudiantes explorar los diferentes aspectos de la relación entre física y realidad, es decir, entre la descripción física de la naturaleza y la propia naturaleza como tal. Como tales, los prácticos de laboratorio debiesen contemplar planificación de las experiencias, previsión de los resultados y confrontación con los resultados obtenidos y/o esperados. De esta manera, se enfatiza el autodescubrimiento como estrategia de enseñanza (Trumper, 2003).

Con respecto a las actividades demostrativas en particular, Nedelsky (1958) considera que ellas poseen básicamente cuatro características: a) permitir una primera aproximación cualitativa al concepto en estudio, b) sorprender al estudiante para motivarlo a proponer hipótesis explicativas, c) ilustrar la articulación entre leyes y observaciones experimentales y d) realizar experimentos que por un motivo u otro no podrían ser realizados por todos los estudiantes. Las actividades propuestas a los estudiantes, a su vez, debiesen ser organizadas en tres categorías: en aquellas destinadas a

verificar un modelo, las que exploran un modelo y las que permiten construir y estructurar un modelo.

Es así que, Giuseppin (1996) infiere que el laboratorio es un espacio privilegiado para que el estudiante trabaje la relación entre experimento y la teoría, cuyo énfasis reside en la consolidación de un modelo, de una ley o inclusive en la explicación de la relación entre ambas.

3.2 Constructivismo y ciencia.

El constructivismo es una corriente pedagógica basada en la teoría del conocimiento constructivista, que postula la necesidad de entregar al alumno herramientas (generar andamiajes) que le permitan construir sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo que implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo.

El constructivismo educativo propone un paradigma donde el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende (por el "sujeto cognoscente"). El constructivismo en pedagogía se aplica como concepto didáctico en la enseñanza orientada a la acción (Serrano González-Tejero J. M., 2011).

Un paradigma es un modo particular de ver el mundo, de interpretar la realidad, a partir de una determinada concepción filosófica, es un conjunto de creencias, de supuestos para guiar nuestras actividades y que no pueden ser probados o refutados, pero que de todas maneras representan las posiciones que estamos dispuestos a adoptar y defender.

El paradigma constructivista asume, por tanto, que el conocimiento es una construcción mental del resultado de la actividad cognoscitiva del sujeto que aprende. Concibe el conocimiento como una construcción propia, que surge de las comprensiones logradas a partir de los fenómenos que se quieren conocer. El constructivismo es un paradigma concerniente al desarrollo cognitivo y tiene sus raíces inmediatas en la teoría de Piaget sobre el desarrollo de la inteligencia,

denominada epistemología genética, en donde la génesis del conocimiento es el resultado de un proceso dialéctico de asimilación, acomodación, conflicto, y “equilibración”, y sus raíces remotas en el fenomenalismo de Kant, quien afirmó que la realidad "en sí misma" o noumeno* no puede ser conocida. Solo pueden conocerse los fenómenos, es decir, la manera como se manifiestan los objetos a la sensibilidad del sujeto cognoscente. (*Objeto pensado por la razón...).

3.2.1 Jean Piaget

Piaget (1985), nos da una definición terminante del aprendizaje, éste ocurre por la reorganización de las estructuras cognitivas como consecuencia de procesos adaptativos al medio, a partir de la asimilación de experiencias y acomodación de las mismas de acuerdo con la información previa en las estructuras cognitivas de los aprendices. Piaget considera el pensamiento y la inteligencia como procesos cognitivos que tienen su base en un substrato orgánico-biológico determinado que va desarrollándose en forma paralela con la maduración y el crecimiento biológico.

Como ya sabemos, en la base de este proceso se encuentran dos funciones: asimilación y acomodación, que son básicas para la adaptación del organismo a su ambiente. Esta adaptación se entiende como un esfuerzo cognoscitivo del individuo para encontrar un equilibrio entre él mismo y su ambiente. Mediante la asimilación el organismo incorpora información al interior de las estructuras cognitivas a fin de ajustar mejor el conocimiento previo que posee. La segunda parte de la adaptación se denomina acomodación, y que es el ajuste del organismo a las circunstancias exigentes, es un comportamiento inteligente que necesita incorporar la experiencia de las acciones para lograr su cabal desarrollo.

Estos mecanismos de asimilación y acomodación conforman unidades de estructuras cognoscitivas que Piaget denomina esquemas. Estos esquemas son representaciones interiorizadas de cierta clase de acciones o ejecuciones, como cuando se realiza algo mentalmente sin realizar la acción.

Aprender, en resumen, se concibe a partir de la reestructuración de las estructuras cognitivas internas del aprendiz, de sus esquemas y estructuras mentales, de tal forma que al final de un proceso de aprendizaje deben aparecer nuevos esquemas y estructuras como una nueva forma de equilibrio.

Aporte pedagógico

- La meta principal de la educación es crear hombres que sean capaces de hacer cosas nuevas, no simplemente de repetir lo que otras generaciones han hecho; hombres que sean creativos, inventores y descubridores.
- La segunda meta de la educación es la de formar mentes que sean críticas, que puedan verificar y no aceptar todo lo que se les ofrece.

3.2.2 Lev Vygotsky

De acuerdo a Vygotsky (1981), el aprendizaje es la resultante compleja de la confluencia de factores sociales, como la interacción comunicativa con pares y adultos, compartida en un momento histórico y con determinantes culturales particulares. La construcción resultada de una experiencia de aprendizaje no se transmite de una persona a otra, de manera mecánica como si fuera un objeto sino mediante operaciones mentales que se suceden durante la interacción del sujeto con el mundo material y social. En esta interacción el conocimiento se construye primero por fuera, es decir, en la relación ínter psicológica, cuando se recibe la influencia de la cultura reflejada en toda la producción material (las herramientas, los desarrollos científicos y tecnológicos) o simbólica (el lenguaje, con los signos y símbolos) y en segundo lugar de manera intra psicológica, cuando se transforman las funciones psicológicas superiores, es decir, se produce la denominada internalización.

La interpretación que da Vygotsky a la relación entre desarrollo y aprendizaje, permite evidenciar la raíz social que le atribuye al conocimiento humano y el gran aporte que ha recibido la educación con su teoría sobre la "zona de desarrollo

próximo" o ZDP, la cual concibe como la distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un par más capacitado.

Aprender, en la concepción vigotskiana, es hacerse autónomo e independiente, es necesitar cada vez menos el apoyo y/o ayuda de los adultos o de los pares con mayor experiencia. La evaluación de logros en el aprendizaje, se valora a partir de la mayor o menor necesidad que tenga el aprendiz de los otros para aprender.

Aporte pedagógico

- Los aportes teóricos de Lev Vygotsky son propuestas pertinentes para repensar la educación y la práctica pedagógica.
- Estos postulados coinciden en la importancia de respetar al ser humano en su diversidad cultural y de ofrecer actividades significativas para promover el desarrollo individual y colectivo con el propósito de formar personas críticas y creativas que propicien las transformaciones que requiere nuestra sociedad.

3.2.3 David Ausubel

El aprendizaje significativo (Ausubel, 2002), aparece en oposición al aprendizaje sin sentido, memorístico o mecánico. El término "significativo" se refiere tanto a un contenido con estructuración lógica propia, como aquel material que potencialmente puede ser aprendido de modo significativo, es decir, con significado y sentido para el que lo internaliza. El primer sentido del término se denomina sentido lógico y es característico de los contenidos cuando son no arbitrarios, claros y verosímiles, es decir, cuando el contenido es intrínsecamente organizado, evidente y lógico. El segundo es el sentido psicológico y se relaciona con la comprensión que se alcance de los contenidos a partir del desarrollo psicológico del aprendiz y de sus experiencias previas. Aprender, desde el punto de vista de esta teoría, es realizar el tránsito del sentido lógico al sentido psicológico, hacer que un contenido intrínsecamente lógico se haga significativo para quien aprende.

Para Ausubel la estructura cognoscitiva consiste en un conjunto organizado de ideas que preexisten al nuevo aprendizaje que se quiere instaurar. Los nuevos aprendizajes se establecen por subsunción. Esta forma de aprendizaje se refiere a una estrategia en la cual, a partir de aprendizajes anteriores ya establecidos y de carácter más genérico, se pueden incluir nuevos conocimientos que sean subordinables a los anteriores. Los conocimientos previos más generales permiten anclar los nuevos y más particulares. La estructura cognoscitiva debe estar en capacidad de discriminar los nuevos conocimientos y establecer diferencia para que tengan algún valor para la memoria y puedan ser retenidos como contenidos distintos. Los conceptos previos que presentan un nivel superior de abstracción, generalización e inclusión los denomina Ausubel organizadores avanzados y su principal función es la de establecer un puente entre lo que el estudiante ya conoce y lo que necesita conocer.

Desde el punto de vista didáctico, el papel del mediador -docente- es el de identificar los conceptos básicos de una disciplina dada, organizarlos y jerarquizarlos para que desempeñen su papel de organizadores avanzados.

Ausubel distingue entre tipos de aprendizaje y tipos de enseñanza o formas de adquirir información. El aprendizaje puede ser repetitivo o significativo, según que lo aprendido se relacione arbitraria o sustancialmente con la estructura cognoscitiva. La enseñanza, desde el punto de vista del método, puede presentar dos posibilidades ampliamente compatibles, primero se puede presentar el contenido y los organizadores avanzados que se van a aprender de una manera completa y acabada, posibilidad que Ausubel llama aprendizaje receptivo o se puede permitir que el aprendiz descubra e integre lo que ha de ser asimilado; en este caso se le denomina aprendizaje por descubrimiento.

Dado que en el aprendizaje significativo los conocimientos nuevos deben relacionarse sustancialmente con lo que el estudiante ya sabe, es necesario que se presenten de manera simultánea, por lo menos las siguientes condiciones:

- El contenido que se ha de aprender debe tener sentido lógico, es decir, ser potencialmente significativo, por su organización y estructuración.

- El contenido debe articularse con sentido psicológico en la estructura cognoscitiva del aprendiz, mediante su anclaje en los conceptos previos.
- El estudiante debe tener deseos de aprender, voluntad de saber, es decir, que su actitud sea positiva hacia el aprendizaje.
- En síntesis, los aprendizajes han de ser funcionales, en el sentido que sirvan para algo, y significativos, es decir, estar basados en la comprensión.

La capacidad de adquisición de nuevos conocimientos, en el marco del aprendizaje significativo, y respecto a la estructura cognitiva, depende de: la disponibilidad de ideas de afianzamiento que permitan establecer relaciones, de lo contrario se aprende de forma mecánica, es aquí cuando se requiere de materiales que sirvan de introducción, que hagan de puente cognitivo u organizadores previos, presentados en un mayor grado de abstracción que el contenido a aprender, pudiendo ser *organizadores expositivos* (si nos encontramos con que el material se desconoce del todo) u *organizadores comparativos* (cuando el material se conoce en parte); el grado de discriminabilidad de los contenidos de la estructura cognitiva respecto a los nuevos contenidos y en el sentido inverso; y finalmente de la estabilidad y claridad de las ideas de afianzamiento.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje la exposición de los contenidos debe atender a dos principios para que pueda darse un aprendizaje significativo: el de la diferenciación progresiva, según el cual las ideas generales e incluyentes tienen que ir primero y lo particular a continuación; Y el de reconciliación integradora, donde la nueva información aprendida actúa reorganizando y dotando de nuevo significado a los contenidos ya adquiridos. La idea central de Ausubel es que el nuevo aprendizaje se instala en esquemas de conocimiento ya existentes.

En general, desde la postura constructivista, el aprendizaje puede facilitarse, pero cada persona reconstruye su propia experiencia interna, con lo cual puede decirse que el conocimiento no puede medirse, ya que es único en cada persona, en su propia reconstrucción interna y subjetiva de la realidad. Así, esto aplicado a un contexto de aula con estudiantes significa que desde un enfoque constructivista puede crearse un espacio favorable al aprendizaje, con un clima motivacional de

cooperación, donde cada estudiante reconstruye su aprendizaje con el resto del grupo. Así, el proceso del aprendizaje prima sobre el objetivo curricular, no habría notas, sino cooperación.

Aporte pedagógico

- El docente puede facilitar a los estudiantes nuevas y variadas experiencias introduciendo novedades que le interesen a ellos al que plantea preguntas y propone actividades concretas que le ayuden a observar y verbalizar lo que han hecho.
- Es un aprendizaje significativo, cuando los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición.
- Esto quiere decir que, en el proceso educativo, es importante considerar lo que el individuo ya sabe de tal manera que establezca una relación con aquello que debe aprender. Este proceso tiene lugar si el educando tiene en su estructura cognitiva conceptos, estos son: ideas, proposiciones, estables y definidos, con los cuales la nueva información puede interactuar.

3.3 Sumando otras corrientes Constructivistas

3.3.1 El aprendizaje por descubrimiento: Jerome Seymour Bruner.

Él considera que nosotros los docentes somos los que debemos crear diferentes situaciones o circunstancias problemáticas que les permitan a los estudiantes descubrir por sí mismos la estructura de la “materia”. Este aprendizaje, también llamado heurístico, promueve que los estudiantes adquieran los conocimientos por sí mismos, de tal modo, que el contenido que se va a aprender no se presenta en su forma final, sino que debe ser descubierto por ellos mismos. En este contexto

del aprendizaje por descubrimiento, el profesor o docente actúa como guía o mediador con el fin de ayudar y apoyar a los alumnos a adquirir por ellos mismo los conocimientos y los objetivos pedagógicos (Bruner, 2011).

La principal característica del aprendizaje por descubrimiento es la modificación de las funciones, y el rol del profesor-instructor. En este caso, el docente no expone los contenidos, no de un modo acabado y con valor total o completo, sino que es el propio estudiante el que adquiere una gran parte de los conocimientos por sí mismo, a través de su experiencia personal de descubrimiento o recepción de información.

En este tipo de aprendizaje, el estudiante tiene una gran participación, mucho más directa que en los métodos de enseñanza-aprendizaje tradicionales. En el contexto del aprendizaje por descubrimiento, el docente actúa como guía o mediador con el fin de ayudar y apoyar a los estudiantes a adquirir por ellos mismo los conocimientos y los objetivos pedagógicos. Dicho de otro modo, el docente se limita a presentar todas las herramientas necesarias al estudiante para que este descubra de un modo personal y autónomo lo que desea aprender.

En estos casos, es recomendable que el docente potencie los atisbos a través del pensamiento intuitivo, y que estimule a los estudiantes para que realicen suposiciones intuitivas a partir de pruebas insuficientes, para que a continuación confirmen de una manera sistemática tales apreciaciones iniciales. Este modesto proceso de investigación potencia la motivación en el estudiante, por cuanto éste trata de demostrar si sus suposiciones son acertadas o no.

En conclusión, para aplicar esta metodología, debemos: insistir en la estructura básica del material que se presenta, proporcionar ejemplos, ayudar al estudiante a que cree sistemas de codificación, generalizar el nuevo aprendizaje a situaciones diferentes y diversos problemas, formular problemas a los alumnos para qué éstos alcancen la respuesta, fomentar en los alumnos la realización de suposiciones de carácter intuitivo.

Aporte pedagógico

- La teoría del aprendizaje de índole constructivista, conocida como aprendizaje por descubrimiento o aprendizaje heurístico, tiene como característica principal de esta teoría es que promueve que el alumno (aprendiente) adquiera los conocimientos por sí mismo, de esta forma de entender la educación implica un cambio de paradigma en los métodos educativos más tradicionales, puesto que los contenidos no se deben mostrar en su forma final, sino que han de ser descubiertos progresivamente por los alumnos y alumnas.
- Por lo tanto, la labor del docente no es explicar uno contenidos acabados, con un principio y un final muy claros, sino que debe proporcionar el material adecuado para estimular a sus alumnos mediante estrategias de observación, comparación, análisis de semejanzas y diferencias, etc.
- El objetivo final del aprendizaje por descubrimiento es que los alumnos lleguen a descubrir cómo funcionan las cosas de un modo activo y constructivo.

3.3.2 El aprendizaje para el modelo de procesamiento de la información: Robert Gagné.

La posición de Gagné (1985), está basada en un modelo de procesamiento de información, el cual deriva de la posición semicognitiva de la línea de Tolman, expresada a través de Bush y Mostellar. La teoría de Gagné se enmarca dentro de las teorías del procesamiento de información o también llamadas teorías cibernéticas. Desde este punto de vista, el proceso de aprendizaje del individuo es similar al funcionamiento de una computadora (Gagné, 1977)

Según Lindsay (1977), los teóricos del tratamiento de la información pretendían en su día entender el aprendizaje partiendo de la manera en la que los estímulos del entorno resultan percibidos, transformados en información significativa, almacenados en la memoria, recordados para su empleo y traducidos en conductas observables.

Su supuesto de partida se concreta en la afirmación según la cual las personas cuentan con unas estructuras mentales internas para el tratamiento de la información. Estas estructuras son las responsables de realizar procesos tales como percibir, codificar la información y recordar. Se establece la metáfora entre el ser humano y el ordenador en lo referente a la manipulación de la información.

Como otras corrientes cognitivas los teóricos del tratamiento de la información conceden gran importancia a la influencia que ejerce lo que ya conocemos en el contenido a aprender o recordar en una nueva situación. En la memoria es donde se encuentra almacenado lo que ya conocemos, con lo cual el aprendizaje y la memoria se encuentran unidos.

Una concepción de la memoria basada en el tratamiento de la información es la que nos presenta Gagné (1975). Según el modelo aludido las personas cuentan con estructuras para procesar la información, en las que se incluyen receptores (como los ojos o los oídos); un registro sensible (para la captación de percepciones); una memoria a corto plazo; y una memoria a largo plazo.

Los receptores y el registro sensible: Los estímulos del entorno, con independencia de tratarse de imágenes, sonidos u olores, bombardean permanentemente nuestros receptores. Los receptores son los elementos del sistema sensorial que nos permiten ver, oír, gustar, oler y palpar.

Los esquemas de la actividad nerviosa ocasionada cuando los estímulos alcanzan a los receptores son advertidos por el registro sensorial durante un cuarto de segundo, tiempo este breve, pero suficiente para seleccionar la información permitiendo su tratamiento. Durante una fracción de segundo los datos de una experiencia sensorial permanecen intactos. Dado que el registro sensorial retiene todo por poco tiempo tenemos que darle un sentido, organizarlo, a través del reconocimiento del modelo.

Todo esto es fundamental por cuanto en el registro sensorial se cuenta con mucha información, más de la que puede pasar a la estructura siguiente, esto es, la memoria a corto plazo. De esta manera en lugar de percibirlo todo nos centramos

en determinados rasgos del conjunto que nos presenta el registro sensorial y buscamos modelos. En este sentido existen similitudes entre el reconocimiento del modelo al que aludimos y los postulados propuestos por ciertos psicólogos gestaltistas. Estos modelos se basan en el anterior conocimiento, en las estructuras cognitivas o esquemas.

Aporte pedagógico

- Actualmente las nuevas tecnologías facilitan el desarrollo de programas educativos que usan diferentes tipos de recursos y medios. Sin embargo, la tecnología por sí sola no es suficiente para garantizar la excelencia pedagógica, es necesario hacer uso de un diseño instruccional que permita planificar estrategias acordes con el proceso de aprendizaje y necesidades per se de los educandos, teniendo en consideración que el aprendizaje es el resultado de un cambio potencial en una conducta, bien a nivel intelectual o psicomotor que se manifiesta cuando estímulos externos incorporan nuevos conocimientos, estimulan el desarrollo de habilidades y destrezas o producen cambios provenientes de nuevas experiencias.
- Asimismo, es importante tomar en consideración que el docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje es un facilitador que apoyará al alumno para que logre un aprendizaje. Su función será diseñar, ejecutar y evaluar situaciones de aprendizaje para que el alumno alcance logros específicos.
- Por ello, los contenidos conceptuales que se desarrollen estarán basados en datos y conceptos específicos que harán referencia a un contenido en particular. En los contenidos procedimentales se desarrollará una secuencia ordenada de pasos (componente motriz y cognitivo) (Saber hacer y saber cómo hacer).

3.4 Una mirada a la ciencia, desde otros puntos de vista como: Popper, Lakatos, Kuhn, y Fereyabend

Una de las herramientas más valiosas de la ciencia ha sido el poder manejar a su beneficio los poderes de la naturaleza y de esta forma provocar cambios que han

reestructurado la sociedad. La ciencia por si misma posee un valor inconmensurable, como llave al acceso del conocimiento, el desarrollo de la inteligencia y de los cambios paradigmáticos que de esta surgen (Sánchez Mujica, 2009).

3.4.1 Karl Raimund Popper (1902-1994)

El progreso de la ciencia ha tenido diferentes visiones, de alguna manera han intentado el proceso de la construcción del conocimiento, que no están exentas de ciertas carencias y/o críticas. ¿Es verdad que podemos dilucidar la existencia de un modelo universal de ciencia, que posea un método único y atemporal? Es decir, por ejemplo, para Popper (1999) la ciencia no es más que un conjunto de teorías o hipótesis provisionales, que, aunque estén inicialmente sostenidas por evidencias se deben tratar de refutar para sostener su validez. Por lo cual, según señala Popper, la ciencia avanzará a través del método de conjeturas y refutaciones, es decir, la variante científica del método ordinario del ensayo y el error. Nuestras teorías son conjeturas y tratamos de falsarlas, es decir, de refutarlas, y para ello es necesaria la comprobación empírica a la cual deben ser sometidos los “enunciados”, para determinar una falsedad de una teoría. Popper (1962, p. 38-39) distingue tres requisitos:” i) *debe ser sintético (representar un mundo real o posible)*; ii) *satisfacer un mundo de demarcación (las teorías, hipótesis no deben ser de índole metafísicas, sino que deben representar el mundo “de lo posible”)*; iii) *que sea un sistema distinguible (contrastable y haber resistido estas contrastaciones)*” (Popper, 1962).

Lo interesante de lo que nos plantea Popper, es que su propuesta no intenta demostrar la verdad, sino por el contrario, trata de demostrar la falsedad de las teorías e hipótesis cuentan como certezas que se irán aproximado a la verdad por medio de las críticas y los errores detectados. Esta podrá ser definitivamente rechazada, pero por el contrario jamás aceptada en forma definitiva. Por lo cual, en el falsacionismo de Popper las teorías se irán desechando una a una a medida que sean sometidas a pruebas empíricas, que nos permiten señalar que estas fueron

rechazadas por estar erradas. Por esta razón, podemos señalar que una metodología de la comprobación empírica de una teoría o hipótesis puede ser verificable, por medio de la falsación.

Aporte pedagógico

- Popper (2002), considera que uno de los principios básicos de la reforma educativa, es la idea de que la educación es adherente a la vida y que, por lo tanto, debe valer para mejorar la relación entre estudiantes y maestros; que la escuela debe convertirse en un terreno común para un trabajo conjunto.
- Él soñaba con “... *una escuela en la que los jóvenes pudiesen aprender sin hastío y en la que la fuesen estimulados a plantear problemas y discutirlos; una escuela en la que no hubiese que escuchar respuestas no deseadas a cuestiones no planteadas; en la que no hubiera que estudiar solo por aprobar exámenes*” (p. 64).
- Por lo cual, el proceso educativo puede orientarse y debe organizarse con base en los siguientes principios:
 - El conocimiento se desarrolla a partir de problemas concretos; el aprendizaje se da por ensayo y error; el modo de proceder en toda investigación siempre es el mismo (acudir a la razón y a la experiencia), el método del ensayo de teorías y la eliminación crítica del error es el modo del descubrimiento científico que debe ser orientado desde la escuela, la educación debe gozar de un alto grado de libertad, orientarse a la autonomía y, por lo tanto, promover la argumentación.
 - La educación determina realmente lo que hacemos; todo depende de la forma en que abordemos nuestros problemas.

3.4.2 Imre Lakatos (1922-1974)

Pero no siempre las teorías pueden ser comprobadas por la ciencia, es por ello, que Lakatos (1978) es contrario a que una proposición sea confirmada o refutada por

los hechos, es decir, la falsación consiste en un doble enfrentamiento entre dos teorías rivales y la experiencia. Las teorías rivales se confrontan con la experiencia; una es aceptada y la otra es refutada. La refutación de una teoría depende del éxito total de la teoría rival. Así también, es que Feyerabend (2000) señala que, las teorías científicas generales no son comprobables por la experiencia, pues estas son extremadamente elaboradas y complejas, por lo cual, alejadas de los hechos. Es así que la observación y la experimentación pueden suministrar evidencias que entren en conflicto con ciertas predicciones de una ley o teoría, pero puede ser también que sean los resultados y la misma evidencia sea errónea y no la ley o la teoría. Ósea, si unos resultados de una hipótesis nos llevan a refutar una ley, según Feyerabend, el falsacionismo no cuenta con las herramientas necesarias para que el científico sea capaz de discernir de donde provienen el error. “No hay nada en la lógica de la situación que exija siempre desechar la ley o la teoría en caso de una colisión con la observación o el experimento” (Chalmers, 2003).

Al contrario de lo que señala Popper, el método deductivo no se corresponde con la práctica científica, sino que generalmente un fenómeno en particular es certificado como tal, antes de la supuesta teoría (Hacking, 1983), por ejemplo, los rayos X, cuya realidad del fenómeno fue anterior a la teoría que lo explicase.

Aporte pedagógico

- Es necesario plantear la teoría del aprendizaje sobre la reestructuración del conocimiento científico en el aula, los argumentos necesarios que intervienen en estos procesos por parte de los estudiantes durante su aprendizaje en el salón de clase. Qué modelo de enseñanza utiliza el profesor y cómo este modelo determina los criterios para seleccionar y organizar los contenidos; las actividades de enseñanza y su evaluación.
- Es sustancial, en primer lugar, explicitar el tipo de conocimiento intuitivo o cotidiano que utilizan las personas o estudiantes en su práctica diaria. Este conocimiento asume de forma implícita ciertos principios sobre la naturaleza de la realidad y actúa conforme a ellos (por Ej., que la realidad existe, hay un objeto real ahí afuera y tiene propiedades, es rojo, se está moviendo, no es

que yo lo vea moverse etc.). Así, según este modelo las personas clasificamos todos los objetos del mundo en un número limitado de categorías, a las que atribuimos unas propiedades determinadas (es un pájaro, es un proceso de evaporación, es un estudiante indisciplinado etc.) (Municio, 1998).

3.4.3 Thomas Samuel Kuhn (1922-1996)

Por su parte, Kuhn (2001), sostiene que la actividad científica se realiza bajo un paradigma. Es decir, como una estructura cognoscitiva dinámica que surge y se desarrolla dentro de un contexto histórico-social, constituido por un conjunto de valores cognitivos que dependen de la comunidad científica. Por lo que sostiene que el conocimiento científico no es el resultado de la acumulación de saberes sino de los cambios de paradigmas, es decir, la adopción de nuevos enfoques, conceptos y compromisos por la comunidad científica. Y rechaza el falsacionismo, pues sostiene que todas las teorías tendrían anomalías, entendidas estas como un conjunto de problemas que se resisten a ser solucionados.

La ciencia avanza, según Kuhn (2001), a través de una serie de períodos de ciencia normal separados por revoluciones científicas -que hacen que se vean cosas nuevas y de manera diferente donde antes ya se había visto- y estos nuevos paradigmas, hacen que los científicos vean el mundo de la investigación, que les es propio, de manera diferente. Por lo tanto, el progreso en las teorías no es puramente un asunto de hallazgos acumulativos, sino que las teorías exitosas son de hecho inconmensurables. Por tanto, el conocimiento científico para Kuhn, supondrá un conjunto de hechos verificables y sustentados en evidencia recogidos por las teorías científicas, así como el estudio de la adquisición, elaboración de nuevos conocimientos mediante el método científico.

Pero llega el momento en que comienzan a aparecer diversas dificultades que no logran ser resueltas bajo este paradigma, y por lo tanto quedan fuera del alcance científico (Chalmers, 2003). Ahí es donde se entrará en un periodo de crisis, que terminará una vez haya surgido un nuevo paradigma completamente nuevo, que

tenga la adhesión de la comunidad científica (revolución científica). Este nuevo paradigma será más complejo que el anterior, deberá acoger nuevos descubrimientos que no han podido ser articulados en los conceptos habituales en el paradigma en crisis. Podemos darnos cuenta entonces que el avance de la ciencia no es acumulativo, pues este depende de acumulación de hechos, teorías, leyes y en ciertas ocasiones de desechar ciertos paradigmas. En referencia, a estos muy escasas ocasiones de cambios de paradigma, Popper habla del abandono o reemplazo de una teoría por otra, en cambio Kuhn habla de algo más profundo, de un cambio de visión del mundo (científico). Sin embargo, en su análisis suprime ciertas innovaciones fundamentales cuando el antiguo paradigma aun es “válido”, pues resultan subversivas con sus compromisos básicos para el paradigma “dominante” durante el periodo que este sea efectivo (Kuhn T. , 2001).

Ciertas debilidades mostradas por Kuhn respecto al cambio de paradigma fueron afrontadas por Lakatos (1998), quien lo aborda desde los programas de investigación -la actividad científica es enmarcada dentro de los programas de investigación, pues las teorías e hipótesis corresponden a un contexto y no se realizan en solitario- es decir, cuentan con un núcleo teórico-hipotético eficazmente protegido por un gran cinturón de hipótesis auxiliares y todo un engranaje o “maquinaria” que actúa como un solucionador de los problemas. Posee ciertas reglas, que marcan que rutas deben ser evitadas -heurísticas negativas- y cuáles deben ser seguidas -heurísticas positivas-.

La heurística negativa del programa impide que apliquemos el *modus tollens*** a este núcleo firme (Lakatos , 1998). Por el contrario, debemos utilizar nuestra inteligencia para incorporar e incluso inventar hipótesis auxiliares que formen un cinturón protector en torno a ese centro, y contra ellas debemos dirigir el *modus tollens*. El cinturón protector de hipótesis auxiliares debe recibir los impactos de las contrastaciones y para defender al núcleo firme, será ajustado y reajustado e incluso completamente sustituido [...] “La *heurística positiva* consiste en un conjunto, parcialmente estructurado, de sugerencias o pistas sobre cómo cambiar y desarrollar las versiones refutables del programa de investigación, sobre cómo

modificar y complicar el cinturón protector refutable. Impide que el científico se pierda en el océano de anomalías” (p.66), (**“el modo que, al negar, niega”, negación del consecuente o ley de contraposición).

Cabe señalar que Lakatos si ofrece claves respecto al avance científico, pues justifica las razones por las cuales un programa de investigación sustituiría a otro, y se habla de programas regresivos o progresivos.

Las refutaciones no indican un fracaso empírico, como Popper ha enseñado, porque todos los programas crecen en un océano permanente de anomalías. Lo que realmente importa son las predicciones dramáticas, inesperadas, grandiosas [...] Kuhn se equivoca al pensar que las revoluciones científicas son un cambio repentino e irracional de punto de vista. La historia de la ciencia refuta tanto a Popper como a Kuhn; cuando son examinados de cerca, resulta que tanto los experimentos cruciales popperianos como las revoluciones kuhnianas son mitos; lo que sucede normalmente es que los programas de investigación progresivos sustituyen a los regresivos (Lakatos, 1998).

Habla entonces, de la superioridad de un programa de investigación sobre otro, y que está dado por el mayor éxito que tenga en predecir un fenómeno, hasta que este sea incapaz de generar nuevas perspectivas de futuro, es decir, cuando el núcleo de un programa deje de anticipar hechos nuevos puede ser abandonado: *“Nuestro núcleo firme puede derrumbarse en ciertas condiciones [...] una posibilidad que es fundamentalmente lógica y empírica”* (Lakatos, 1998, p. 66).

Aporte pedagógico

El progreso científico es racional, principalmente en la ciencia física (lógica y matemática), es probable que está acotada más estrechamente para este tipo de ciencias o no sean apropiadas en otras disciplinas, puesto que no se pueden hacer ensayos con la gente y/o la sociedad, sin destruir lo que se está investigando, por lo cual la biología exhibirá diferencias importantes, por ejemplo, con la física (Lakatos, 1998).

3.4.4 Paul Karl Feyerabend (1924-1994)

Sin embargo, Feyerabend (1986) apuesta por la total anarquía en los procedimientos que deben seguirse en la construcción del conocimiento científico, señalando que no existe un solo método científico como tal, señalando que a lo largo de la historia, más bien la mayoría de los avances históricos de la ciencia no se ajustan a las teorías planteadas por los filósofos clásicos, entonces, no existe una regla, por plausible que esta sea, y por firmemente que esté basada en la epistemología, que no sea infringida en una ocasión u otra. Por lo cual, los científicos deben desarrollar su trabajo en total libertad, sin prejuicios, supersticiones u otro tipo de restricciones metodológicas, liberándose de lo que señala como “ciencia ideológicamente petrificada”.

Razón por la cual, Feyerabend (1986) sostiene que el anarquismo debe reemplazar al racionalismo y mediante la creatividad y el empuje propio del científico, se alcanzará el progreso intelectual. Para Feyerabend, el falsacionismo popperiano impide el desarrollo de teorías alternativas: *“El requisito de aceptar sólo aquellas teorías que son consistentes con los hechos disponibles y aceptados nos deja también sin ninguna teoría, pues no existe ni una sola teoría que no tenga una dificultad u otra... El método correcto no debe contener reglas que nos obliguen a elegir entre teorías sobre la base de la falsación. Por el contrario, las reglas de dicho método deben hacer posible elegir entre teorías que ya fueron contrastadas y resultaron falsadas”* (p. 49).

La ciencia es entonces una combinación de reglas y errores, donde el científico trabaja en un entorno particular, una situación histórica y donde este -el científico- convive con el error y debe aprender a reconocerlo. De esta forma, no es su intención abolir las normas o que estas no tengan valor, sino más bien, trata de ampliarlas y proponer un uso o mirada diferente a la convencional.

Esta actitud de Feyerabend, es útil para evitar los dogmatismos en la metodología, pero olvida la existencia de patrones de descubrimiento que son eficaces, según señala Martínez Freire (1990). Además, las consideraciones realizadas por

Feyerabend son relevantes en nuevos campos de investigación o estudios, pero no aplicables a campos de estudio ya conocidos, en los que la rutina el uso de reglas es posible.

Esta apuesta por el pluralismo metodológico y paradigmático de Feyerabend, no es muy factible, pues el científico deberá contrastar –su investigación científica- con trabajos previamente consolidados y esta libertad absoluta se verá delimitada por lo “objetivamente existente”, es decir, podrán tener libertad, pero solo en la medida que puedan elegir dentro de una acotada cantidad de opciones que les son posibles. Es más, el trabajo teórico principal implica una comprensión de la situación a la que se enfrenta el individuo, y no una llamada generalizada a una libertad sin restricciones (Chalmers, 2003).

Tal vez, en una muy resumida frase, el conocimiento científico es aquel “conjunto de saberes” -no en el sentido de acumulativo, sino más bien en el aspecto de las muchas interpretaciones- que deben poder ser falsables, sometidos a un dictamen empírico (ya sea de tipo observable o experimentable), y este conjunto de saberes racionales se desarrollan bajo un principio particular y coherente, así como presentan un conjunto de hipótesis y teorías que disponen del beneplácito de la comunidad científica y que poseen la capacidad de formular predicciones, dentro de un paradigma dominante de acuerdo a su momento histórico y circunstancial.

La actividad científica o ciencia, posee una serie de características específicas y diferenciadoras (Alonso, 2004): Fáctica; Teórica en su origen y su fin; Analítica; Clara y precisa; Comunicable; Metódica y sistemática; General y provisional; Crítica y esencialista; Explicativa, Predictiva y útil (por la verdad).

Finalmente podemos señalar que cada disciplina “científica”, deberá trazar sus propios lineamientos de acuerdo a sus propias particularidades como objeto de estudio, análisis y área de investigación, etc. Debemos no quedarnos con la mirada absoluta del positivismo, y que el conocimiento científico debe ser sistemático, racional, metódico coherente y en concordancia al principio que le confiere la cohesión interna propia. Esta mirada debe ser expuesta, para que todos podamos entender la complejidad característica de una sociedad “de la información” como la

actual. Esta comprensión de la sociedad y del hombre debe ser prioritario al momento de enseñar o realizar ciencia.

Todas las teorías vistas con anterioridad, presentan en ocasiones puntos de vistas divergentes entre sí, pero cada una de ellas y en su conjunto son valiosísimas herramientas a ser utilizadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Ya sea por lo señalado por Piaget, que debemos formar ciudadanos creativos, inventores-descubridores y que en consecuencia debemos formar mentes críticas y que puedan poner en duda lo que “lo supuestamente seguro”. Es así también que, Vygotsky nos aporta con la visión de repensar la educación y la práctica pedagógica, de una manera tal que se respeta la diversidad cultural y se promueva o desarrolle la formación de personas creativas, y críticas, por cierto, de manera de impulsen transformaciones que requiera nuestra sociedad. Ausubel nos abre otra ventana, donde nos señala que como docentes debemos facilitar el aprendizaje con variadas experiencias y que se integren a lo ya conocido por ellos ayudándoles a relacionar un nuevo conocimiento e integrándolo en su estructura cognoscitiva. Además, Bruner nos indica que ellos –los estudiantes- deben ser los adquieran los conocimientos por sí mismos y nosotros ser una guía, aportando nuestras experiencias y conocimientos. Es así también que Gagné nos da la mirada de la estimulación externa que estimule el desarrollo de nuevos conocimientos y el desarrollo de habilidades en una conjunción entre el saber hacer y saber cómo hacer. Popper nos aporta su escepticismo respecto a la inamovilidad de las teorías científicas, de manera de estimular nuestro espíritu crítico que nos haga poner en permanente duda lo que damos por sentado. Respecto a la visión de Imre Lakatos, este va un poco más allá, respecto a Popper, y los procesos de aprendizaje van de la mano del modelo y los criterios en la selección de contenidos y las actividades a desarrollar en este proceso. Con Feyerabend, nos aporta con una visión diferente para contrarrestar el dogmatismo existente y de esta manera, abandonar las pretensiones totalitarias existentes (ver Tabla #2).

Aporte Pedagógico

- Los últimos planteamientos de Feyerabend, en la obra ya mencionada, se pueden tomar como sugerencias para avanzar en el proceso de construcción de una concepción diferente de la evaluación: Hacer uso de todas las ideas, de todos los métodos, y no de una pequeña selección de ellos.
- Abandonar las pretensiones totalitarias existentes, analizar la evaluación según muchas combinaciones diferentes.
- Preparar al docente, estudiante, institución en cualquier nivel del sistema educativo para comprender la diferencia entre evaluación, calificación, datos... y la influencia de las ideologías más importantes, como fenómenos históricos. La racionalidad de las creencias se verá, considerablemente incrementada.

Tabla #2: Teorías del Aprendizaje

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
Jean Piaget (1896-1980). Fue un psicólogo de origen suizo. Su trabajo consistió en averiguar el carácter y la naturaleza de la formación de las estructuras mentales con las que interpretamos al mundo.	Para Piaget y su constructivismo cognitivo, el proceso de construcción de los conocimientos es un proceso individual e interno que relaciona la nueva información con las representaciones preexistentes para dar lugar a la revisión, modificación, reorganización y diferenciación de dichas representaciones (Serrano González-Tejero & Pons Parra, 2011). El grado de la maduración de la capacidad intelectual del niño - desarrollo cognitivo- posibilita todas las demás formas de desarrollo de la persona. Las operaciones de la inteligencia: son las acciones de transformación que el propio sujeto hace dentro de su mente: estas acciones son simbólicas y reversibles: Simbólicas: porque son representaciones mentales figurativas de los objetos. Reversibles: es la capacidad de revertir mentalmente un proceso, aunque este modificado por cambio perceptivo.	Conflicto cognitivo: Enfrentarse a nueva información y al proceso de adquirirla y acomodarla en su estructura, esto causa desequilibrio y luego se reestablece. Los estadios son periodos o espacios de tiempo caracterizados por: Carácter secuencial, Carácter integrado y Período de preparación y logro. Según Piaget los estadios son cuatro: -Sensomotriz: 0-2 años; no hay acciones mentales solo hay acciones conductuales y ejecutivas. -Preoperatorio: de 2-7 años; se realizan acciones mentales, pero no son reversibles -Lógico concreto: de 7-12 años construcción de los sentimientos orales y sociales de cooperación y del inicio de la lógica. -Lógico formal: de 12-15 años; en este hay acciones mentales reversibles concretas, primero y luego representaciones abstractas.	Principios de desarrollo: la adaptación y la organización. La adaptación comprende: La asimilación: integración de elementos exteriores en las estructuras cognitivas del sujeto. La acomodación: es un proceso mediante el cual se modifican las representaciones mentales del sujeto teniendo en cuenta la información asimilada, y La organización es la integración de experiencias diversas, que sirven de medios para alcanzar diversos fines. Aprender para Piaget es, modificar los saberes previos mediante la integración de los conceptos nuevos que ya se poseen, mediante la solución del conflicto cognitivo.	✓ La meta principal de la educación es crear hombres que sean capaces de hacer cosas nuevas, no simplemente de repetir lo que otras generaciones han hecho; hombres que sean creativos, inventores y descubridores. ✓ La segunda meta de la educación es la de formar mentes que sean críticas, que puedan verificar y no aceptar todo lo que se les ofrece (Piaget, 1984).
Lev Vygotsky (1896-1934). Fue un psicólogo de origen soviético. Fue jefe de la orientación sociocultural de la	En el constructivismo socio-cultural, con sus aportaciones, postula que el conocimiento se adquiere primero a nivel inter-mental y posteriormente a nivel intra-psicológico, así, el factor social se considera un factor	El niño para aprender debe manipular objetos ya que le conocimiento se genera a través de la experiencia y aprender de los errores. - Se debe realizar aprendizaje por proyectos.	Vygotsky considera el aprendizaje como uno de los mecanismos fundamentales del desarrollo. En su opinión, la mejor enseñanza es la que se adelanta al desarrollo. En el modelo de aprendizaje que aporta, el contexto ocupa un lugar central. La interacción social se convierte	✓ Los aportes teóricos de Lev Vygotsky son propuestas pertinentes para repensar la educación y la práctica pedagógica.

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
psicología soviética. Realizó sus investigaciones sobre el proceso de conceptualización en los esquizofrénicos (El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, Pensamiento y lenguaje), y su posterior seguimiento en la obra de sus discípulos, ejerció una gran influencia en la psicología pedagógica occidental.	fundamental en la construcción del conocimiento. Así es como el constructivismo socio-cultural propone a una persona que construye significados actuando en un entorno estructurado e interactuando con otras personas de forma intencional (Serrano González-Tejero, 2011).	- El aprendizaje se da de forma colaborativa ya que el ser humano es un ente social que aprende no solo por sí solo sino del medio y las personas que le rodean. - Se debe evaluar la forma en que el niño llega al conocimiento, es decir, se debe llevar una evaluación del proceso y no solo el producto. - La formación del intelecto se realiza paulatinamente a través del proceso de desarrollo. - El proceso de la conformación del pensamiento es mucho más complejo que buscar entenderlo sólo en cuatro estadios o principios. - Los adultos son los responsables de fomentar el desarrollo de las habilidades cognitivas en un entorno específico de los niños, ya que son portadores de su ambiente sociocultural. - El lenguaje como forma de interacción - La convivencia entre niños se da a partir del juego. - El desarrollo del pensamiento y el del lenguaje están separadas, donde hasta llegar a la vida adulta, se puede pensar en forma de lenguaje usando grupos de palabras para expresar lo que se piensa. - Los niños pueden realizar tareas más elevadas de nivel si existe el apoyo de personas que cuenten con un nivel cognitivo más elevado. Zona de desarrollo próximo: Son las tareas o actividades que los	en el motor del desarrollo. Introduce el concepto de 'zona de desarrollo próximo' que es la distancia entre el nivel real de desarrollo y el nivel de desarrollo potencial. Para determinar este concepto hay que tener presentes dos aspectos: la importancia del contexto social y la capacidad de imitación. Aprendizaje y desarrollo son dos procesos que interactúan. El aprendizaje escolar ha de ser congruente con el nivel de desarrollo del niño. El aprendizaje se produce más fácilmente en situaciones colectivas. La interacción con los padres facilita el aprendizaje. 'La única buena enseñanza es la que se adelanta al desarrollo'. Además, consideró de gran importancia la influencia del entorno en el desarrollo del niño, criticando así a Piaget por no darle la suficiente importancia al mismo. Para él los procesos psicológicos son cambiantes, nunca fijos y dependen en gran medida del entorno vital. Creía que la asimilación de las actividades sociales y culturales eran la clave del desarrollo humano y que esta asimilación era lo que distingue a los hombres de los animales.	✓ Estos postulados coinciden en la importancia de respetar al ser humano en su diversidad cultural y de ofrecer actividades significativas para promover el desarrollo individual y colectivo con el propósito de formar personas críticas y creativas que propicien las transformaciones que requiere nuestra sociedad.

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
David Ausubel (1918-2008). Fue un psicólogo estadounidense, doctor y pedagogo, que consideraba que el aprendizaje significativo se daba con la información previa del individuo, más la nueva información presentada, y que ésta se asimila y complementa para generar un nuevo conocimiento.	El aprendizaje significativo es el que ocurre cuando, al llega a nuestra mente un nuevo conocimiento lo hacemos nuestro, es decir, modifica nuestra(s) conducta(s). Es el proceso por el cual un individuo elabora e internaliza conocimientos (haciendo referencia no solo a conocimientos, sino también a habilidades, destrezas, etc.) en base a experiencias anteriores relacionadas con sus propios intereses y necesidades, y a través del cual una nueva información (de un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende.	niños pueden resolver sin apoyo de otros. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto. Para Ausubel (1963), el aprendizaje significativo es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento. El mismo concepto o la misma proposición pueden expresarse de diferentes maneras a través de distintos signos o grupos de signos, equivalentes en términos de significados. Así, un aprendizaje significativo no puede depender del uso exclusivo de determinados signos en particular.	El conocimiento previo sirve de matriz “ideacional” y organizativa para la incorporación, comprensión y fijación de nuevos conocimientos cuando éstos “se anclan” en conocimientos específicamente relevantes (subsumidores) preexistentes en la estructura cognitiva. Nuevas ideas, conceptos, proposiciones, pueden aprenderse significativamente (y retenerse) en la medida en que otras ideas, conceptos, proposiciones, específicamente relevantes e inclusivos estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del sujeto y funcionen como puntos de “anclaje” a los primeros.	✓ El docente puede facilitar a los estudiantes nuevas y variadas experiencias introduciendo novedades que le interesen a ellos al que plantea preguntas y propone actividades concretas que le ayuden a observar y verbalizar lo que han hecho. ✓ Es un aprendizaje significativo, cuando los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición. ✓ Esto quiere decir que, en el proceso educativo, es importante considerar lo que el individuo ya sabe de tal manera que establezca una relación con aquello que debe aprender. Este proceso tiene lugar si el educando tiene en su estructura cognitiva conceptos, estos son: ideas, proposiciones, estables y definidos, con los cuales la nueva información puede interactuar.

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
Jerome Seymour Bruner (1915-2016). Fue un psicólogo estadounidense que hizo importantes contribuciones a la psicología cognitiva y a las teorías del aprendizaje dentro del campo de la psicología educativa.	Sus estudios estuvieron enfocados en generar cambios en la enseñanza que permitieran superar los modelos reduccionistas, mecanicistas del aprendizaje memorístico centrado en la figura del docente, y que impedían el desarrollo de las potencialidades intelectuales de los estudiantes. Estos modelos estaban fuertemente ligados a las teorías conductistas, que concebían a los estudiantes como receptores pasivos de conocimiento. En cambio, para el constructivismo de Bruner, los estudiantes son constructores activos de significados. Otra consecuencia es que la estructura cognitiva previa del aprendiz (sus modelos mentales y esquemas) es un factor esencial en el aprendizaje. Esta da significación y organización a sus experiencias y le permite ir más allá de la información dada, ya que para integrarla a su estructura debe contextualizar y profundizarla.	Bruner ha distinguido tres modos básicos mediante los cuales el ser humano representa sus modelos mentales y la realidad. Estos son los modos actuantes ("enactivo"), icónico y simbólico: Representación actuante ("enactivo"): consiste en representar cosas mediante la reacción inmediata de la persona. Este tipo de representación ocurre marcadamente en los primeros años de la persona, Bruner la ha relacionado con la fase sensomotriz de Piaget en la cual se fusionan la acción con la experiencia externa. Representación icónica: consiste en representar cosas mediante una imagen o esquema espacial independiente de la acción. Sin embargo, tal representación sigue teniendo algún parecido con la cosa representada. La elección de la imagen no es arbitraria. Representación simbólica: Consiste en representar una cosa mediante un símbolo arbitrario que en su forma no guarda relación con la cosa representada. Por ejemplo, el número tres se representaría icónicamente por, digamos, tres bolitas, mientras que simbólicamente basta con un 3. La representación simbólica, mediante el lenguaje, puede usarse para describir estados, imágenes y cosas, lo mismo que sus relaciones mutuas.	Las siguientes son las implicaciones de la teoría de Bruner en la educación, y más específicamente en la pedagogía: Aprendizaje por descubrimiento: el instructor debe motivar a los estudiantes a que ellos mismos descubran relaciones entre conceptos y construyan proposiciones. "La enseñanza por descubrimiento" generalmente implica no tanto el proceso de conducir a los estudiantes a descubrir "lo que hay ahí fuera" si no a descubrir lo que tienen en sus propias cabezas" (Jerome S. Bruner, 1973). Diálogo activo: el instructor y el estudiante deben involucrarse en un diálogo activo (p. ej., aprendizaje socrático). Formato adecuado de la información: el instructor debe encargarse de que la información con la que el estudiante interacciona esté en un formato apropiado para su estructura cognitiva. Currículo espiral: el currículo debe organizarse de forma espiral, es decir, trabajando periódicamente los mismos contenidos, cada vez con mayor profundidad. Esto para que el estudiante continuamente modifique las representaciones mentales que ha venido construyendo. Extrapolación y llenado de vacíos: La instrucción debe diseñarse para hacer énfasis en las habilidades de extrapolación y llenado de vacíos en los temas por parte del estudiante. Primero la estructura: enseñarle a los estudiantes primero la estructura o patrones de lo que están aprendiendo, y después concentrarse en los hechos y figura.	✓ La teoría del aprendizaje de índole constructivista, conocida como aprendizaje por descubrimiento o aprendizaje heurístico, tiene como característica principal de esta teoría es que promueve que el alumno (aprendiente) adquiera los conocimientos por sí mismo, de esta forma de entender la educación implica un cambio de paradigma en los métodos educativos más tradicionales, puesto que los contenidos no se deben mostrar en su forma final, sino que han de ser descubiertos progresivamente por los alumnos y alumnas. ✓ Por lo tanto, la labor del docente no es explicar uno contenidos acabados, con un principio y un final muy claros, sino que debe proporcionar el material adecuado para estimular a sus alumnos mediante estrategias de observación, comparación, análisis de semejanzas y diferencias, etc. ✓ El objetivo final del aprendizaje por descubrimiento es que los alumnos lleguen a descubrir cómo funcionan las cosas de un modo activo y constructivo.

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
		Los tres modos de representación son reflejo de desarrollo cognitivo, pero actúan en paralelo.		
Robert Mills Gagné (1916-2002). Fue un psicólogo y pedagogo estadounidense. La posición de Gagné, está basada en un modelo de procesamiento de información, el cual deriva de la posición semi-cognitiva. Esta teoría se destaca por su línea ecléctica; se encuentra racionalmente organizada y ha sido considerada como la única teoría verdaderamente sistemática (Gagné, 1970). En esta teoría, encontramos una fusión entre conductismo y cognoscitivismo.	La teoría de Gagné se enmarca dentro de las teorías del procesamiento de información o también llamadas teorías cibernéticas. Desde este punto de vista, el proceso de aprendizaje del individuo es similar al funcionamiento de una computadora. Los procesos del aprendizaje: A la luz de esta teoría, el aprendizaje se define como un cambio en la capacidad o disposición humana, relativamente duradero y además no puede ser explicado por procesos de maduración. Este cambio es conductual, lo que permite inferir que se logra sólo a través del aprendizaje. Encontramos también alteraciones de disposición, que tienen implicancias con respecto de los cambios conductuales, pero de manera diferente. Estas alteraciones se denominan "actitud", "interés" o "valor". Las informaciones del ambiente entran a través de los receptores (SNC). Luego pasan al registro sensorial (estructura hipotética). De aquí la información se va a la memoria de corto alcance, en donde se lleva a cabo una codificación conceptual. Para el paso a la memoria de largo alcance, puede ayudar un ensayo o repetición interna. Si la información se relaciona con alguna preexistente, puede ser codificada y llevada	La propuesta de Gagné señala que los elementos constituyentes de los mecanismos internos de aprendizaje, son etapas o fases el acto de aprender, y son presentados a continuación: Primera fase, Motivación: En esta fase básicamente se establece un objetivo, orientando la atención hacia él. De este modo sabemos hacia qué debemos dirigir nuestras acciones. Segunda fase, Aprehensión: Se utilizan procesos de atención y percepción selectiva cuando un cambio en algún estímulo atrae la atención y nos hace focalizarnos física y cognitivamente en él. Tercera fase, Adquisición: Durante la tercera fase se produce la adquisición y codificación de la información. Recopilando los estímulos y trabajando con ellos. Esta tercera fase es la principal en el proceso de aprendizaje dado que es el momento en que se adquiere el conocimiento. Cuarta fase, Retención: Tras la adquisición de la información se procede a almacenarlo en la memoria, teniendo que vigilar la posible interferencia con otros conocimientos siendo favorecida dicha retención por estos.	Esta jerarquía, a su vez, da lugar a una secuencia necesaria de instrucción, que establece los pasos para lograr un aprendizaje efectivo: - Obtener la atención; - Informar al alumno de los objetivos; - Estimular el recuerdo de la enseñanza. Previamente - Presentar material estimulante. - Proporcionar orientación al estudiante. - Permitir la práctica de lo aprendido. - Proporcionar retroalimentación. - Evaluar el desempeño. - Mejorar la retención y la transferencia.	✓ Actualmente las nuevas tecnologías facilitan el desarrollo de programas educativos que usan diferentes tipos de recursos y medios. Sin embargo, la tecnología por sí sola no es suficiente para garantizar la excelencia pedagógica, es necesario hacer uso de un diseño instruccional que permita planificar estrategias acordes con el proceso de aprendizaje y necesidades per se de los educandos, teniendo en consideración que el aprendizaje es el resultado de un cambio potencial en una conducta, bien a nivel intelectual o psicomotor que se manifiesta cuando estímulos externos incorporan nuevos conocimientos, estimulan el desarrollo de habilidades y destrezas o producen cambios provenientes de nuevas experiencias. - Asimismo, es importante tomar en consideración que el docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje es un facilitador que apoyará al alumno para que logre un aprendizaje. Su función será diseñar, ejecutar y evaluar

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
	inmediatamente a la memoria de largo alcance. También puede suceder que exista una fuerte motivación externa que permita el paso inmediato a la memoria de largo alcance. Una información puede ser recuperada, sólo si ha sido registrada. Esta recuperación ocurrirá a raíz de un estímulo externo, algún elemento que haga necesaria la recuperación de la información, la cual pasará al generador de respuestas. Este generador transformará la información en acción, es decir una manifestación en forma de conducta.	Quinta fase: Recuperación: Una vez retenida la información el aprendizaje permanece en la memoria hasta que algún tipo de estímulo desencadena la necesidad de recuperarla. En esta situación nace el recuerdo de la información almacenada tras un procesamiento de las necesidades que surgen del estímulo o demanda. Sexta fase, Generalización: Una parte muy importante del aprendizaje es la capacidad para generalizar la información. En esta fase del proceso de aprendizaje se construye una asociación entre el conocimiento adquirido y recuperado y las diferentes situaciones en las cuales podría demandarse dicho conocimiento. Séptima fase, Desempeño: En esta fase el individuo transforma el conocimiento aprendido en acción, realizando una conducta en respuesta a la estimulación externa o interna. Octava fase, Retroalimentación: La comparación entre los resultados de la actuación derivada del uso del aprendizaje y las expectativas que se tuvieron respecto a dichos resultados son la última fase del proceso. Si los resultados son los esperables o mejores, se fortalecerá el aprendizaje, mientras que en caso contrario se intentará modificar o se descartará en esa situación en favor de otras.		situaciones de aprendizaje para que el alumno alcance logros específicos. ✓ Por ello, los contenidos conceptuales que se desarrollen estarán basados en datos y conceptos específicos que harán referencia a un contenido en particular. En los contenidos procedimentales se desarrollará una secuencia ordenada de pasos (componente motriz y cognitivo) (Saber hacer y saber cómo hacer).

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
Karl Raimund Popper (1902-1994) fue un filósofo y profesor austriaco, nacionalizado británico, célebre por haber fundado el falsacionismo y por sus teorías de la falsabilidad y el criterio de demarcación. Argumentó que una teoría en las ciencias empíricas nunca puede ser probada, pero puede ser falsada, lo que significa que puede y debe ser examinada por experimentos decisivos para distinguir la ciencia de la pseudociencia.	“El principal criterio de la ciencia es la falseabilidad de sus teorías. Nunca podemos demostrar absolutamente nada, pero podemos falsear. Una serie de ideas que no pueden, por principio, ser falseadas, no son ciencia”. Aunque próximo a la filosofía neopositivista del Círculo de Viena, llevó a cabo una importante crítica de algunos de sus postulados; así, acusó de excesivamente dogmática la postura de dividir el conocimiento entre proposiciones científicas, que serían las únicas propiamente significativas, y metafísicas, que no serían significativas. Popper critica al positivismo lógico. En su obra “La lógica de investigación científica” (1934), se pregunta: ¿Qué es la ciencia?, ¿Cuáles son sus métodos? Existirían dos grandes problemas: 1.- Establecer método que supere el problema de la Inducción, y 2.- Establecer una línea demarcatoria entre el saber científico y la disciplina no-científica. Premisas del Falsacionismo: La ciencia progresa basándose en el ensayo y el error. Las teorías vigentes no son estrictamente verdaderas, sino que son las mejores disponibles. La ciencia es hipotética conjetural. El método de la ciencia consiste en aprender de nuestros errores sometiéndolos a control crítico. <i>Una teoría es científica en tanto es refutable. Las teorías científicas son sistemas hipotéticos/deductivos.</i>	Para Popper, el método científico consiste en inventar hipótesis (conjeturas) y luego hacer todo lo posible por refutarlos. • Una teoría que no puede ser refutada por ningún acontecimiento concebible, no es científica. • La irrefutabilidad no es una virtud de una teoría, sino que es un vicio. La objetividad en la ciencia no radica en el poder observacional de la inferencia inductiva, sino en el poder crítico de la razón. • De proponer teorías alternativas, deducir consecuencias contrastables con la base empírica y desde acá falsear. • Así, se encontrará teorías más explicativas, menos universales y más resistentes a la crítica. Si una hipótesis no es falseable no tiene lugar en la ciencia, el mundo puede ser de cualquier manera y la hipótesis siempre se adaptará a ella. • Ejemplos de este tipo de hipótesis no falseables (según Popper) es la teoría psicoanalítica clásica o freudiana, que tiene explicaciones plausibles para todos los fenómenos, aun aquellos totalmente opuestos entre sí Finalmente, para Popper, el método científico consiste en inventar hipótesis (conjeturas) y	<i>“Acepto la tesis de que sólo debemos llamar «real» a un estado de cosas si (y solo si) el enunciado que lo describe es verdadero. Pero sería un grave error concluir de esto que la incerteza de una teoría, es decir, su carácter hipotético o conjetural, disminuye de algún modo su aspiración implícita a describir algo real. En segundo lugar, si es falso, entonces contradice a un estado de cosas real. Además, si ponemos a prueba nuestra conjetura y logramos refutarla, vemos muy claramente que había una realidad, algo con lo cual podía entrar en conflicto. Nuestras refutaciones, por ende, nos indican los puntos en los que hemos tocado la realidad, por decir así.”</i> (Popper K. R., 1983). Doctrina de los tres mundos La doctrina de los tres mundos es una forma de ver la realidad durante el Tercer Congreso Internacional de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia, realizado en Ámsterdam en 1967, en una ponencia titulada Epistemology without a knowing subject. La Doctrina consiste en que tres mundos interactúan entre sí. Mundo 1: el mundo de los objetos, no solo visibles, también cosas que escapan al ojo humano (el mundo de los objetos físicos). Mundo 2: el mundo de los procesos mentales, conscientes o inconscientes. Donde irradia las sensaciones de dolor, placer y pensamiento (el mundo de las experiencias subjetiva). Mundo 3: el conocimiento objetivo, donde se analiza los procesos mentales del mundo 2.(los productos de la mente humana) tiene una "varianza" que ver con la información.	✓ Popper (Popper K. , 2002), considera que uno de los principios básicos de la reforma educativa, es la idea de que la educación es adherente a la vida y que, por lo tanto, debe valer para mejorar la relación entre estudiantes y maestros; que la escuela debe convertirse en un terreno común para un trabajo conjunto. ✓ Él soñaba con “... una escuela en la que los jóvenes pudiesen aprender sin hastío y en la que la fuesen estimulados a plantear problemas y discutirlos; una escuela en la que no hubiese que escuchar respuestas no deseadas a cuestiones no planteadas; en la que no hubiera que estudiar solo por aprobar exámenes”. ✓ Por lo cual, el proceso educativo puede orientarse y debe organizarse con base en los siguientes principios: - El conocimiento se desarrolla a partir de problemas concretos; el aprendizaje se da por ensayo y error; el modo de proceder en toda investigación siempre es el mismo (acudir a la razón y a la experiencia), el método del ensayo de teorías y la eliminación crítica del error es el modo del descubrimiento científico que debe ser orientado desde la escuela, la educación debe gozar de un

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
		luego hacer todo lo posible por refutarlos.		alto grado de libertad, orientarse a la autonomía y, por lo tanto, promover la argumentación. - La educación determina realmente lo que hacemos; todo depende de la forma en que abordemos nuestros problemas.
Imre Lakatos, nacido Imre Lipschitz (1922-1974). Fue un economista, filósofo y matemático húngaro de origen judío que logró salvarse de la persecución judicial nazi cambiando su apellido. En 1956 huyó a Viena escapándose de las autoridades rusas luego de la fallida revolución húngara abortada por los soviéticos y posteriormente se estableció en Londres, donde colaboró en la London School of Economics.	Para Lakatos la falsación consiste en un doble enfrentamiento entre dos teorías rivales y la experiencia. Las teorías rivales se confrontan con la experiencia; una es aceptada y la otra es refutada. La refutación de una teoría depende del éxito total de la teoría rival. Así Lakatos plantea una nueva unidad de análisis: el programa de investigación científica (PIC). Los escritos de Imre Lakatos contienen abundantes comparaciones de sus propias opiniones con las de otros autores. Él mismo destaca estas relaciones subrayando su deuda con Popper. Considera que la concepción que está dispuesto a defender constituye un desarrollo de las ideas popperianas, una versión más evolucionada del falsacionismo, pero en esta evolución se reconoce la influencia que han ejercido sobre el pensamiento de Lakatos los incisivos argumentos esgrimidos por otros filósofos que cuestionan el modelo epistemológico de Popper.	En Pruebas y Refutaciones (Popper K. R., 1983), se expuso la teoría de Karl Popper, en el cual la ciencia se distingue de las demás ramas del conocimiento porque las teorías pueden ser "falsadas" al establecer sus creadores unos "falsadores potenciales" es incorrecta, ya que toda teoría (como la de Newton, la cual estudió en profundidad), nace con un conjunto de "hechos" que la refutan en el mismo momento que es creada. Esto le llevaba a considerar que la ciencia era incapaz de alcanzar la "verdad", pero sugirió en sus programas de investigación científica, que cada nueva teoría era capaz de explicar más cosas que la anterior, y, sobre todo, de predecir hechos nuevos que nadie antes ni siquiera se había planteado (como el cometa Halley que regresó exactamente el mismo año en que había sido calculado utilizando la teoría de Newton).	Lakatos propone dar una forma más sofisticada al falsacionismo de Popper y dejar de enfrentar a las teorías con la experiencia (en un modelo uno a uno), y trabajar en cambio con series de teorías. Para el falsacionismo sofisticado de Lakatos, una teoría es científica sólo si tiene más contenido empírico que sus predecesoras. Ello significa que debe conducir al descubrimiento de nuevos hechos, mismos que no son evidentes desde los postulados de las teorías rivales. Por otra parte, una teoría de una serie se considera falseada cuando es remplazada por una teoría con un contenido corroborativo más alto, y a eso le llamamos progreso. Desde esta perspectiva, ningún resultado experimental puede echar abajo una teoría.	✓ Es necesario plantear la teoría del aprendizaje sobre la reestructuración del conocimiento científico en el aula, los argumentos necesarios que intervienen en estos procesos por parte de los estudiantes durante su aprendizaje en el salón de clase. Qué modelo de enseñanza utiliza el profesor y cómo este modelo determina los criterios para seleccionar y organizar los contenidos; las actividades de enseñanza y su evaluación. ✓ Es sustancial, en primer lugar, explicitar el tipo de conocimiento intuitivo o cotidiano que utilizan las personas o estudiantes en su práctica diaria. Este conocimiento asume de forma implícita ciertos principios sobre la naturaleza de la realidad y actúa conforme a ellos (por Ej., que la realidad existe, hay un objeto real ahí afuera y tiene propiedades, es rojo, se está moviendo, no es

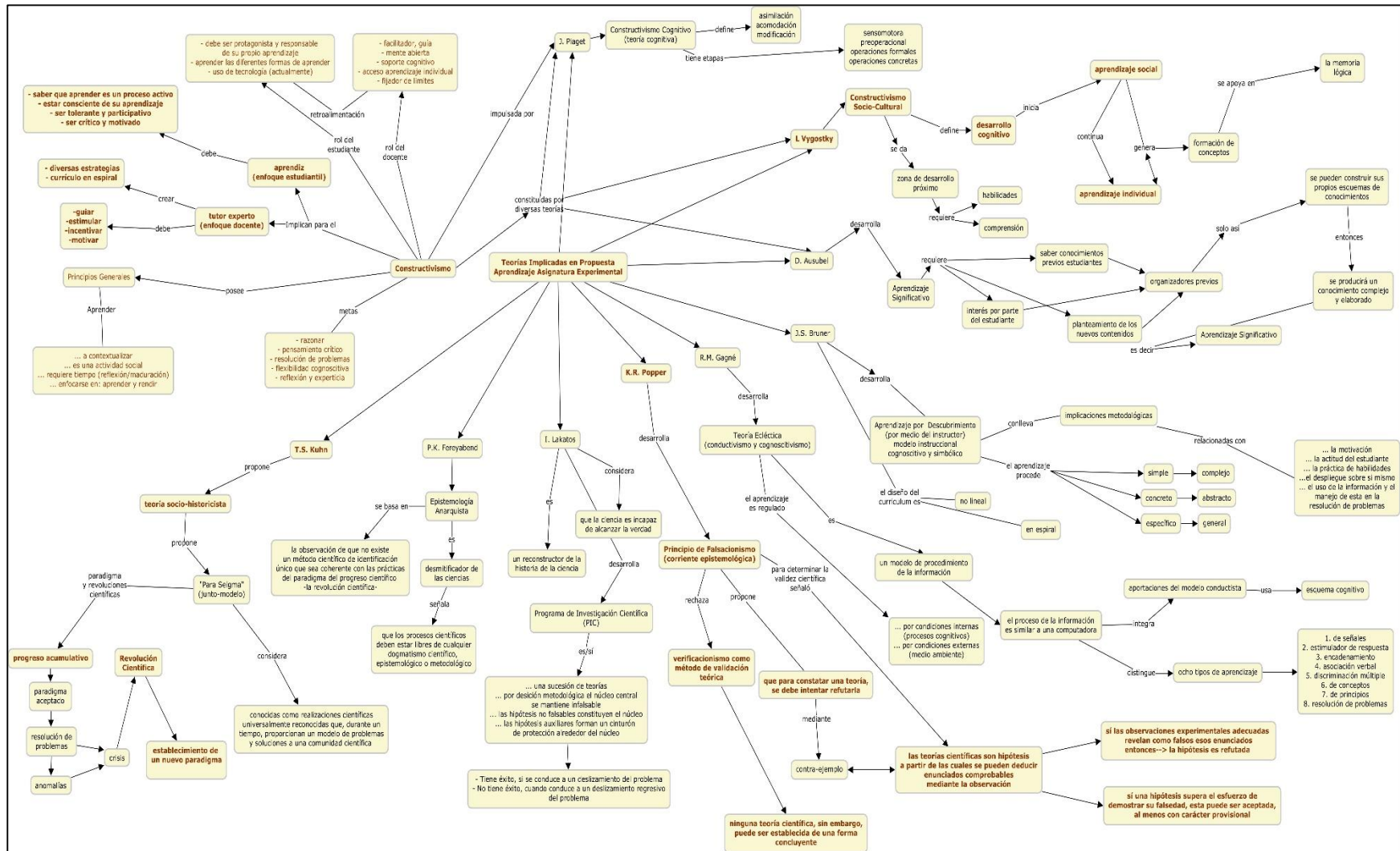
Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
				que yo lo vea moverse etc.). Así, según este modelo las personas clasificamos todos los objetos del mundo en un número limitado de categorías, a las que atribuimos unas propiedades determinadas (es un pájaro, es un proceso de evaporación, es un estudiante indisciplinado etc.) (Pozo Municipio, 1998).
Paul Karl Feyerabend (1924-1994). Fue un filósofo austriaco, que a lo largo de su vida experimentó una evolución constante en su pensamiento (popperiano, anti racionalista, empirista, anti empirista, anti positivista y relativista), siempre con un alto grado de anarquismo y sentido crítico que lo llevaron a postular el anarquismo epistemológico. Es uno de los dos autores de la tesis de la inconmensurabilidad.	Los que inventaron el mito -dice Feyerabend- empezaron la cultura y los que han venido después se han limitado a transitar sobre el carril abierto; la lección es clara: no es efectivo que la noción de conocimiento válido se reduzca al conocimiento científico. Feyerabend, cree que la razón no es la única forma de inteligibilidad y tampoco la última: "La ciencia es una de las muchas formas de pensamiento que el hombre ha desarrollado y no necesariamente la mejor". Paul K. Feyerabend (1995). Él demostró la no reductibilidad de teorías sucesivas -no existiría un lenguaje de observación neutral. Cada teoría produce sus propios informes observacionales. Y dos teorías distintas pueden no compartir ningún enunciado observacional que obligue a preferir una de ellas- En «Contra el método» (Paul K. Feyerabend, 1975) considera la ciencia como una empresa esencialmente anárquica. Además, la proliferación de teorías en conflicto es beneficiosa, puesto que	Según Feyerabend, la expresión "Todo se vale" quiere decir que cualquier forma de conocimiento sirve para contrastar, e incluso llevar a crisis, las teorías dominantes. Si la observación está cargada de teoría, entonces para la contrastación empírica resulta favorable crear otras teorías desde la cuales evaluar la evidencia. Esto se sintetiza en el llamado "principio de proliferación teórica", base del desarrollo y avance de la ciencia (Feyerabend P. K., , 1981). "Feyerabend centra el problema del cambio científico en el cambio semántico". "Las nuevas teorías ganan adeptos más por la propaganda de sus partidarios que por la razón de que estén bien contrastadas o mejor apoyadas que sus rivales". "Las preferencias de las teorías globales depende, en parte, de las preferencias subjetivas de los científicos."	Las ideas de Feyerabend llevaron a la discusión filosófica sobre las implicaciones del relativismo epistémico que desembocaron en toda una serie de debates así como el surgimiento de nuevas formas de analizar los conocimientos. Por tanto, la ciencia es una actividad esencialmente anárquica, que escapa a cualquier teoría del conocimiento que pretenda recoger en un único modelo de racionalidad el rico material de su propia historia, dado que las revoluciones científicas (por ejemplo, el paso del sistema tolemaico al sistema copernicano) acontecen cuando los grandes científicos (como Galileo) sostienen teorías y puntos de vista incompatibles con aquellos principios considerados evidentes, violando así los criterios de racionalidad aceptados por la mayor parte de los estudiosos.	✓ Los últimos planteamientos de Feyerabend, en la obra ya mencionada, se pueden tomar como sugerencias para avanzar en el proceso de construcción de una concepción diferente de la evaluación: Hacer uso de todas las ideas, de todos los métodos, y no de una pequeña selección de ellos. ✓ Abandonar las pretensiones totalitarias existentes, analizar la evaluación según muchas combinaciones diferentes. ✓ Preparar al docente, estudiante, institución en cualquier nivel del sistema educativo para comprender la diferencia entre evaluación, calificación, datos... y la influencia de las ideologías más importantes, como fenómenos históricos. La racionalidad de las creencias se verá, considerablemente incrementada. ✓ Como conclusión, de los aportes del anarquismo

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
	no hay idea que no sea capaz de añadir algo a nuestro conocimiento. Y porque la uniformidad de la ciencia disminuye su poder crítico, y pone en peligro el desarrollo libre del individuo	Pueden llegar a ser cuestión de gusto o preferencia. La relación entre teorías globales en competencia constituye una “inconmensurabilidad radical” (los cambios de vista semánticos afectan a todos sus conceptos). “Como no puede haber métodos de comparación de teorías que sean semánticamente neutrales, Feyerabend concluye que ningún método es universal, y mejor para la ciencia que así sea.” Y, para crear las condiciones necesarias que permitan la proliferación teórica, y así, el avance de la ciencia, Feyerabend parte de las preguntas ¿Cómo puede ser posible examinar algo que estamos utilizando todo el tiempo? ¿cómo podemos criticar los términos con los que expresamos habitualmente nuestras observaciones? No existe la “ciencia normal” en el sentido de Kuhn. “El crecimiento del conocimiento resulta de la competencia incesante entre diversos puntos de vista defendidos tenazmente. Le preocupa la creciente influencia de la ciencia en muchos aspectos de la vida social que exceden el campo de la cognición -que ella misma se ha determinado- y por tanto el área de su competencia, convirtiendo esa injerencia en un imperialismo indebido, que ratifica su voluntad ideológica. Además, el argumento de la lógica interna alega que el ámbito social no es pertinente para una evaluación de la		epistemológico, a la evaluación se debe: (a) desarrollar una visión diferente de manera de contrarrestar el efecto dogmático existente; y (b) construir dicha visión fuera del ámbito educativo, de manera que posteriormente se aborde los preceptos legales existentes en materia de evaluación en la educación.

Autor	Postulado	Modelos de representación	Implicaciones educativas	Aporte pedagógico
		racionalidad científica. Finalmente pretende tener la autoridad suficiente para dictaminar sus pautas de acción, confirmando, también aquí, que en el hecho opera como lo haría cualquiera ideología de una cultura dada que, a partir de una base paradigmática en epistemología, ulteriormente aspira a inundar todas las dimensiones de dicha cultura.		

Elaboración: Propia

Figura #1: Mapa Conceptual de las Diferentes Teorías del Aprendizaje



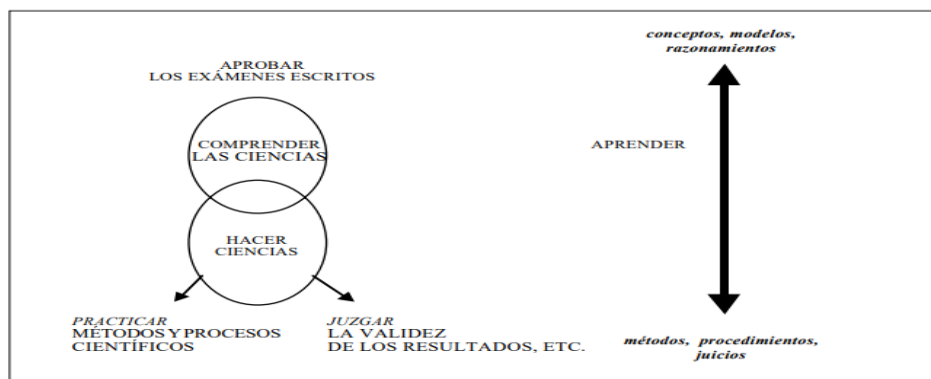
Elaboración: Propia

3.5 Cómo enseñar la ciencia

El comprender los conceptos teóricos, modelos y las leyes correspondientes, requiere de razonamientos específicos que indudablemente no son del común de los razonamientos. Lo anterior, requiere de ciertos requisitos como: aprender las teorías, realizar experiencias prácticas donde pondremos a prueba la consignada teoría, utilizaremos equipos especializados para esta experiencia y con los cuales verificaremos hechos. El aprender a rehacer estas experiencias, y el comprender la teoría a través de la experiencia, nos dará las herramientas para manejar procedimientos de mejor forma y más adecuadamente. Esta misma experiencia, podrá ser abordada desde otro punto de vista de acuerdo al observador realizando variaciones y la búsqueda de nueva información o simplemente corroborar que la teoría se cumple, lo que implica decisiones, juicios e iniciativas.

De acuerdo al esquema realizado por Séré (2002, p. 358) (figura 2), donde se muestra los conceptos de “hacer” y “comprender” ligadas entre sí como parte del proceso de aprendizaje, y como las experiencias prácticas “*ayudan a comprender y que el aprendizaje conceptual ayuda a hacer ciencias*”. Ella señala que, “el aprendizaje se sitúa tanto dentro del «comprender» como del «hacer»; sin embargo, por la importancia de la evaluación, los estudiantes y profesores se sienten tentados a otorgar una gran importancia al aprendizaje de conceptos, modelos y razonamiento”.

Figura #2: Conceptos de “hacer” y “comprender”



Elaborado por Séré (2002, p.358)

Según Hucke (1998), uno de los objetivos más importantes de los laboratorios de física es la aplicación de conceptos de física y adquisición activa de conocimientos mediante la experimentación. Sin embargo, los resultados de su estudio revelan que el objetivo de promover una comprensión más profunda de física mediante el uso activo del conocimiento de la teoría física (para vincular teoría y práctica) no se logra con la organización tradicional del laboratorio de física en Universidades alemanas. En conclusión, se pueden deducir dos alternativas:

- El primero es: renunciar a este objetivo.

En tal este caso, el trabajo de laboratorio debe estar enfocado sobre las habilidades experimentales de los estudiantes y sus conocimientos sobre experimentación. Como Los estudiantes universitarios deben estar preparados para una actividad profesional como físicos, es importante que se acostumbren a manipular dispositivos técnicos y a aplicar métodos experimentales. Sin embargo, organizar todos los experimentos de laboratorio en la misma manera significa aceptar que, a pesar de los considerables aspectos técnicos, financieros y gasto organizativo, el potencial educativo de un laboratorio de ciencias parece no ser explotado.

- La segunda posibilidad -que nos señala el autor- es mantener el objetivo de vincular la teoría y la práctica.

En este caso, debe cambiarse la organización del trabajo de laboratorio. Los resultados de este estudio subrayan la necesidad de orientar el trabajo de laboratorio explícitamente hacia diferentes metas. Es decir, no todos los experimentos deben realizarse siguiendo los mismos patrones organizacionales y de comportamiento, pero integrados en una concepción general, diferentes partes del trabajo de laboratorio (manejo de datos, modelado, interpretar resultados, aplicar teoría física, manipular equipos técnicos, etc.) deben orientarse en diferentes entornos.

Por ejemplo, el uso de la computadora en las experiencias prácticas de los laboratorios (física), no mejora automáticamente la regulación de la acción y la adquisición de los conocimientos por parte de los estudiantes. Por lo tanto, la

computadora debe usarse en el contexto de un marco educativo, que se centre específicamente en el potencial que tendría la computadora para mejorar el aprendizaje de las ciencias. Entonces, las ventajas de contar con dichas “computadoras” en comparación con un laboratorio tradicional podrán ser efectivas en los procesos de adquisición de los conocimientos. Por lo tanto, deben coordinarse diferentes experimentos con respecto a un marco de todos los diferentes objetivos del trabajo de laboratorio, y el uso de la computadora tiene que encajar en la estructura. Así, la introducción de la computadora en el laboratorio de física puede ayudar a aclarar y explicitar los objetivos específicos de los experimentos de laboratorio.

Por lo tanto, los conocimientos procedimentales son por esencia saberes prácticos, pues permiten la concepción de los experimentos y racionalizan las acciones. Es así que, en biología y química, la importancia de los procedimientos está más reconocida e incluso da lugar a evaluaciones (Séré, 2002). En las experiencias prácticas, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos relacionados con los sistemas y los cambios físicos, químicos y biológicos enmascara múltiples procedimientos, no visibles a simple vista (ver mapa conceptual, Fig.3).

“Entendiendo y manipulando aparatos «cargados de teoría», los estudiantes pueden utilizar numerosas nociones teóricas, más que verificarlas. Los órdenes de magnitud elegidos, la disposición del aparato, los sistemas que mejor aseguran la reproducibilidad, son todos conocimientos prácticos que a los estudiantes les interesa guardar en la memoria para luego utilizar. Por ello, la primera fase de las experiencias prácticas no debería ser descuidada. La identificación de los aparatos, así como las elecciones hechas por quienes concibieron la experiencia, deberían ser revisadas, estudiadas y justificadas. Aquí el conocimiento teórico no es puesto en cuestión. Es utilizado y produce un conocimiento práctico que puede ser almacenado en situaciones en las cuales los estudiantes deben organizarse por sí mismos.

Aunque los objetivos conceptuales son los que más frecuentemente buscan los trabajos prácticos, todavía queda por imaginar cuestionamientos y guías

para que los conocimientos conceptuales contribuyan a elaborar reales conocimientos prácticos. Los dos tipos de conocimientos pueden así instalarse juntos y eficazmente en la cabeza de los estudiantes (Séré, 2002, p. 359).

Debemos entonces proporcionar a los estudiantes dos tipos de 'herramientas', la primera es llevar a cabo correctamente procesamiento de datos y el otro la confrontación; ambas herramientas merecen ser enseñadas en la profundidad, y no que el aprendizaje correspondiente, quede sujeto al azar. Esto implica, dentro de una variedad de contextos de enseñanza, que las clases convencionales tener una apropiada justificación, así como, una preparación eficaz para este tipo de actividades y/o proyectos, ya que requieren ser altamente adaptado a la aplicación. Los informes, -según señala Séré (2002), quien de acuerdo a sus experiencias- deben ser bastante breves y permitir que los estudiantes asuman la responsabilidad para la elección y definición de las cantidades y modelos a manipular. Es relevante pedir a los estudiantes que escriban un breve informe inicial y que sea apoyado por una presentación oral después de unas sesiones de trabajo personal (lo que hemos llamado la 'primera versión del protocolo'). La presentación debe brindar la oportunidad de hacer que los estudiantes sean conscientes del enfoque en el que están involucrados, sabiendo su dificultad para participar en la reflexión epistemológica. Tal presentación también debe brindar la oportunidad de fomentar una discusión entre estudiantes y el grupo de profesores, con la intención de permitir un auténtico debate "científico".

Esto es coherente con las ideas que Kuhn (1970) expresó con respecto a la enseñanza de las ciencias. Para él, los procedimientos y los métodos son los primeros elementos de la «matriz disciplinar», común a todos los expertos de una disciplina, y que se instala progresivamente en las mentes de los estudiantes durante sus estudios. Una vez adquiridos, procedimientos y métodos permiten resolver los problemas conceptuales que aparecen (...) Es tiempo de dejar atrás las dificultades actuales de la enseñanza, dando su lugar a los trabajos prácticos y esforzándose para que «la experiencia sirva más de una vez», contrariamente a lo

que afirma el proverbio. La aportación de los Trabajos Prácticos puede ser irremplazable para la educación de los científicos y de los ciudadanos (Séré, 2002).

Los prácticos de laboratorio, debido a su orientación práctica y aplicativa deben correlacionarse directamente con el saber hacer propio de modelos constructivistas como el de Carretero (1993), Perkins (1997), Pozo (1989) entre otros, y necesariamente partir de la visión del aprendizaje significativo de Ausubel (1983), que implica la comprensión, la organización de los nuevos conocimientos y los que posee el alumno (proceso de acomodación), y finalmente una jerarquización de ellos que permita interrelacionarlos para producir el esperado efecto de asimilación (Severiche Sierra, 2013).

Es ahí, en este lugar, donde los aprendizajes de los estudiantes desarrollan y adquieren las destrezas necesarias para comprender y entender los conceptos teóricos básicos, así como los criterios requeridos en los diferentes procesos de la misma, estableciendo relaciones interdisciplinarias -de múltiples áreas de la ciencia- entre los conocimientos previos y los recientemente adquiridos. Es plausible que las prácticas de laboratorio se consideren dentro de lo denominado aprendizaje significativo, pues los estudiantes se enfrentan a situaciones reales -lógicamente reproducidas y preconcebidas como parte integral de la asignatura correspondiente- donde de igual forma deben enfrentar una problemática a ser resuelta y con ello “romper” lo que podríamos llamar una *“metodología tradicional del aprendizaje”*, que va más allá de lo memorístico, de manera de estimular sus ansias de “saber” y “aprender”, es decir, las prácticas les enseñaran a pensar y aprender haciendo, permitiendo integrar la teoría y la práctica en un mismo nivel.

Este proceso dinámico de aprendizaje, en el cual los estudiantes construyen el o los aprendizajes en forma activa, las experiencias prácticas dan esta instancia global de aprendizaje, ellos -los estudiantes- podrán explorar los diferentes problemas de la experiencia, y se encontrarán probablemente limitaciones y fortalezas de sus propias concepciones y a la vez, irán adquiriendo otras afianzando de esta forma los nuevos conceptos o conocimientos y de esta forma desarrollarán sus habilidades a través de estas experiencias reales “controladas” que pueden ser utilizadas en

estimular el interés por la “ciencia” o el conocimiento, donde el estudiante desarrolle su capacidad de observación, análisis, discriminación, clasificación, síntesis, estructuración de informes, y a la vez que le genera curiosidad, perseverancia y creatividad.

“El trabajo de laboratorio puede tener diferentes modalidades e intenciones. Se considera la actividad de aprendizaje a partir de una situación problemática, en la cual los contenidos teóricos y experimentales asociados a ella, están en permanente relación e interdependencia, tal como ocurre en la actividad de investigación científica; en consecuencia, su resolución implica una compleja actividad cognitiva que requiere de diversos campos de conocimientos” (Severiche, 2013, p. 194).

En ciencia, es difícil pensar en una actividad experimental desligada de las ideas o componentes teóricos que representan el mundo físico. Sin embargo, la relación teoría-práctica puede ser vista desde diferentes posiciones epistemológicas, las cuales se reflejarán en la acción didáctica (Séré, 2002). Una de las formas que toma la acción didáctica, definida como: la práctica ayuda a comprender la teoría, es la dirigida a verificar o descubrir relaciones teóricas o conceptos.

Otra forma de concebir esta relación teoría-práctica en el laboratorio, es considerar que “la teoría” se emplea en la práctica, en el sentido de que el mundo de los objetos es inseparable del mundo de los modelos; en el contexto educativo, esto implica que las actividades experimentales requieren de los estudiantes un conocimiento previo en relación a la teoría, y una toma de conciencia en cuanto al rol que ésta tendrá en los diferentes momentos del trabajo de laboratorio (Séré, 2002).

Es de toda lógica, que los prácticos de laboratorio experimentales en asignaturas de las ciencias, predominan los aprendizajes dentro del “dominio metodológico” en una interrelación indisoluble con lo teórico, tarea altamente compleja desde lo cognitivo, pues requiere de conceptos, procedimientos metodológicos previos o referenciales y que deben ser aprendidos por los estudiantes.

La enseñanza de las ciencias enfocada en la investigación no es una tradicional forma de enseñanza-aprendizaje, en el que previamente se han de revisar conceptos teóricos que deben ser entendidos y planificados de buena forma (las actividades que se realizarán en los prácticos de laboratorio). Donde, además de la continuación de estas experiencias, los estudiantes deben realizar análisis, discusión de los resultados, para finalmente obtener conclusiones respecto a las diferentes experiencias y visiones sobre las mismas, experimentadas por cada uno de ellos.

El docente, es en estos casos, el único quien decide que tema debe o será investigado, y quien tiene que ver subsecuentemente con la teoría de la misma asignatura y, asimismo, indicar los materiales y métodos, obteniéndose resultados, que muchas veces son conocidos por los estudiantes previamente. Estas secuencias didácticas, que siguen la metodología científica, convierten el laboratorio en un espacio de investigación científica, donde el docente es el investigador experto que orienta a los estudiantes, investigadores noveles, que trabajan en un contexto de ciencia normal en el sentido khuniano (Gil, D., 1996).

Las dos mayores dificultades que pueden existir en la desconexión por parte de los estudiantes, es el distanciamiento entre la teoría y la práctica, pues la mayoría de las veces en los cursos universitarios ocurre que los profesores son de diferentes áreas, existiendo muchas veces altos grados de desconexión entre la teoría expuesta en clases y la práctica. Además, los tiempos de la planificación -de los estudiantes- son muy limitados y que tienen que ver con el desarrollo de los prácticos de laboratorio. Por lo cual entonces, debemos nosotros como docentes guiar y mostrar a los estudiantes como, donde y que información es la que deben buscar para que ellos puedan planificar de forma adecuada y de forma correcta.

Según Domin (1999) y Tovar (2012), el principal inconveniente de desarrollar las prácticas de este modo, además de lo poco representativas que son de lo que es realmente la actividad científica, es que este estilo de prácticas es poco efectivo por dos razones principales:

1. Durante la práctica, los estudiantes pasan más tiempo determinando si han conseguido o no los resultados correctos que planificando y organizando el experimento. Normalmente, no se les concede el tiempo suficiente para analizar la práctica, ni para integrar la práctica que realizarán con los conocimientos anteriores.

2. Las prácticas de tipo expositivo donde el docente de forma magistral explica y no deja desarrollar el saber hacer de los estudiantes, están pensadas para desarrollar aptitudes de bajo nivel cognitivo, como las de tipo manual, pero no para realizar grandes cavilaciones. De hecho, los guiones y manuales de laboratorio de este tipo de prácticas funcionan de manera similar a una receta de cocina.

Por ello, Severiche (2013) sugiere algunos aspectos que potencialmente pueden hacer aumentar el esfuerzo mental, y el grado de aprendizaje, necesario para completar con éxito una práctica de laboratorio pueden ser:

- *Conseguir que los estudiantes identifiquen las variables más importantes.*
 - *Hacer que los estudiantes elijan y/o comparen diversas técnicas para obtener la información buscada.*
 - *Intentar que los estudiantes sugieran fuentes de error durante las actividades prácticas y las modificaciones necesarias para eliminar estas fuentes de error.*
 - *Hacer que los estudiantes diseñen el procedimiento de las prácticas o reducir la información facilitada en los procedimientos que se facilitan al alumnado.*
- Esta estrategia de aprendizaje -utilizando las prácticas de laboratorio como una herramienta metodológica efectiva- de tipo constructivista que permite a los estudiantes fijar e integrar debidamente sus conocimientos y crear los subsunsores necesarios para establecer tácticas que conlleven a enfrentarlos adecuadamente a problemáticas similares a las que encontrarán en su vida personal. Además, esta metodología desarrolla en ellos habilidades instrumentales y prácticas, incentiva su autonomía y deseo de investigar, e induce a una disciplina de trabajo organizado individual y grupal,*

que permite optimizar recursos, siguiendo las directrices de la metodología de la investigación (p. 200).

Así mismo, debemos hacer énfasis en la formación de competencias científicas en los estudiantes y en el desarrollo de habilidades inherentes a la construcción del conocimiento científico como: la identificación de problemas; predicción de hipótesis; relaciones entre variables; clasificación, transformación, interpretación y análisis de datos, utilización de métodos; y elaboración de conclusiones, además de, habilidades comunicativas esenciales en el desarrollo humano y científico, y finalmente un análisis de los acontecimientos, descrito en un informe de laboratorio, que cumpla con los requerimientos mínimos de un “trabajo científico”, con información de diversas fuentes y con el material organizado y estructurado de acuerdo a ciertos requerimientos.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE ENSEÑANZA E INVESTIGATIVA

PROPUESTA DE ENSEÑANZA E INVESTIGATIVA

4.1 Consideraciones previas

El proyecto consiste en trabajar con un número de doce estudiantes por práctico de laboratorio, de la asignatura de Bioquímica y Fisiología Microbiana, distribuidos en tres subgrupos de cuatro estudiantes. Se elaborará material didáctico aplicable al “aula” según las características de los estudiantes y recursos materiales disponibles, luego se aplicarán las estrategias metodológicas y cambios en el material en el aula, por ejemplo, rediseñando la guía de los trabajos prácticos. Además, se implementará la propuesta metodológica planteada mediante la aplicación de herramientas de motivación en los estudiantes de los laboratorios de bioquímica, en base a un modelo constructivista, de innovación y aprendizaje activo para la enseñanza de bioquímica experimental, utilizando videos -desde YouTube o la WEB- previos a los procesos experimentales como tal, y en ocasiones particulares se dispondrá del uso de ensayos (modelos) virtuales de los prácticos de laboratorio, tales como los dispuestos por JoVE¹ y Biomodel², (principalmente esta época de imposibilidad de realizarlos experimentalmente). En el transcurso de este proceso, tendrán la oportunidad de trabajar en forma colectiva (grupal) e individual, y donde desarrollarán las destrezas de la ejecución de diversas experiencias de bioquímica experimental durante el semestre. Finalmente, se verificarán los resultados de aprendizaje de los y las estudiantes, a través de los respectivos análisis evaluativos, ya sean de diagnóstico, de tipo formativos y evaluaciones sumativas (informes, unidades de investigación y pruebas abiertas), con un contrato claro entre los estudiantes y el profesor, y en donde se disponen de rúbricas o listas de cotejos asociadas a cada uno de los procesos enseñanza-aprendizaje de los prácticos de laboratorio en sí.

¹ <https://www.jove.com/es/methods-collections>

² biomodel.uah.es

4.2 Justificación de la propuesta.

La propuesta de diseñar y aplicar una propuesta metodológica en base a la corriente constructivista, de innovación y aprendizaje en la enseñanza de Bioquímica Experimental, surge a raíz de la falta de interés en el desarrollo de los prácticos por parte de los estudiantes (falta de proactividad), pues casi todos ellos (sino el cien por cien, en esta época de laboratorios virtuales) llegan sin los cálculos pertinentes básicos –diluciones- o sin conocimiento previo del funcionamiento de los equipos, las bases físico-químicas o teóricas de la experiencia, entre otras. Además, los estudiantes contarán con una oferta de materias optativas (como las unidades de investigación), programas de refuerzo (apoyo extra aula) y de tratamiento personalizado (intercambio de opiniones, sugerencias y aportes para su proceso de aprendizaje).

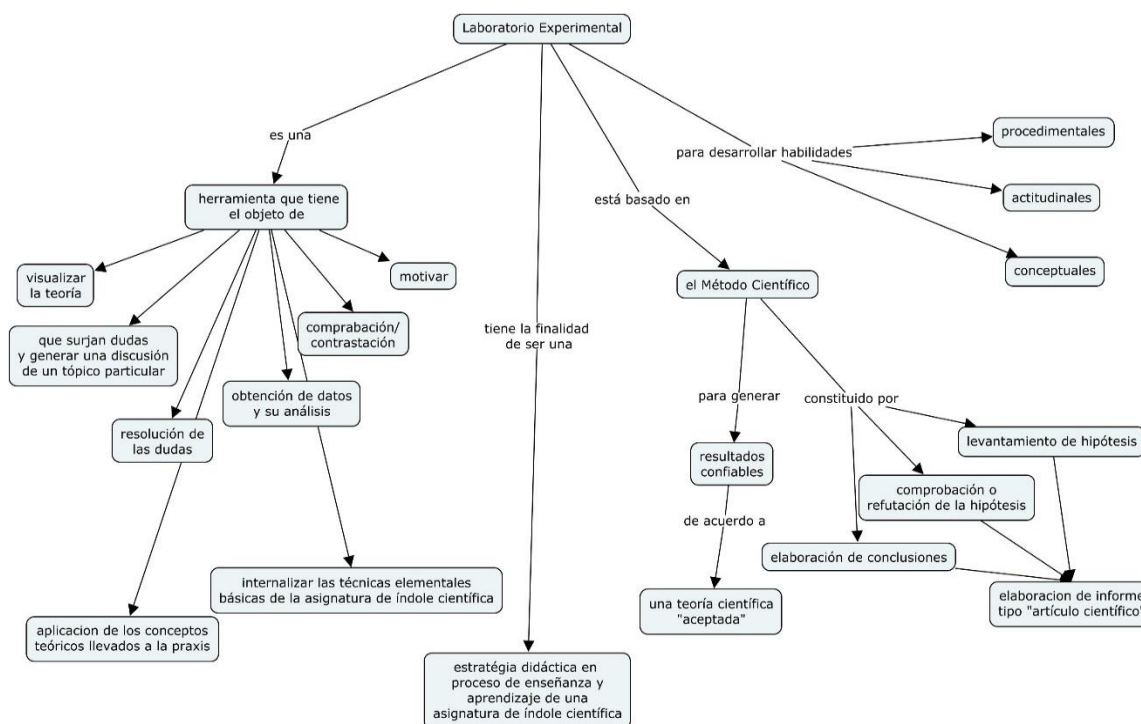
Actualmente, los estudiantes de la asignatura de bioquímica presentan dificultades en el desarrollo de las habilidades que son propias de las ciencias, por lo que en muchas ocasiones se evidencian conductas de desinterés con la asignatura, es muy probable que esto se debe la falta de metodologías más activas, en donde ellos y ellas sean los principales actores del proceso enseñanza aprendizaje. Por lo cual, si se lograsen plantear alternativas de enseñanza que nos permitan corregir el cambio de actitudes con la asignatura, a través del proceso enseñanza-aprendizaje innovador, ello nos permitiría aumentar el interés por las ciencias, así como, aumentar los proceso de metacognición de los estudiantes, y que no solo sea una asignatura que “hay que pasar” no importando el cómo. Esta gran falta de actitud “propositiva”, en el transcurso de la asignatura, es tal vez la causa del “frustración” de los estudiantes a nivel profesional (química, física y bioquímica), no mirado desde la lógica de “reprobar el ramo”, sino en la falta de desarrollo de sus raciocinios hacia una forma tal del pensamiento, en la que consiste en extraer un juicio nuevo (conclusión) que deriva necesariamente de juicios dados (premisas), problemática enfocada fundamentalmente en el ámbito profesional.

4.3 Descripción de la propuesta

Para ello, utilizaremos estrategias metodológicas más participativas en la enseñanza de las ciencias, donde la aplicación de una metodología activa promueva que los y las estudiantes jueguen un rol principal en este proceso. Es así como, la estrategia Metodológica Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) o las de tipo STEM, nos ayudaran a estimular a los estudiantes a comprometerse y explorar nuevas ideas a través de la investigación científica, empírica y teórica. Siendo ellos protagonistas de su propio proceso de aprendizaje, donde desarrollarán nuevos conocimientos y capacidades mientras trazan su propio camino, ampliando sus competencias y habilidades.

Estas metodologías, deben ser enseñadas a través de dispositivos y secuencias didácticas iguales o similares al ejercicio científico de investigadores/as profesionales, ya que buena parte del quehacer científico tendría una relación entre aprehensión conceptual del campo disciplinar específico, manejo de baterías metodológicas transversales y sobretudo una actitud impulsada por la curiosidad que puede y debe ser motivada en los procesos formativo y que permitirá fomentar en los estudiantes una actitud hacia el aprendizaje, promoviendo que los y las estudiantes sean capaces de desarrollar las habilidades y competencias necesarias para investigar o solucionar un problema (pensamiento crítico, análisis, síntesis, liderazgo, creatividad, emprendimiento, resolución de problemas...) con la finalidad de involucrarlos en el proceso de descubrimiento científico, dentro del trabajo del aula en sus disciplinas científicas específicas. Con ello, los estudiantes aprenden en el contexto de la investigación, buscan nuevos conocimientos y adquieren compromisos con el aprendizaje permanente (ver figura #3).

Figura #3: Mapa Conceptual Aprendizaje de una Asignatura Experimental de Índole Científica.



Elaboración: Propia

4.4 Metodología

La metodología empleada implicará una relación horizontal de confianza y profesionalismo, de manera de incentivar el aprendizaje activo en el contexto del laboratorio de bioquímica y fisiología microbiana y que contare con tres partes: actividades en el laboratorio de tipo actitudinal y procedimentales, actividades enfocadas en el aprendizaje autónomo y actividades formativas complementarias.

4.4.1 Investigación de tipo mixta “investigación-acción”.

En el campo de la enseñanza de las ciencias, las investigaciones mixtas, se han ido utilizando con mayor frecuencia, dado que los fenómenos y problemas a los cuales nos enfrentamos, específicamente en la enseñanza de las ciencias, son complejos y diversos que el uso de un enfoque único, es insuficiente como para lidiar con este

tipo de complejidad, pues esta metodología mixta es capaz de combinar perspectivas cuantitativas (cuanti) y cualitativas (cuali) dentro del mismo estudio, con el objetivo de darle profundidad al análisis con este tipo de preguntas de investigación complejas. El resultado, es más que la suma de resultados cuanti y cuali, pues la metodología mixta posee una orientación con su cosmovisión, su vocabulario y sus propias técnicas, enraizada en la filosofía pragmática con énfasis en las consecuencias de la acción en las prácticas del mundo real, logrando una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno, potenciando la creatividad teórica, de manera de apoyar con mayor solidez las inferencias científicas, permitiendo una mejor “exploración y explotación” de los datos. Las pretensiones más destacadas de la investigación mixta son: triangulación, complementación, visión holística, desarrollo, iniciación, expansión, compensación y diversidad.

1. Se llevará a cabo un análisis cuantitativo donde se utilizará para el análisis correlacional, en base a los resultados obtenidos de la evaluación sumativa, de los conocimientos previos y adquiridos. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa Statgraphics 19 Centurión XIX.
2. Junto con lo anterior, en el transcurso del semestre, se llevará a cabo un análisis cualitativo con diferentes instrumentos medición de evaluación (lista de cotejo de competencias procedimentales).
3. Además, se realizará un análisis cuantitativo a partir de la evaluación y calificación sumativa de los informes finales, que deben entregar los grupos de estudio y sus análisis y conclusiones de estas, serán fundamentales para analizar sus procesos metacognitivos, y para una mejora de los mismos en pos de un mejor retroalimentación docente-estudiante de la asignatura de bioquímica experimental.

4.5 Implementación del “*ensayo*” de la propuesta, en la asignatura de Microbiología General, cursada por estudiantes del cuarto semestre de Ingeniería en Biotecnología.

La modalidad de trabajo de esta asignatura (durante el segundo semestre 2021, laboratorio de microbiología general), contempla clases teóricas y prácticas, las cuales nos permitirían analizar los contenidos disciplinares y abordar ciertas experiencias de indagación y experimentación en un laboratorio de índole microbiológico. De esta manera, es abordado el proceso de enseñanza-aprendizaje que pretende la construcción de aprendizajes conceptuales y procedimentales. Esta asignatura fue impartida de manera híbrida, donde las clases teóricas se realizaron vía streaming y los prácticos de laboratorio fueron realizados en las instalaciones de los laboratorios de biotecnología para la docencia, todos estos fueron impartidos con todos los resguardos y protocolos de seguridad producto de la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2.

Dada las condiciones actuales de enseñanza híbrida y existiendo la posibilidad de realizar una indagatoria referente a la propuesta didáctica en la enseñanza de las asignaturas de tipo experimental, y aún más en las condiciones adversas a la cual se ven enfrentados los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, en un periodo de inicial de desconfinamiento, donde “literalmente” ellos y ellas no han puesto un pie sobre un laboratorio de índole biológico experimental, debamos -docentes y estudiantes- ponernos “al día” en la praxis misma de asignaturas científicas experimentales, promoviendo el análisis crítico, el uso del método científica, la utilidad de las experiencias y su concatenación entre la teoría y la práctica, fundamentales tanto para su desarrollo personal como el profesional.

Dado lo anteriormente señalado, se optó por realizar una reprogramación de adecuación de los diferentes tópicos a tratar en esta asignatura. De los seis laboratorios experimentales programados, se reprogramaron en tres prácticos cada 15 días y de dos sesiones cada uno de ellos (días miércoles y viernes). Además, se realizaron clases de laboratorio de reforzamiento de las clases teóricas de

microbiología (en los días no presenciales), de la indagación de debiesen realizar para el informe final de cada práctico, la forma de cómo escribir un informe de esta índole y la nomenclatura bibliográfica (ver Tabla #3, Programación).

Tabla #3: Programación prácticos de microbiología.

Fecha	Miércoles	Fecha	Viernes
Septiembre 08	Reunión académicos	Septiembre 10	Reunión académicos
Septiembre 15	Semana Fiestas Patrias	Septiembre 17	Semana Fiestas Patrias
Septiembre 22		Septiembre 24	Introducción al laboratorio de microbiología -Reglas del trabajo en el laboratorio y seguridad. -Distribución de áreas de trabajo en un laboratorio tipo, y su papel en asegurar la calidad de los resultados que se entregan. -Material y equipos empleados en un laboratorio de microbiología. Concepto de desinfección, esterilidad.
Septiembre 29	Práctico 1.1: Introducción: esterilidad, aislamiento, siembra (miércoles).	Octubre 01	Práctico 1.2: Tinción de Gram (viernes). Control de salida. Elaboración de informe, entrega 15 días.
Octubre 06	Medios de Cultivo -Preparación y esterilización de medios de cultivos -Control de calidad de los medios de cultivo.	Octubre 08	Medios de Cultivo -Siembras de cepas tipos en medios de cultivos de diferentes tipos (nutritivos, selectivos y diferenciales). - Caracterización de colonias.
Octubre 13	Semana de interludio	Octubre 15	Semana de interludio
Oct 20	Práctico 2.1: Factores que condicionan el crecimiento microbiano. Medios de cultivo selectivos y diferenciales: medio con antibióticos, medio control (miércoles).	Oct 22	Práctico 2.2: Revisar resultados en laboratorio, otras dudas y consultas. Control de salida. Elaborar informe, entrega en 15

			días.
Oct 27	Fisiotaxonomía -Diagrama de flujo para la identificación de bacterias -Pruebas bioquímicas, fundamentos e interpretación, para Gram positivas.	Oct 29	Fisiotaxonomía -Pruebas bioquímicas, fundamentos e interpretación, para Gram negativas -Emplear tablas de identificación basado en los resultados de las pruebas bioquímicas.
Nov 03	Identificación de bacteria por secuenciación -Aislamiento de ADN bacteriano -PCR para 16S	Nov 05	Identificación de bacteria por secuenciación -PCR para 16S -Secuenciación y análisis de secuencia
Nov 10	Semana de interludio	Nov 12	Semana de interludio
Nov 17		Nov 19	Práctico 3.1: Hongos filamentosos: Tomar muestras contaminadas y analizar características fisiológicas. Usar tinción (viernes).
Nov 24	Práctico 3.2: Revisar resultados (miércoles). Control de salida. Elaborar informe, entrega en 15 días.	Nov 26	Control de crecimiento microbiano -Susceptibilidad a los antibióticos y desinfectantes
Dic 01	Control de crecimiento microbiano -Susceptibilidad a los antibióticos y desinfectantes	Dic 03	
Dic 08	Semana de interludio	Dic 10	Semana de interludio
Dic 15	Prueba final (30%)	Dic 17	Recuperativa controles
Dic 22	Recuperativa prueba (acumulativa)	Dic 24	Cierre de actas

4.6 Condiciones actuales (virtualidad).

Debido a la pandemia la educación tuvo que trasladarse al entorno virtual, pero, ¿qué pasa con clases como química, física, bioquímica o microbiología? ¿Cómo adaptar las prácticas de laboratorio al entorno en línea?

Estos tiempos de Pandemia debido al virus SARS-CoV-2 (COVID-19), han creado importantes desafíos en diferentes áreas de la educación, particularmente las más afectadas son aquellas cuyas clases necesitan de un equipo especializado, con un entorno que se corresponde y un profesor-instructor, que les guíe en todo el proceso experimental.

4.7 Enseñando “ON LINE”

El primer escollo que sufrimos quienes enseñamos este tipo de asignaturas - ciencias básicas- fue la normalización de la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's), afortunadamente se contaron con recursos básicos necesarios.

Además, hubo que determinar qué tipo de herramientas tecnológicas y virtuales, serían las más adecuadas y que se utilizarán para el proceso. Hubo también que aprender sobre la administración y la distribución de la información a través de diferentes elementos tecnológicos, como: computadores, teléfonos móviles, “drive”, etc. Estas tecnologías, nos han permitido la creación, modificación, almacenamiento y recuperación de información, y su incorporación a la educación que van más allá de la sola integración de dispositivos electrónicos. Ha requerido, adaptarse a las clases en línea, el llegar a sentirse cómodo con el sistema de aprendizaje e involucrarse –impregnándose- de esta.

Tal como señala Ugalde (2018), el rol de las tecnologías en los sistemas educativos demuestra tener una gran flexibilidad, y permiten desarrollar una gran variedad de consideraciones. Además, del interés generado el uso de estas tecnologías, aunque

esta incluso hubiese sido por necesidad debido a la pandemia, pensando en ellas como una herramienta importante para la vida profesional.

Asimismo, hubo que organizarse en la búsqueda de la información apropiada para este tipo de enseñanza virtual, con contenido adecuado, junto con el material de apoyo correspondiente. Este gran segundo escollo a superar, fue logrado con bastante rapidez, sino que, además con bastante éxito en el adaptarnos rápidamente a esta nueva realidad (aislamiento social).

La institución educacional -en paralelo a lo anteriormente comentado- también enfrento muchísimos problemas, como el tener que multiplicar puntos de conexión para la red, mejorar sistemas de almacenamiento, generar prestamos de equipos computacionales a sus estudiantes y dar acceso a la red vía dispositivos con minutos de navegación para la internet, de acuerdo a las necesidades requeridas -y particulares- del estudiantado. Justo es señalar también que, a pesar de todos los esfuerzos, sigue existiendo una brecha digital en el estudiantado. Según el artículo publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Arias, 2020), la cobertura a nivel de la OECD llega al 68%, y en particular Chile tiene un porcentaje de cobertura del 82%.

Junto a lo anterior, cuando se comenzó a enseñar virtualmente, asumimos -los docentes- que las nuevas generaciones (conocidos por ser nativos digitales), se sentirían cómodos con el aprendizaje en línea, es decir, pensamos que todos los estudiantes serían muy conocedores de la tecnología, y pudimos observar que ese no fue el caso en lo absoluto.

Lo anterior se reitera con lo señalado Ugalde (Leiva-Núñez, 2018), quien nos indica que *“el uso masivo o significativo se limita a un pequeño número de ellas -herramientas computacionales- y que fundamentalmente son Facebook, Youtube, Gmail, Office, Google y WhatsApp; es decir, herramientas que le sirven para buscar y acceder a información, comunicarse, y crear documentos textuales en formato power-point o bases de datos. Nos hemos encontrado con el hecho de que los estudiantes utilizan pocas herramientas útiles para la realización de acciones colaborativas (Google Drive, Wikispaces o Dropbox), hecho que nos*

lleva a señalar que las acciones formativas que se lleven a cabo para que los estudiantes construyan su Entorno Personal de Aprendizaje (PLE)..." (p.37).

El tercer gran escollo, podemos señalar que ha sido la falta de las prácticas de laboratorio. Estas han quedado supeditadas a los requerimientos de la salud pública, por lo cual, no se pudieron realizar de forma presencial y práctica. Es por ello, que uno de los desafíos importantes será la recuperación de este tipo de laboratorios y el contar con una plataforma de "laboratorios virtuales" que logren de alguna forma, subsanar o a lo menos acortar la brecha educacional producida por esta falta de prácticos o ensayos de laboratorio (JoVE y Biomodel).

Deberemos, pues ser más proactivos en, por ejemplo, tomando fotografías y realizando grabaciones de uno o varios prácticos, que en particular querríamos que nuestros estudiantes aprendiesen, dándoles datos crudos de los resultados, de manera que ellos procesen toda esta información realizando un informe de manera similar al que hubiesen hecho de forma presencial. Además, existe la tecnología de la simulación computacional y la animación donde podemos darle las condiciones de ciertas experiencias para que ellos cambien las condiciones, de acuerdo a sus intereses, a las propuestas particulares de la experiencia de y de esta forma de alguna forma suplir la falta de la presencialidad de este tipo de prácticas de laboratorio.

De algún modo, aún estamos inmerso en este proceso "pandémico", y de las cuáles aún no sabemos sus consecuencias sobre nuestros estudiantes, pues es como estar en un territorio inexplorado. Debemos entonces, planificar (en lo posible, experiencias virtuales más concretas, con objetivos claros e identificables, con instrucciones clarísimas, dándoles mayores tiempos en el análisis y la asimilación de la información, pues deberán absorber está a su propio ritmo en sus hogares, con todo lo que ello conlleva. Tal vez lo más difícil, es poder obtener la retroalimentación inmediata, pues si esta no ocurre, solo será un traspaso de información y mecanización de la información y de la respuesta. A pesar de todos los esfuerzos, aun se flaquea en la interacción activa. Hasta no poder regresar al ciento por ciento al aprendizaje presencial, tanto el personal docente como los

estudiantes, deberemos irnos adaptando y encontrando soluciones a este tipo de situaciones para seguir aprendiendo de manera virtual.

Cabe señalar, que en el transcurso del segundo semestre 2021 (8 de septiembre) hemos entrado en una etapa de presencialidad híbrida, que se estima ha llegado para instalarse definitivamente de forma cotidiana. Este modelo de educación híbrida es útil en lo inmediato como respuesta a los requerimientos de salud pública, como lo es el distanciamiento social, y que a la vez nos empuja a un proceso de transformación digital de la educación y que podemos utilizar en la construcción de un sistema educativo con mayor inclusión y flexibilidad. Este modelo de educación híbrida requerirá el redistribuir los contenidos educacionales entre las plataformas virtuales y las clases presenciales, así como el desarrollar modelos de enseñanza y aprendizaje que permitan capturar la atención y el interés de los estudiantes por aprender (Arias Ortiz, 2020).

Dentro de este nuevo contexto, y en razón de las nuevas metodologías de enseñanza que deberán ser aplicadas, nos estimula a los docentes a desarrollar nuevas competencias y formas de enseñar, por ejemplo, las clases -de este un nuevo modelo híbrido- deberán ser sincrónicas y asincrónicas digitales, cambiando el rol del docente y reforzando su importancia, como articulador de lo sincrónico y lo asincrónico en la red. En este nuevo contexto, el docente deberá combinar el rol docente con un rol de consejero y guía para animar el aprendizaje a través de formas no solo sincrónicas sino asincrónicas. Lo que sin duda requerirá mayores niveles de competencias y de dedicación de tiempo, o el ingreso de nuevos roles de atención docente, en tanto las universidades tendrán que desarrollar sistemas de seguimiento y atención, tanto automatizada como sincrónica y personal.

Por lo tanto, el modo en que se enseña es de vital importancia, pues los procesos de comunicación presencial y virtual, están basados en la adecuada interacción que circula entre el saber y la apropiación de estos, por parte de los estudiantes, y no la sola repetición “acrílica de los conceptos”; en otras palabras, se trata de entregar una formación integral y no solo la producción de “técnicos especializados no pensantes”. Como institución universitaria, tenemos una responsabilidad con la

sociedad que nos obliga a que nuestros estudiantes (egresados), sean de calidad y que la institución actúe como articuladora del saber y sus aplicaciones, y los estudiantes deban asumir protagónicamente su ejercicio profesional (Perez Escobar, 2014).

Por lo cual, el nuevo perfil docente deberá estar centrado sobre el adecuado uso instrumental de las herramientas digitales hacia un uso pedagógico, potenciando prácticas educativas innovadoras y que incluye además el desarrollo de las habilidades socioemocionales de los estudiantes, como la empatía, el trabajo en equipo y la ética profesional (Arias Ortiz, 2020). Lo anterior se refleja en las diferentes instancias de perfeccionamiento que siguen adquiriendo los docentes, según señala Silva (2019), en pos de nuevas herramientas que les permitan orientar a sus estudiantes.

El proceso de enseñanza debe ser mirado de una manera flexible, no lineal, que tal vez conlleve a que no se haga lo que el docente haya planeado, sino más bien en el cómo avanza la construcción del saber y no precisamente en la técnica misma, inculcando el lenguaje “técnico”, la integración y socialización con sus pares, promoviendo el debate y observando a lo largo del semestre el cambio en los procesos de escritura de un informe técnico experimental.

Por lo cual, el papel del docente es facilitar la construcción de nuevos conceptos, entendidos estos como cambios conceptuales desde las “creencias” hacia el saber científico. Las estrategias didácticas utilizadas por el docente deben poder lograr desarrollar en los estudiantes “habilidades investigativas” (observación de fenómenos, predicción e hipótesis, medición, diseño experimental) y destrezas manipulativas (manejo de material de laboratorio, equipos, y la realización de los montajes experimentales) que vayan de esta manera despertando y potenciando el desarrollo de los estudiantes hacia la construcción de una imagen de ciencia desde la naturaleza. Por tanto, el docente debe ser hábil en la búsqueda de nuevos métodos para abordar las problemáticas, e implementar diversas estrategias didácticas (motivadores y que favorezcan la construcción del aprendizaje) y

preocuparse por explorar los intereses de los estudiantes y de alguna forma abordarlos en clases (Espinosa-Ríos, 2016).

4.8 Ensayo de los instrumentos y de la propuesta didáctica educativo, en la asignatura de microbiología general.

Dado que la asignatura de bioquímica experimental solo se realiza los primeros semestres de cada año (semestre otoño-invierno), se realizarán una serie de ensayos de la propuesta didáctica y de los instrumentos que han de utilizarse. Esta experiencia, se realizó con diez estudiantes que cursan la asignatura de microbiología general, pertenecientes al cuarto semestre de carrera de Ingeniería en biotecnología, de la carrera de Ingeniería en Biotecnología.

4.8.1 Objetivos Asignatura Microbiología (lo establecido oficialmente en el currículo)

Los propósitos de esta asignatura es que los estudiantes estén en condiciones de diferenciar distintos tipos de microorganismos; relacionar los componentes estructurales con su función y aplicaciones en el desarrollo de herramientas diagnóstico y biotecnológicas; asociar los requerimientos nutricionales con la diversidad metabólica de los microorganismos; entender los principios genéticos asociados con la regulación de la expresión genética y los mecanismos de transferencia de información genética que le permite entender los fundamentos de las técnicas de microbiología molecular que son aplicadas en distintas áreas de biotecnología. El curso cuenta con actividades prácticas que suman el 50% de las horas totales de dedicación. Durante los prácticos los estudiantes aplican procedimientos de siembra, de tinciones y de preparación de medios de cultivos; identificar y diferenciar distintas especies bacterianas y fúngicas mediante reconocimiento de procesos bioquímicos y morfológicos; comprender el efecto de factores intrínsecos y ambientales sobre el crecimiento y determinar la acción de desinfectantes y antibióticos para controlar el crecimiento microbiano.

La metodología de enseñanza y de aprendizaje se basa en clases expositivas que favorecen la comprensión, utilizando apoyo audiovisual, presentaciones de PowerPoint y otras herramientas didácticas. Se privilegia una metodología activa en la que el (la) estudiante desarrolla su aprendizaje a partir de actividades como:

- Aprendizaje entre pares*
- Trabajo colaborativo*.

Las actividades prácticas, donde los estudiantes deben reportar los resultados y el análisis de la actividad realizada mediante informes escritos ((* Metodologías que también serán utilizadas para evaluar la competencia genérica de esta asignatura).

Las actividades que se realizarán son: controles diagnósticos, utilización de videos explicativos de las experiencias prácticas y ayuda y seguimiento en la realización de los informes, además, estos -los informes- tendrán un carácter de tipo coevaluativo, pues por parte del docente, que les asignara el puntaje correspondientes al total de puntos obtenidos en dicho trabajo, pero los puntos correspondientes a su calificación deberán ser distribuidos por ellos mismos entre ellos mismos, evaluando el aporte de cada uno de ellos, su cumplimientos y la calidad del trabajo desempeñado según sus pareceres de acuerdo a una lista de cotejo otorgada para ello por parte del docente. Al final de semestre, una vez terminadas las evaluaciones y calificaciones de la asignatura se les solicitara realizar una encuesta tipo Likert, respecto a la utilidad que ellos ven en las asignaturas experimentales (prácticos de laboratorio), en particular microbiología, para su proceso de enseñanza-aprendizaje y para su vida profesional.

4.9 Otras consideraciones

Aprendizaje autónomo (fuera del laboratorio), será llevado a cabo mediante la elaboración de material didáctico con la finalidad de:

- La realización de clases “teóricas de los prácticos de laboratorio” previo a las sesiones de laboratorio, realizando un análisis de los proceso y metodologías que serán llevadas a cabo, para ello contarán con guías escritas, ppt’s ad-

hoc y video explicativo de cada uno de los prácticos, que serán corroborados en los controles de diagnóstico (ver sección Anexos).

- Proporcionar a los estudiantes clases asincrónicas y las herramientas de coevaluación –en los reportes de laboratorio-, con la cuales se distribuirán el puntaje en la calificación de su informe grupal del práctico experimental. La evaluación será realizada por el docente de acuerdo al trabajo final grupal entregado. Por lo cual, la calificación de este, será realizado por los mismos estudiantes componentes de grupo, e irá de acuerdo a su desempeño y tareas desarrolladas tanto en el práctico como en las horas extra aula que debiesen ser utilizadas para la realización del informe final de cada práctico por parte del grupo y de acuerdo a las rúbricas de evaluación correspondientes.

Además, todos los materiales de estudio se entregarán para la utilización autónoma, junto a otros materiales de apoyo al aprendizaje disponibles en el repositorio virtual (REKO, plataforma de gestión académica integrada) de materiales asignados a la asignatura, con contenidos multimedia, ejercicios resueltos cuando corresponda, posibilidad del uso de laboratorio virtual cuando corresponda, junto a la bibliografía específica requerida.

Actividades Formativas Complementarias que desarrollaran el aprendizaje por rutas alternativas al proceso de enseñanza-aprendizaje “formal”, de manera de acercar a los estudiantes con aspectos “profesionales” y aplicaciones industriales propias de su formación profesional.

- Visita a las Instalaciones del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, coordinada por los académicos a cargo de los diferentes proyectos de investigación que se desarrollan (estas se retomarán a posterior de la pandemia).

Recursos humanos

Se cuenta con el apoyo de los profesores del departamento de Biotecnología con experiencia docente acreditada, en particular en la asignatura objeto de este proyecto, así como en el desarrollo de proyectos de innovación educativa con el

apoyo de la UMD (Unidad de Mejoramiento Docente) y la valiosa colaboración de la profesional educadora de párvulos y magister en educación, Sra. Ma. Alejandra Galleguillos.

Junto con lo anterior, el Departamento de Biotecnología cuenta con personal técnico y administrativo de los laboratorios docentes para el desarrollo de las diversas actividades curriculares, y entre ellas se desarrollan las “visitas a las instalaciones del Departamento Biotecnología”, en la Facultad de Ciencias Naturales, Matemáticas y Medio Ambiente (FCNMMA), la harán posible el llevar a cabo las experiencias técnicas de laboratorio que nos ocupan.

Estudiantes

Los estudiantes pertenecen al quinto semestre de la carrera de Ingeniería Química, que realizarán la asignatura BTAB 4081 a los cuales se les involucrará para que aporten “su visión”, desde la perspectiva de los estudiantes, a través de una encuesta de satisfacción.

Desarrollo de las actividades

- Actividades Previas al comienzo del semestre

Se realizarán reuniones de coordinación con los diferentes grupos (docentes de los prácticos, y los profesionales y técnicos encargados de las instalaciones y los laboratorios correspondientes) que trabajarán en esta propuesta didáctica, pues generalmente se cuenta con cuatro bloques de laboratorio de la asignatura, de manera de fijar la calendarización de las actividades, la distribución del material didáctico, para su evaluación, revisión y corrección si así lo consideran, y de acuerdo a la disponibilidad de materiales que se cuenten para dichas actividades. A los estudiantes se les solicitará una reunión entre el profesor a cargo de la propuesta didáctica de manera de involucrarlos e incluir su visión de la propuesta, la organización de los prácticos y lo adecuado que consideren los materiales didácticos propuestos.

Esta propuesta se llevará a cabo en los meses de marzo a Julio del año 2022, y en donde el segundo semestre del 2021 durante el transcurso de la asignatura

experimental de microbiología, se diseñarán, crearán, revisarán y se someterán a testeos, las herramientas o instrumentos docentes pensados en promover el aprendizaje activo en los estudiantes. Cada práctico de laboratorio contará con (i) las preguntas del test pre-laboratorio de opción múltiple; (ii) Propuesta de una plantilla base para el cuaderno de laboratorio; (iii) planilla de autoevaluación para el registro del experimento en el cuaderno de laboratorio; iv) distribución y visualización de las rúbricas y/o escalas de cotejo para los procesos evaluativos y/o autoevaluativos.

Test de Diagnóstico.

Al comienzo de cada sesión de laboratorio, se realizará un test, ya sea de: opciones múltiples, preguntas de desarrollo o interpretación de datos experimentales, con 4 o 5 preguntas que se resuelven en el mismo momento. Si fuese posible, se utilizará una aplicación que no consuma mucho tiempo y no les resulte extraño a los estudiantes -por ejemplo, utilizando google/forms- de manera de permitir el seguimiento en tiempo real de las respuestas de los alumnos y de esta forma elaborar un informe final detallado de los resultados del test (ver ejemplo de los test planteados y de los informes que se obtienen, se presenta en la sección Anexos. Esta actividad contribuye a que el estudiante llegue a la sesión de prácticas habiéndose preparado para lo que tiene que hacer en el laboratorio, de manera de que con antelación pueda preguntar dudas u obtener una mejor retroalimentación de las explicaciones del profesor. Además, proporciona al profesor información directa y objetiva sobre los aspectos de la práctica que resultan más difíciles de entender y que requieren explicaciones adicionales.

Material docente elaborado en el proyecto

El material docente creado para el apoyo al aprendizaje autónomo será depositado y estará a disposición del estudiantado a través de la plataforma REKO, junto con Google Drive, donde cada estudiante podrá disponer de dicho material y que se verá reflejado en el registro de acceso de quienes lo hayan consultado.

Material docente disponible en la aplicación institucional educativa de las asignaturas

Desde la plataforma institucional para los estudiantes y docentes (Sección Anexos), les será posible acceder al material docente asociado a diversos recursos de interés; una serie de vídeos didácticos realizados por el profesor o tomados de la WEB; ejemplos de test para que el alumno evalúe su grado de comprensión de los temas abordados en los vídeos.

Programación de las visitas a diversas instalaciones de interés del departamento u otros

Se coordinará la visita a diversas instalaciones en el transcurso de aproximadamente 2 horas, donde el profesional o los técnicos de laboratorio explicarán a los estudiantes, en grupos de 12 personas, en qué consiste su trabajo y su importancia para el funcionamiento del laboratorio de prácticas. Además, les mostrarán las instalaciones y equipamiento del departamento (condicionada a las condiciones sanitarias del momento).

**CAPÍTULO 5: ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS DE LA
PROPUESTA DESARROLLADA EN LOS LABORATORIOS PRÁCTICOS DE
MICROBIOLOGÍA GENERAL**

Actividades realizadas resultados de la propuesta desarrollada en los laboratorios prácticos de microbiología general.

Plan de acompañamiento docente

Etapas	Pre implementación de actividad
Objetivo	implementación de la actividad planificada con estrategias de aprendizaje activo.

Identificación del docente participante

RUT	9607917-6
Nombres	Jorge Humberto
Apellidos	Cortés Mella
Grado académico (máximo alcanzado)	Licenciado
Facultad en la que imparte docencia	FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, MATEMÁTICA Y MEDIO AMBIENTE
Departamento al que se encuentra adscrito	ESCUELA DE BIOTECNOLOGÍA
Cantidad de años impartiendo docencia en la UTEM	6

5.1 Reflexión en torno al quehacer docente de la primera experiencia práctica.

Asignatura	Laboratorio de Microbiología BTAB8041
Carrera	Ingeniería en Biotecnología
Semestre de la malla en que se dicta la asignatura	Cuarto semestre
Tipo de asignatura	Laboratorio de Microbiología #1
Cantidad de estudiantes	10
Breve descripción de la actividad	• Previo: Lectura de protocolo, revisión de video, búsqueda de la diferencia entre las células. • Test inicial: pregunta, ¿En qué se diferencian, una célula procariota y una célula eucarionte?; sin material, solo evaluación de conocimientos previos. • Formación de grupos por parte del docente. • Discusión grupal de los estudiantes con apoyo del docente para retroalimentación y aclaración de conceptos por parte del docente.

- Test grupal que dé respuesta del grupo a la misma pregunta y discusión general entre los diferentes grupos, en la búsqueda de una única respuesta.
- Retroalimentación: Se realizará una presentación audiovisual con los contenidos básicos estructurales y morfológicos de las células por parte del docente, para cerrar la etapa anterior.
- Aplicación: Se realiza en forma práctica la enseñanza de la técnicas de propagación microbiológica, el manejo de los medios de cultivo y sus múltiples tipos, además, se realizará específicamente la técnica de tinción Gram, y como utilizar equipos de laboratorios para su correcta realización, así como para la observación microscópica de las muestras (en general usos de instrumental de laboratorio), pues cada grupo de estudiantes debe realizar la tinción específica y visualizar al microscopio los dos tipos de células de sus propias propagaciones microbiológicas, con apoyo del docente.
- Cierre de la actividad con descripción de la unidad básica de la vida y la tinción Gram cómo técnica de identificación de las mismas y sus fundamentos. Además de un análisis general de los beneficios o problemas que poseen las distintas bacterias.
- Preguntas de diagnóstico:
 - Indique tres diferencias entre el ADN de una célula procariota y una eucariótica.
 - Indique tres diferencias entre una célula animal y una célula vegetal.
 - ¿La tinción Gram se basa en?
- Control de salida, que evalúe lo realizado en el práctico, con aspectos de seguridad, y los equipos de laboratorios.
- Preguntas de control de salida:
 - ¿A qué se le llama medios de cultivos?, explique y ¿para que se utilizan?
 - ¿explique y describa la tinción Gram? y ¿para qué se utiliza?
- Felicitación al grupo por su participación y proactividad.
- Evaluación final: Informe final grupal, plazo 15 días.
- Respecto al informe del práctico, se busca que sea un análisis individual de un artículo científico relacionado con el tema, evaluando que no sea un plagio y/o copia de otro ya realizado antes, por lo que se evaluara su comportamiento ético-profesional.
- Apelación por escrito: puede reevaluarse el informe o la unidad de investigación si no está de acuerdo con esta.

5.1.1 Prueba de diagnóstico

Dentro de las actividades realizadas previas al primer práctico de laboratorio de microbiología, se realizó una prueba de diagnóstico de conocimientos.

Preguntas de la prueba diagnóstico:

1. Indique tres diferencias entre el ADN de una célula procariota y una eucariótica.
2. Indique tres diferencias entre una célula animal y una célula vegetal.
3. ¿La tinción Gram es y se basa en _____?

Las dos primeras preguntas se debiesen ser contestadas por estudiantes que ya han cursado biología celular en el tercer semestre. Y la tercera pregunta tiene que ver cuánto es lo que ellos fueron capaces de entender de la técnica como tal, que les fue explicada con detalles de forma teórica, previo a la experiencia práctica.

5.1.2 Resultados: Evaluación Diagnóstico #1 v/s Control de Salida #1

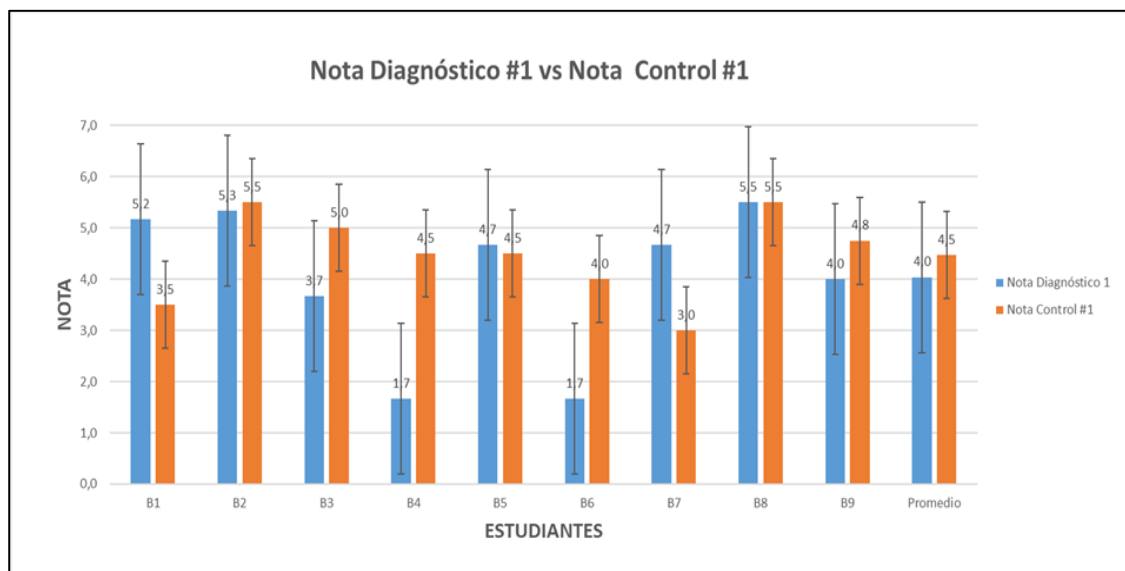


Gráfico #1: Comparación de notas de la evaluación diagnóstica #1 v/s notas control de salida #1. En azul se pueda apreciar los resultados de las notas diagnósticas, y en naranja los resultados de las notas control de salida (1,0 a 7,0). Los resultados no tuvieron diferencias significativas. Los estudiantes están simbolizados con la letra B en el eje de las abscisas.

Observaciones evaluación diagnóstica #1:

- Se puede observar que los estudiantes logran obtener en promedio niveles de suficiencia a nivel general.
- Cabe destacar que dos de los nueve estudiantes -B4 y B6- que realizaron el control de diagnóstico, no pueden nombrar tres diferencias entre una célula animal y otra de origen vegetal, lo cual habla de déficits en la construcción del aprendizaje de asignaturas anteriores (tercer semestre) como biología celular.
- Además, se puede observar -respecto a las respuestas dadas de la pregunta #3- que cuatro de los estudiantes fueron capaces de responderla correctamente, a lo menos en forma suficiente (4,0), lo que indica que cinco de ellos no comprendieron lo leído o que simplemente no hayan leído y visto la documentación enviada con anterioridad (ppt, guía, bibliografía), que era necesaria para la realización de la experiencia práctica.

5.1.3 Control de salida #1:

Dentro de las actividades a que realizó, a posterior de la primera experiencia práctica de laboratorio de microbiología, es un control de salida.

Preguntas del control #1 de salida laboratorio microbiología:

- 1.- ¿A qué se le llama medio de cultivo?, explique y ¿Para qué se utiliza?
- 2.-
 - a) ¿Explique y describa la tinción Gram?; Fundamente biológicamente.
 - b) ¿Para qué se utiliza?

5.1.4 Resultados Control Salida #1

Observaciones:

- Se puede observar que en general los estudiantes mejoraron sus calificaciones, pero aun vemos que estas se encuentran dentro del rango de la suficiencia a nivel general.
- Existen serios problemas de redacción y vocabulario -pregunta #1- al tratar de explicar lo que es un medio de cultivo y para qué este es utilizado. Además, se complican en la explicación, no yendo a lo medular de la pregunta, y en definitiva responden otra cosa a lo preguntado.
- Además, se puede observar -respecto a las respuestas dadas de la pregunta #2- que, a pesar de ser preguntada con anterioridad en el control de diagnóstico, no existe una buena comprensión del proceso de tinción, su técnica y la cuestión fisiológica que hay detrás de esta.
- Cabe destacar que las calificaciones bajas extremas no aparecen y se tiende a la suficiencia y un poco más, una vez realizada la experiencia práctica.

5.1.6 Evaluación informe laboratorio práctico #1.

Asignatura	Laboratorio de Microbiología BTAB8041
Carrera	Ingeniería en Biotecnología
Semestre de la malla en que se dicta la asignatura	Cuarto semestre
Tipo de asignatura	Informe de Laboratorio #1: Técnicas de siembra, aislamiento y esterilidad de los medios de cultivo.
Cantidad de estudiantes	10
Breve descripción de la actividad	• Previo: El realizar un informe técnico debe cumplir con ciertos requerimientos técnicos, los cuales fueron presentados y expuestos. Para ello, el conocer las Nociones Generales de cómo escribir un informe o artículo científico, les fue realizado una clase especialmente para ver este punto. • <u>Introducción</u>: Presenta el problema biológico, resumiendo la investigación relevante y sustentada por bibliografía. • <u>Método</u>: Describe breve, clara y correctamente todas las metodologías utilizadas (bibliografía).

- Resultados: Presentan los resultados, y están organizados en tablas, gráficos o imágenes cuando corresponda (poseen variables y unidades).
- Formato: Se le dio un tipo de letra y tamaño de esta a ser utilizada, pero con la libertad de escribirla en dos columnas estilo “artículo científico” o en un formato más común tipo “informe normal”. Con la libertad de realizar, si así lo estimaba el grupo de trabajo, un resumen.
- Ortografía y gramática: Texto coherente, identificándose ideas principales y secundarias, con correcta ortografía, gramática y correlato.
- Apreciación global: Observar si el trabajo en general denota comprensión del tema, dedicación y un análisis desde una mirada científico-técnica, de acuerdo al nivel en que se encuentran.
- Conclusiones: Se exponen conclusiones claras, y en estrecha relación con el tema y sus argumentos.

Finalmente se realiza a posterior de la entrega y revisión por parte del docente, realizando una discusión grupal con cada uno de los integrantes para retroalimentación y aclaración de conceptos por parte del docente.

- Felicitación al grupo por su participación y proactividad.
- Apelación por escrito: puede reevaluarse el informe o la unidad de investigación si no está de acuerdo con esta.

5.1.7 Resultados Informe del práctico #1

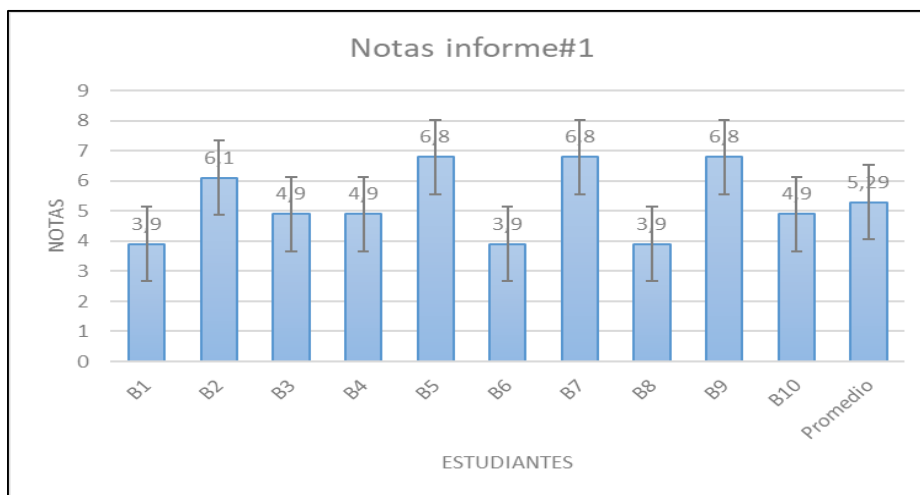


Gráfico #2: Notas de la calificación individual del Informe #1

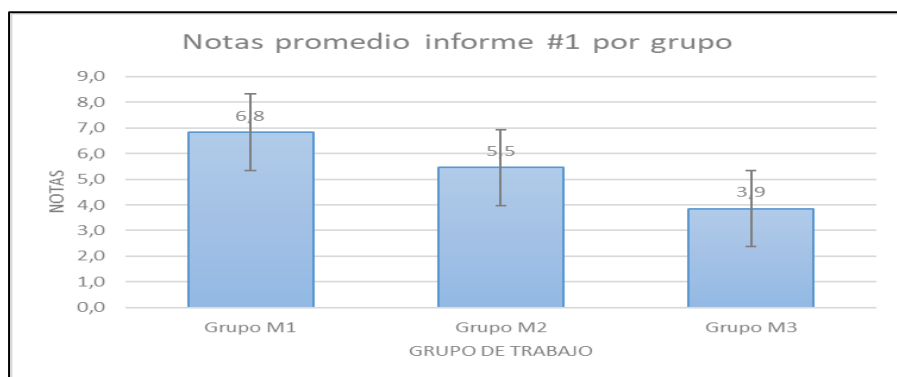


Gráfico #3: Notas de la calificación grupal del Informe #1

5.1.8 Análisis de los resultados Informe #1:

- **Grupo M1:** Realizan un muy buen informe, cumplen con casi todas las especificaciones solicitadas. Solo un detalle, carece de bibliografía en la introducción. A posterior, esto es corregido y es puesta de correcta y buena forma. Obtienen un puntaje final de 20,4 puntos de un total de 21 puntos (nota: 6,8).
- **Grupo M2:** Realizan en general un buen informe, pero que no posee citas bibliográficas iteradas correspondientemente. Presentan los resultados, pero con algunos errores conceptuales y en general el resto de los requerimientos son alcanzados. Obtienen un puntaje final de 15,6 puntos de un total de 21 puntos (nota: 5,5). La distribución del puntaje es coevaluativo y uno de los estudiantes obtuvo una nota de 6,1 y los restantes del grupo se pusieron una nota 3,9. Cabe señalar que este estudiante se cambió del grupo M2 al grupo M1.
- **Grupo M3:** Realizan un informe menos que regular. En la introducción no presentan la problemática en cuestión, describen la metodología con algunos conceptos erróneos, omiten el resultado de algunas experiencias, el formato es insuficiente, pues carece de ciertas secciones, finalmente, en las conclusiones si logran exponer conclusiones claras y

en estrecha relación en el tema. Obtienen un puntaje final de 11,7 puntos de un total de 21 puntos (nota: 3,9).

5.2 Reflexión en torno al quehacer docente de la segunda experiencia práctica.

Asignatura	Laboratorio de Microbiología BTAB8041
Carrera	Ingeniería en Biotecnología
Semestre de la malla en que se dicta la asignatura	Cuarto semestre
Tipo de asignatura	Laboratorio de Microbiología #2
Cantidad de estudiantes	10
Breve descripción de la actividad	• Previo: Lectura de protocolo, introducción general de: laboratorios microbiológicos, conceptos de esterilidad, aislamiento y siembra. Equipos y materiales empleados en un laboratorio de esta índole. Medios de cultivo generales, diferencias y búsqueda de la diferencia entre las células. Control de salida: preguntas, 1.- ¿En cuál de las etapas que se citan a continuación se produce generalmente la síntesis de la dotación enzimática de un microorganismo? a) Logarítmica b) LAG c) Declinación o muerte d) Estacionaria 2.- La biomasa microbiana que se emplea para sembrar un medio de cultivo se denomina: a) Colonia b) Biopelícula c) Inóculo 3.- Cuando el número de células vivas en un sistema cerrado como un alimento no varía estamos en la fase (ELEGIR DOS RESPUESTAS): a) Estacionaria b) Log c) Declinación

d) Lag

4.- El recuento de microorganismos viables en una muestra se puede llevar a cabo con las siguientes metodologías, EXCEPTO:

- a) Banco de diluciones y posterior siembra en medio sólido.
- b) Agotamiento de asa de siembra en un medio sólido.
- c) Filtración y siembra en medio sólido.

5.- Calcular las ufc/ml presentes en una muestra de leche si los recuentos de las colonias en las placas de dos diluciones seriadas han sido:

10-3 = 100 colonias

10-4 = 11 colonias

- a) $1,0 \cdot 10^5$
- b) $2,7 \cdot 10^6$
- c) $1,009 \cdot 10^5$

6.- Las placas de agar con cultivos bacterianos se incuban:

- a) En posición normal
- b) Invertidas
- c) Es indiferente.

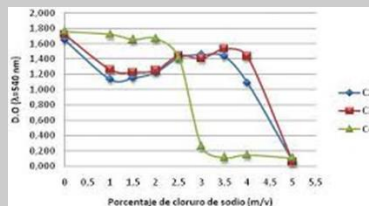
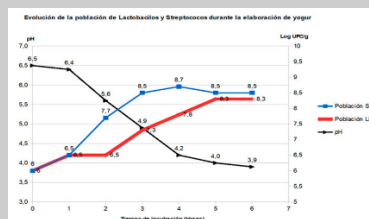
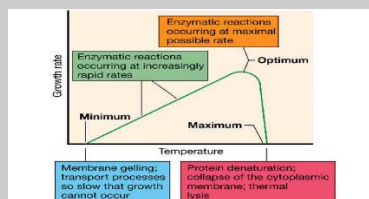
7.- Indicar todas las respuestas verdaderas:

- a) *Saccharomyces* (levadura), es un microorganismo fermentativo.
- b) Los cocobacilos son cocos.
- c) Para el aislamiento de bacterias, los microbiólogos emplean generalmente medios líquidos.
- d) Un colorante de contraste es el segundo colorante en la tinción Gram.
- e) El agar empleado en la formulación de los medios de cultivos sólidos es un polisacárido que se extrae de las algas marinas.

- A posterior, una semana después, se realiza una discusión grupal junto a los estudiantes con apoyo del docente para retroalimentación y aclaración de conceptos por parte del docente.
- Retroalimentación: Se realizará una presentación audiovisual con los contenidos básicos de los medios de cultivo, curvas de crecimiento y su significado respecto a las condiciones óptimas de crecimiento de cultivos celulares y la influencia de salinidad, pH, temperatura entre otras.
- Aplicación: Deberán volver a realizar en forma práctica las técnicas de propagación microbiológica, pero ahora con la intencionalidad de poder observar los diferentes factores que

condicionan el crecimiento microbiano. La utilización de medios selectivos y deferenciales, así como ensayos del efecto sobre estos de antibióticos y luz UV.

- Cierre de la actividad con descripción de visualizar el efecto de los factores de crecimiento (medios de cultivo, pH, salinidad, temperatura y condiciones aeróbicas/anaeróbicas. Además, del efecto sobre los cultivos de la luz UV y los antibióticos (resistencia o no a ellos).
- Preguntas de diagnóstico: estas se realizaron en base a interpretación de gráficas que nos muestran el efecto de diferentes condiciones de crecimiento (temperatura, salinidad y cambio de pH).



- Felicitación al grupo por su participación y proactividad.
- Evaluación final: Informe final grupal, plazo 15 días.
- Apelación por escrito: puede reevaluarse el informe o la unidad de investigación si no está de acuerdo con esta.

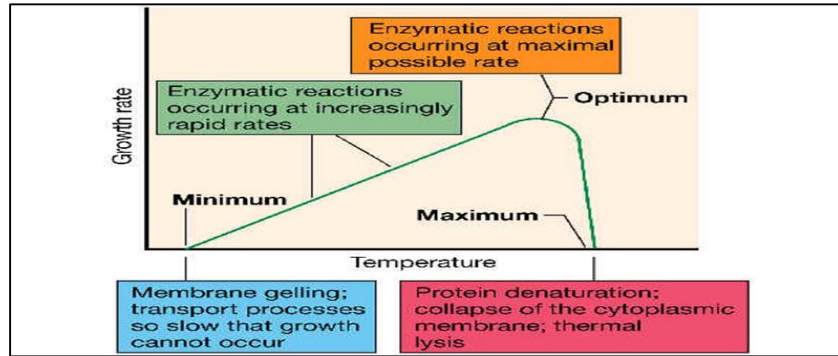
5.2.1 Control #2 de diagnóstico

Dentro de las actividades realizadas previas al segundo práctico de laboratorio de microbiología, se realizó un control #2 de diagnóstico de conocimientos.

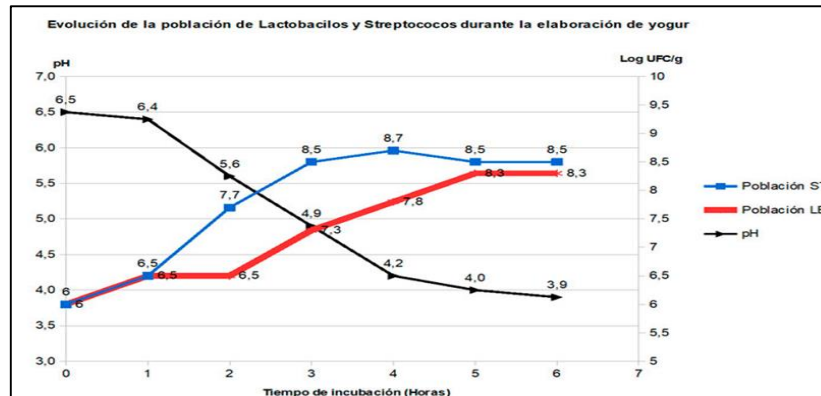
Preguntas de la prueba diagnóstico:

¿Qué puede usted decir respecto al crecimiento bacteriano, de acuerdo a los gráficos A, B y C más abajo descritos? Describa que es lo que ocurre en cada uno de ellos.

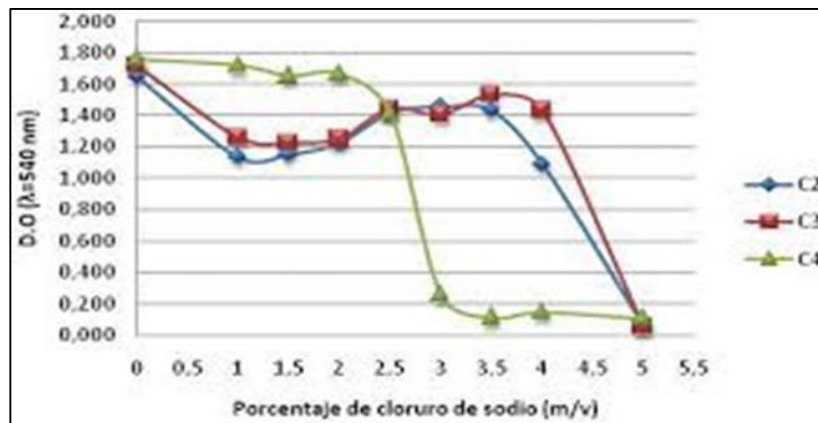
A)



B)



C)



5.2.2 Resultados: Evaluación Diagnóstico #2 v/s Control de salida #2

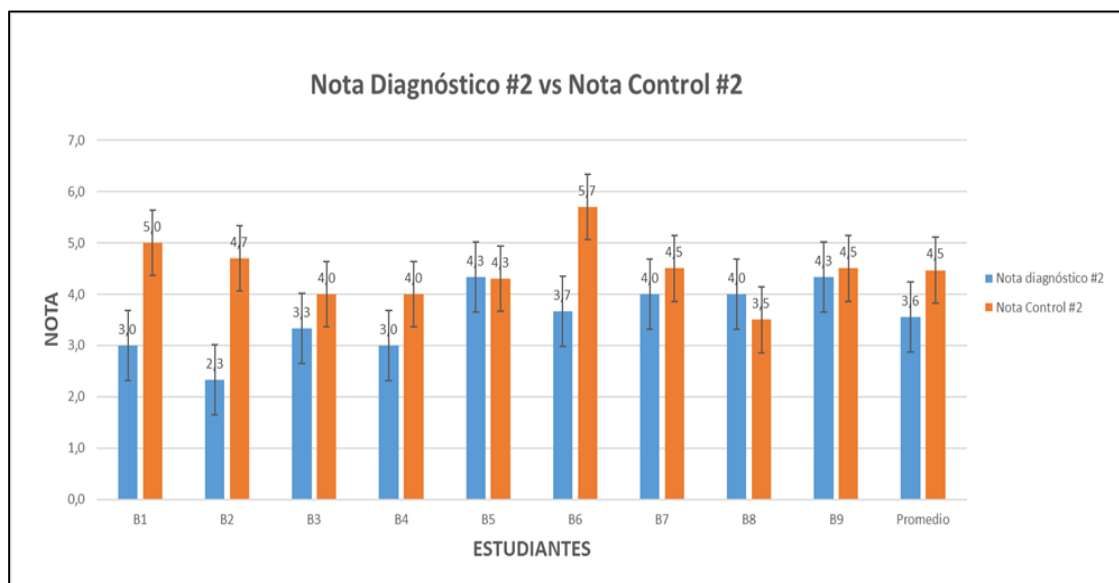


Gráfico #4: Comparación de notas de la evaluación diagnóstica #2 v/s notas control de salida #2. En azul se pueda apreciar los resultados de las notas diagnósticas, y en naranja los resultados de las notas control de salida (1,0 a 7,0). Los resultados no tuvieron diferencias significativas. Los estudiantes están simbolizados con la letra B en el eje de las abscisas.

Observaciones evaluación diagnóstica #2:

- En general, se puede observar que los estudiantes mantienen menor nivel de suficiencia en sus respuestas, la cual dé cuenta de una baja interpretación que los estudiantes tienen de los gráficos.
- Confunden los gráficos de crecimiento en un ambiente limitado de nutrientes, que clásicamente presenta cuatro etapas (fase Lag, fase Log, fase estacionaria y fase de declinación o muerte) en condiciones de laboratorio, versus a las condiciones de crecimiento de cultivos celulares y la influencia de la salinidad, el cambio de pH producida por las colonias, así como la influencia de la temperatura, sobre estas.
- Denota en general, problemas de lenguaje, pues en vez de hablar de “velocidad de crecimiento bacteriano”, lo señalan como “la reacción”, refiriéndose a ésta como si fuese una reacción química.
- Confunden condiciones óptimas de crecimiento, con condiciones mínimas.

- Finalmente, se observa en las respuestas la incapacidad de señalar rangos o condiciones de crecimientos adecuados para un cultivo microbiología particular, pues no indican concentraciones de salinidad, de pH o temperatura adecuadas según información que puede ser obtenida del gráfico como tal.

5.2.3 Control salida #2

Control #2:

1.- ¿En cuál de las etapas que se citan a continuación se produce generalmente la síntesis de la dotación enzimática de un microorganismo?

- a) Logarítmica
- b) LAG**
- c) Declinación o muerte
- d) Estacionaria

2.- La biomasa microbiana que se emplea para sembrar un medio de cultivo se denomina:

- a) Colonia
- b) Biopelícula
- c) Inóculo**

3.- Cuando el número de células vivas en un sistema cerrado como un alimento no varía estamos en la fase (ELEGIR DOS RESPUESTAS):

- a) Estacionaria**
- b) Log
- c) Declinación
- d) Lag**

4.- El recuento de microorganismos viables en una muestra se puede llevar a cabo con las siguientes metodologías, EXCEPTO:

- a) Banco de diluciones y posterior siembre en medio sólido.
- b) Agotamiento de asa de siembra en un medio sólido.**
- c) Filtración y siembre en medio sólido.

5.- Calcular las u.f.c/mL presentes en una muestra de leche si los recuentos de las colonias en las placas de dos diluciones seriadas han sido:

$10^{-3} = 100$ colonias

$10^{-4} = 11$ colonias

a) $1,0 \cdot 10^{+5}$

b) $2,7 \cdot 10^{+6}$

c) $1,009 \cdot 10^{+5}$

6.- Las placas de agar con cultivos bacterianos se incuban:

a) En posición normal

b) Invertidas

c) Es indiferente.

7.- Indicar todas las respuestas verdaderas:

a) *Saccharomyces* (levadura), es un microorganismo fermentativo.

b) Los coccobacilos son cocos.

c) Para el aislamiento de bacterias, los microbiólogos emplean generalmente medios líquidos.

d) Un colorante de contraste es el segundo colorante en la tinción Gram.

e) El agar empleado en la formulación de los medios de cultivos sólidos es un polisacárido que se extrae de las algas marinas.

5.2.4 Resultados Control Salida #2:

Observaciones:

- Se observa que las preguntas N°1 y N°5 tuvieron el menor porcentaje de respuestas correctas (30%).
- Respecto a los resultados de la pregunta N°1, “¿En cuál de las etapas que se citan a continuación se produce generalmente la síntesis de la dotación enzimática de un microorganismo?”, se observa falta de claridad las etapas del ciclo celular (biología celular) y la preparación de las células

para sus etapas de crecimiento y desarrollo. No se posee el concepto biológico molecular de las etapas G1, S, G2 y Mitosis, solo esta última -mitosis- fue tomada como etapa principal en sus conocimientos de biología celular, pero la concepción general de los procesos biológicos y metabólicos, no es clara.

- Respecto a los resultados de la pregunta N°5, “Calcular las ufc/ml presentes en una muestra de leche en las placas de dos diluciones seriadas han sido $10^{-3} = 100$ colonias y $10^{-4} = 11$ colonias”, solo un 30% de ellos fue capaz de responder adecuadamente, mostrando deficiencias en el cálculo de matemáticas simple, asociado a un problema de índole biológico.
- Se puede observar que el resultado de las evaluaciones se mantiene dentro del rango de lo suficiente (promedio general de 4,3).

5.2.5 Evaluación informe laboratorio práctico #2

Asignatura	Laboratorio de Microbiología BTAB8041
Carrera	Ingeniería en Biotecnología
Semestre de la malla en que se dicta la asignatura	Cuarto semestre
Tipo de asignatura	Informe de Laboratorio #2: Factores que afectan el crecimiento de microorganismos.
Cantidad de estudiantes	10
Breve descripción de la actividad	• Previo: El realizar un informe técnico debe cumplir con ciertos requerimientos técnicos, los cuales fueron presentados y expuestos (nociones generales como escribir un informe o artículo científico). • Introducción: Presenta el problema biológico, resumiendo la investigación relevante y sustentada por bibliografía. • Método: Describe breve, clara y correctamente todas las metodologías utilizadas (bibliografía). • Resultados: Presentan los resultados, y están organizados en tablas, gráficos o imágenes cuando corresponda (poseen variables y unidades). • Formato: Se le dio un tipo de letra y tamaño de esta a ser utilizada, pero con la libertad de escribirla en dos columnas estilo “artículo científico” o en un formato más común tipo

“informe normal”. Con la libertad de realizar, si así lo estimaba el grupo de trabajo, un resumen.

- Ortografía y gramática: Texto coherente, identificándose ideas principales y secundarias, con correcta ortografía, gramática y correlato.
- Apreciación global: Observar si el trabajo en general denota comprensión del tema, dedicación y un análisis desde una mirada científico-técnica, de acuerdo al nivel en que se encuentran.
- Conclusiones: Se exponen conclusiones claras, y en estrecha relación con el tema y sus argumentos.

Finalmente se realiza a posterior de la entrega y revisión por parte del docente, realizando una discusión grupal con cada uno de los integrantes para retroalimentación y aclaración de conceptos por parte del docente.

- Felicitación al grupo por su participación y proactividad.
- Apelación por escrito: puede reevaluarse el informe o la unidad de investigación si no está de acuerdo con esta.

5.2.6 Resultados Informe práctico #2

- Evaluación individual del Informe #2

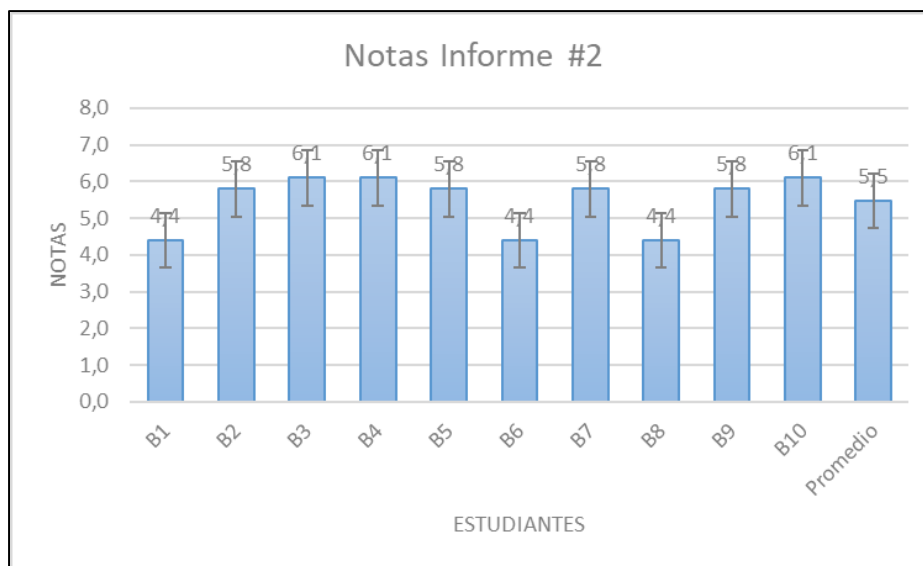


Gráfico #5: Notas de la calificación grupal del Informe #2

- Evaluación por grupo del Informe #2

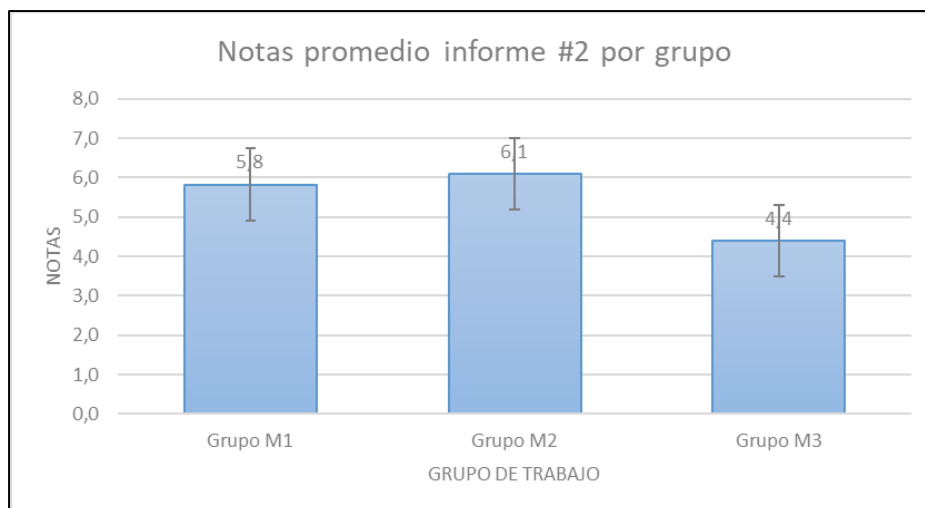


Gráfico #6: Notas de la calificación grupal del Informe #2

5.2.7 Análisis de los resultados Informe #2:

- **Grupo M1:** Realizan un buen informe, cumplen con casi todas las especificaciones solicitadas, pero presentan problemas de redacción, principalmente en el lenguaje utilizado en la introducción. En material y métodos, falta señalar las condiciones pH y temperatura, así como, los equipos utilizados. Obtienen un puntaje final de 16,8 puntos de un total de 21 puntos (nota: 5,8).
- **Grupo M2:** Realizan en general un buen informe, pero confunden lo que es un resumen v/s introducción. Al unir las secciones del resumen y lo expuesto en la introducción, se dan cuenta que hubiese sido una mejor propuesta. En material y métodos falta nombrar tipos de medios de cultivos, tipo de incubación y equipos en general. Obtienen un puntaje final de 18,3 puntos de un total de 21 puntos (nota: 6,1).
- **Grupo M3:** Realizan un informe regular. Se observa una mejoría respecto al informe anterior, pero persisten algunas falencias como problemas de redacción de la introducción. Además, posee bibliografía huérfana (ponen la cita, pero no la incluyen en la bibliografía). Continúan los problemas de

redacción en materiales y métodos, omiten condiciones de cultivo. En resultados, se cometen algunos errores de tipo conceptual y presentan un par de errores ortográficos. Finalmente, en las conclusiones, sí logran exponer conclusiones claras y en estrecha relación en el tema. Obtienen un puntaje final de 13,2 puntos de un total de 21 puntos (nota: 4,4).

5.3 Reflexión en torno al quehacer docente de la tercera experiencia práctica.

Asignatura	Laboratorio de Microbiología BTAB8041
Carrera	Ingeniería en Biotecnología
Semestre de la malla en que se dicta la asignatura	Cuarto semestre
Tipo de asignatura	Laboratorio microbiología #3: Técnicas de siembra, aislamiento, caracterización y tinción de hongos.
Cantidad de estudiantes	10
Breve descripción de la actividad	• Previo: Lectura de protocolo, seguridad y trabajo con hongos, introducción general de: Principales grupos de hongos, su reproducción, aislamiento y siembra. Equipos y materiales empleados en un laboratorio de esta índole. Medios de cultivo Sabouraud y Czapek-Dox, Transferencia de muestra fúngica entre estos dos medios de cultivo, condiciones de incubación y tinción con Azul de Lactofenol para la observación a través de microscopía óptica. Descripciones macro-morfológicas de las diferentes muestras de colonias de hongos. Control de salida: preguntas 1.- ¿Cómo se debe realizar la técnica de tinción de Lactofenol? Comente precauciones a tomar. 2.- ¿Qué son los hongos? Descríbalos biológicamente. A posterior, una semana después, se realiza una discusión grupal junto a los estudiantes con apoyo del docente para retroalimentación y aclaración de conceptos por parte del docente. • Retroalimentación: Se realizará una presentación audiovisual con los contenidos básicos de los medios de cultivo, curvas de

crecimiento y su significado respecto a las condiciones óptimas de crecimiento de cultivos celulares y la influencia de salinidad, pH, temperatura entre otras.

- Aplicación: Deberán volver a realizar en forma práctica las técnicas de propagación microbiológica, pero ahora con la intencionalidad de poder observar los diferentes factores que condicionan el crecimiento microbiano. La utilización de medios selectivos y deferenciales, así como ensayos del efecto sobre estos de antibióticos y luz UV.
- Cierre de la actividad con descripción de visualizar el efecto de los factores de crecimiento (medios de cultivo, pH, salinidad, temperatura y condiciones aeróbicas/anaeróbicas. Además, del efecto sobre los cultivos de la luz UV y los antibióticos (resistencia o no a ellos).

Preguntas de diagnóstico: estas se realizaron en base a conocimientos básicos microbiológicos y materiales/métodos de las técnicas de tinción específica.

1.- ¿Los hongos se pueden reproducir de forma (señale lo más adecuado):

- a) Sexuada
- b) Asexuada
- c) Ambas

2.- Es (son) estructura/s propia/s de los hongos:

- a) Hifas septadas
- b) Hifas cenocíticas
- c) Conidias
- d) Todas las alternativas son correctas

3.- Escriba el nombre del reactivo que se utilizará para observar las estructuras de los hongos a partir de un cultivo:

..... Azul de Lactofenol.....

4.- Señale lo más adecuado, sobre las características propias de los hongos heterótrofos:

- a) Pared de quitina.
- b) Pueden ser levaduriformes o miceliales.
- c) Todas las alternativas son correctas.

5.- Los hongos a qué tipo de células pertenecen:

- a) Procariotas
- b) Eucariotas

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Felicitación al grupo por su participación y proactividad.• Evaluación final: Informe final grupal, plazo 15 días.• Apelación por escrito: puede reevaluarse el informe o la unidad de investigación si no está de acuerdo con esta. |
|--|--|

5.3.1 Control #3 de diagnóstico

Dentro de las actividades realizadas previas al segundo práctico de laboratorio de microbiología, se realizó un control #3 de diagnóstico de conocimientos.

Preguntas de la prueba diagnóstico: estas se realizaron en base a conocimientos básicos microbiológicos y materiales/métodos de las técnicas de tinción específica.

1.- ¿Los hongos se pueden reproducir de forma (señale lo más adecuado):

- d) Sexuada
- e) Asexuada
- f) Ambas

2.- Es (son) estructura/s propia/s de los hongos:

- e) Hifas septadas
- f) Hifas cenocíticas
- g) Conidias
- h) Todas las alternativas son correctas

3.- Escriba el nombre del reactivo que se utilizará para observar las estructuras de los hongos a partir de un cultivo:

..... Azul de Lactofenol.....

4.- Señale lo más adecuado, sobre las características propias de los hongos heterótrofos:

- d) Pared de quitina.
- e) Pueden ser levaduriformes o miceliales.
- f) Todas las alternativas son correctas.

5.- Los hongos a qué tipo de células pertenecen:

- c) Procariotas
- d) Eucariotas

5.3.2 Resultados: Evaluación Control Diagnóstico #3 vs Control de Salida #3

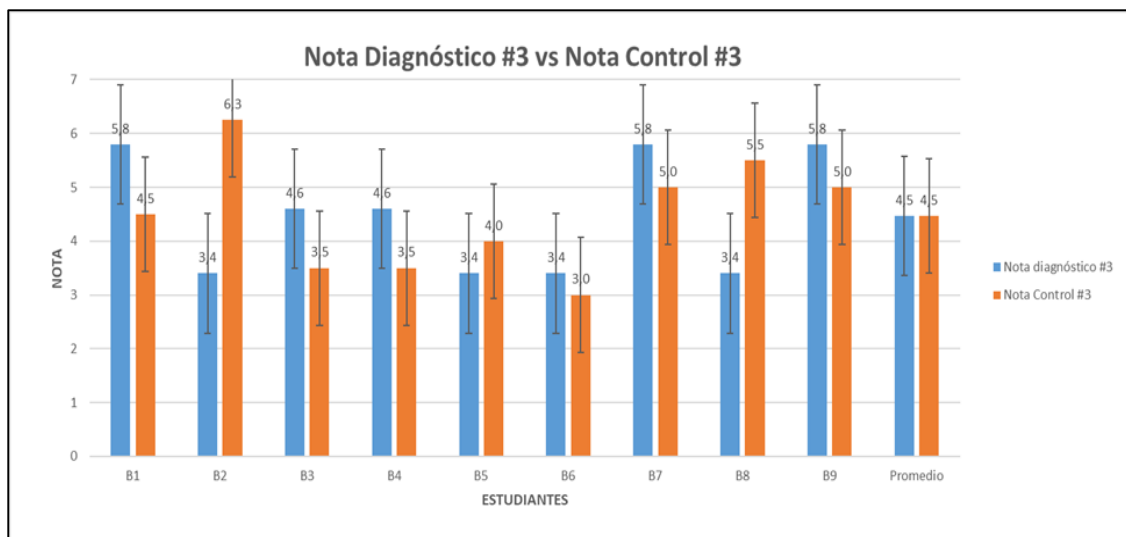


Gráfico #7: Comparación de notas de la evaluación diagnóstica #3 v/s notas control de salida #3. En azul se pueda apreciar los resultados de las notas diagnósticas, y en naranja los resultados de las notas control de salida (1,0 a 7,0). Los resultados no tuvieron diferencias significativas. Los estudiantes están simbolizados con la letra B en el eje de las abscisas.

Observaciones evaluación diagnóstica #3:

Los resultados de la prueba diagnóstica, mantienen los niveles de suficiencia (4,5), no se denota un cambio drástico en el resultado de la tercera evaluación diagnóstica, respecto al resultado de las dos evaluaciones diagnósticas anteriores.

5.3.3 Control salida #3

Control #3:

1.- ¿Cómo se debe realizar la técnica de tinción de Lactofenol? Comente precauciones a tomar.

2.- ¿Qué son los hongos? Descríbalos biológicamente.

5.3.4 Resultados: Control de salida #3.

Observaciones:

Se sigue manteniendo un nivel de suficiencia en sus respuestas, a pesar de toda la retroalimentación entregada. Problemas de redacción (principalmente ortografía) y en conceptos básicos, como lo es la descripción de una metodología o técnica, a ésta la describen vagamente, sin profundizar en los pasos precisos que tiene y sin una explicación técnica/fisiológica que dé respuesta a la ocurrencia del fenómeno.

5.3.5 Evaluación informe laboratorio práctico #3

Asignatura	Laboratorio de Microbiología BTAB8041
Carrera	Ingeniería en Biotecnología
Semestre de la malla en que se dicta la asignatura	Cuarto semestre
Tipo de asignatura	Informe de Laboratorio #3: Técnicas de siembra, aislamiento, caracterización y tinción de hongos.
Cantidad de estudiantes	10
Breve descripción de la actividad	• Previo: El realizar un informe técnico debe cumplir con ciertos requerimientos técnicos, los cuales fueron presentados y expuestos (nociones generales como escribir un informe o artículo científico). • Introducción: Presenta el problema biológico, resumiendo la investigación relevante y sustentada por bibliografía. • Método: Describe breve, clara y correctamente todas las metodologías utilizadas (bibliografía). • Resultados: Presentan los resultados, y están organizados en tablas, gráficos o imágenes cuando corresponda (poseen variables y unidades). • Formato: Se le dio un tipo de letra y tamaño de esta a ser utilizada, pero con la libertad de escribirla en dos columnas estilo “artículo científico” o en un formato más común tipo “informe normal”. Con la libertad de realizar, si así lo estimaba el grupo de trabajo, un resumen. • Ortografía y gramática: Texto coherente, identificándose ideas principales y secundarias, con correcta ortografía, gramática y correlato. • Apreciación global: Observar si el trabajo en general denota comprensión del tema, dedicación y un análisis desde una

mirada científico-técnica, de acuerdo al nivel en que se encuentran.

- Conclusiones: Se exponen conclusiones claras, y en estrecha relación con el tema y sus argumentos.

Finalmente se realiza a posterior de la entrega y revisión por parte del docente, realizando una discusión grupal con cada uno de los integrantes para retroalimentación y aclaración de conceptos por parte del docente.

- Felicitación al grupo por su participación y proactividad.
- Apelación por escrito: puede reevaluarse el informe o la unidad de investigación si no está de acuerdo con esta.

5.3.6 Resultados Informe #3:

- Evaluación individual del Informe #3

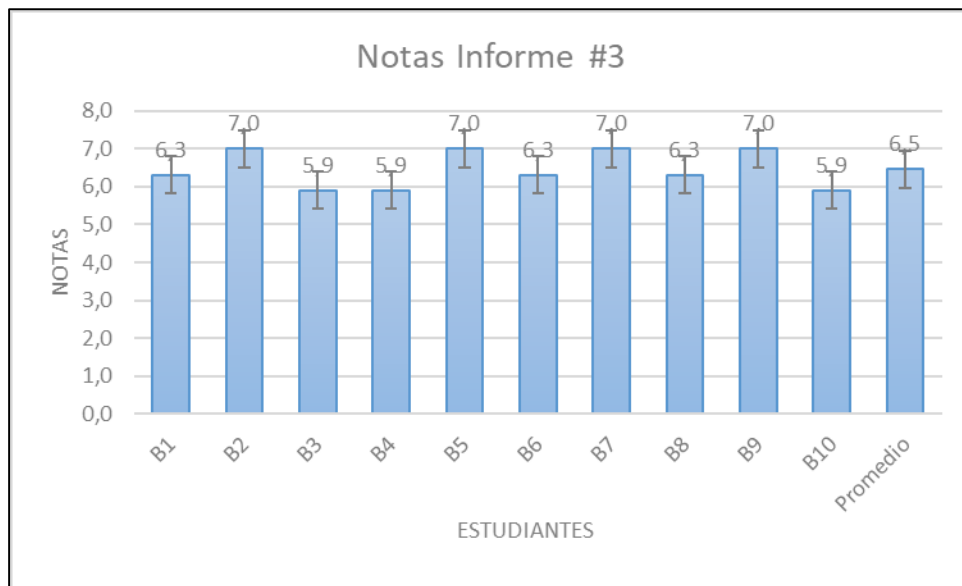


Gráfico #8: Notas de la calificación individual del Informe #3

- Evaluación por grupo del Informe #3

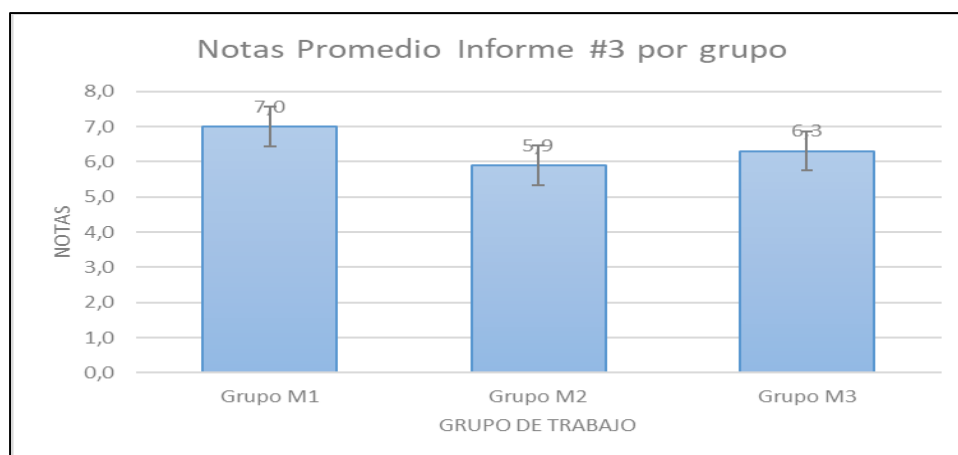


Gráfico #9: Notas de la calificación grupal del Informe #3

5.3.7 Análisis de los resultados Informe #3:

- **Grupo M1:** Realizan un excelente informe, cumplen con todos los requerimientos y especificaciones solicitadas. Toman en cuenta TODAS las observaciones que fueron señaladas en la retroalimentación del borrador del informe. Obtienen un puntaje final de 21 puntos de un total de 21 puntos (nota: 7,0).
- **Grupo M2:** Realizan un buen informe. Persisten algunas falencias como problemas de redacción en los objetivos. Continúan los problemas de redacción en materiales y métodos, descripciones metodológicas poco claras y falta de citas bibliográficas. En resultados se cometen algunos errores de tipo conceptual. Finalmente, en las conclusiones si logran exponer conclusiones claras y en estrecha relación en el tema. Obtienen un puntaje final de 17,7 puntos de un total de 21 puntos (nota: 5,9).
- **Grupo M3:** Realizan en general un muy buen informe, pero siguen con problemas con algunas citas bibliográficas. Material y métodos está desarrollado de manera algo confusa, pero puede ser entendido por alguien que haya vivido esta experiencia en particular. Siguen, en algunos tramos del informe, no respetando el formato a un 100%. Faltan algunas

condiciones de pH, temperatura, en las que se trabajó. Se observa una gran superación del nivel observado a inicios del semestre. Obtienen un puntaje final de 18,9 puntos de un total de 21 puntos (nota: 6,3).

5.4 Resultados generales de los Informes (evaluados por grupo de trabajo):

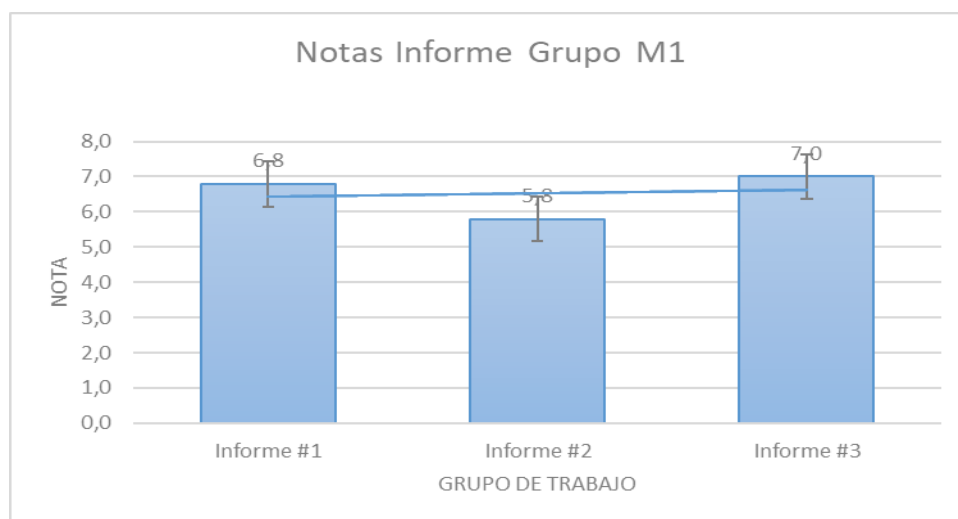


Gráfico #10: Notas de la calificación de los informes del grupo M1

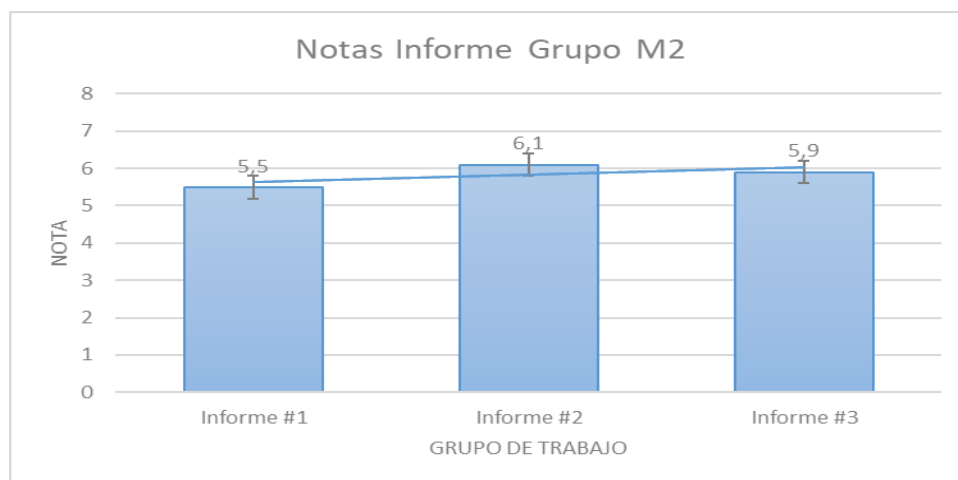


Gráfico #11: Notas de la calificación de los informes del grupo M2

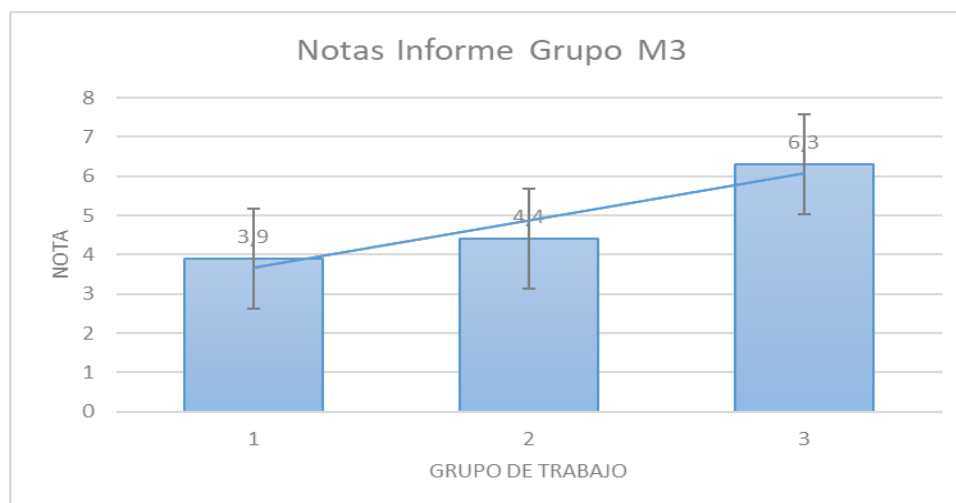
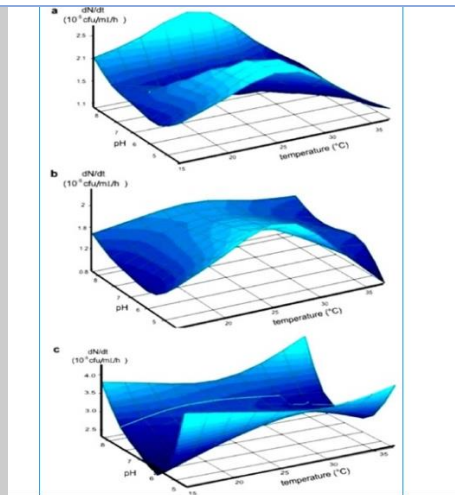


Gráfico #12: Notas de la calificación de los informes del grupo M3

5.5 Prueba Global Acumulativa

Asignatura	Laboratorio de Microbiología BTAB8041
Carrera	Ingeniería en Biotecnología
Semestre de la malla en que se dicta la asignatura	Cuarto semestre
Tipo de asignatura	Laboratorio de Microbiología: Prueba Global Acumulativa
Cantidad de estudiantes	10
Breve descripción de la actividad	Se realiza una prueba global de cierre de los prácticos equivalente al 30% de la nota final de la asignatura. Las preguntas están íntimamente relacionadas con la experiencia práctica y la teoría biológica. Control Global de la Asignatura: preguntas, 1.- a) ¿Explique que es la tinción Gram (su técnica) y para que se utiliza? b) ¿Y Cuáles son los dos sistemas de esterilización más utilizados en un laboratorio microbiológico? (Indicando las condiciones del equipo). 2.- ¿Qué tipos de medios de cultivo que conoce? -Indique sus características- 3.- a) Nombre al menos cinco equipos que debe tener un laboratorio de índole microbiológico y b) ¿Cuáles son los equipos de esterilización más utilizados (con sus condiciones) y que tipos de insumos o materiales son los que ahí se esterilizan? 4.- Respecto a los factores de crecimiento. Interprete el gráfico b).



5.- Explique ¿Qué funcionalidad tiene los sensidiscos? y ¿Cómo realizarías adecuadamente esta técnica?

6.- i) ¿Para qué se utiliza el azul de Lactofenol? (explicar la técnica) y ii) ¿Cómo actúa sobre los microorganismos fúngicos? (explicación biológica)

A posterior, una semana después, se realiza una discusión grupal junto a los estudiantes con apoyo del docente para retroalimentación y aclaración de conceptos.

- Retroalimentación: Se realizará una presentación audiovisual con los contenidos básicos de los medios de cultivo, curvas de crecimiento y su significado respecto a las condiciones óptimas de crecimiento de cultivos celulares y la influencia de salinidad, pH, temperatura. Además, se indicarán cuáles son los equipos e instrumental básico para un laboratorio de índole microbiológico. Finalmente, se repasarán los conceptos básicos y biológicos de los procesos de tinción, entre otros.
 - Felicitación al grupo por su participación y proactividad.
 - Entrega de los resultados en la reunión de retroalimentación, y junto con ello se realiza la discusión grupal de todas las preguntas y sus respuestas.

5.5.1 Resultado Prueba Global

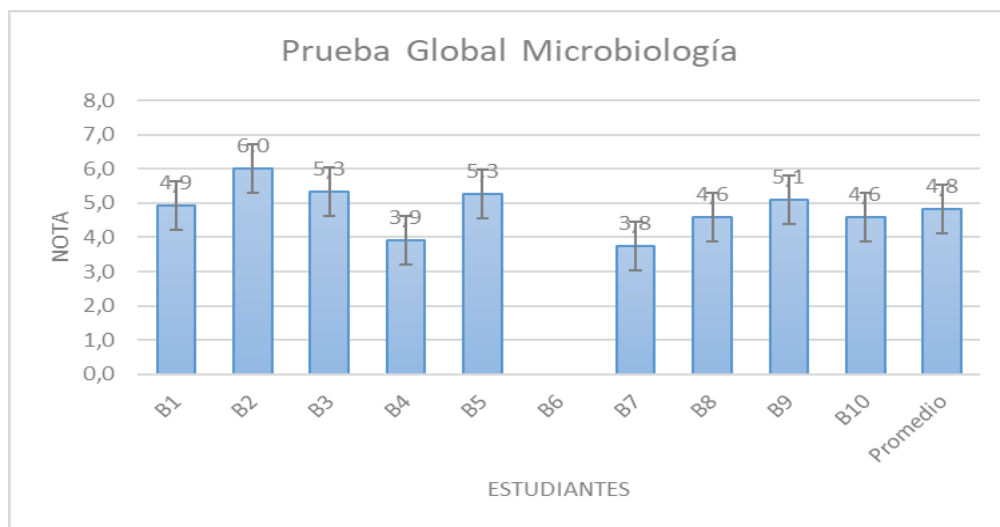


Gráfico #13: Notas de la calificación prueba global

5.5.2 Análisis de los resultados Prueba Global Microbiología

Los resultados muestran que se sigue manteniendo un nivel de suficiencia en sus respuestas en su evaluación sumativa (nota promedio 4,8). Continúan algunos problemas de redacción de los conceptos básicos, en lo que respecta a las metodologías o técnicas, pues realizan una descripción vaga y sin explicación del trasfondo químico-biológico. Además, algunos de ellos no logran interpretar correctamente un gráfico de factores de crecimiento. A pesar de lo anterior, todos los estudiantes obtienen un nivel de suficiencia o superior en esta prueba global.

5.6 Encuesta tipo Likert de Satisfacción

Una vez terminados los prácticos de laboratorio de Microbiología General, se realizó una encuesta de satisfacción que consta de 14 preguntas. Las preguntas abordaron temáticas como: satisfacción; Interés; Probabilidades de Éxito; Relevancia y Aspecto Social.

La encuesta fue de carácter voluntario y fue realizada vía “formulario google”. Esta fue respondida por 9 de 10 estudiantes que finalizaron la asignatura práctica de microbiología.

Estimado/a estudiante, marque con una alternativa según creas conveniente en las siguientes preguntas. Esta encuesta servirá para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y por lo tanto tu opinión sincera es importante.

El numero 1 representa “muy en desacuerdo”.

El numero 5 representa “muy de acuerdo”.

Desglose de preguntas

Las cuatro primeras preguntas están hacen referencia a “SATISFACCIÓN”:

1. Estoy de acuerdo con la metodología con la que se enseña en las prácticas de Laboratorio de Microbiología.
2. He aprendido mejor con esta metodología.
3. El profesor ha interactuado conmigo (confianza, apoyo, guía).
4. Estoy satisfecho(a) con la forma que aprendo Microbiología en el laboratorio.

Las preguntas N°5 y N°6, hacen referencia a “INTERÉS”.

5. Disfruté el tiempo que le dediqué a las tareas que me dejaron en el Laboratorio de Microbiología.
6. 6 Estoy muy motivado(a) para seguir aprendiendo Microbiología.

Las preguntas N°7 y N°8, hacen referencia a “PROBABILIDADES DE ÉXITO”.

7. Aprender temas de Laboratorio de Bioquímica me dará la oportunidad de desarrollarme en el futuro.
8. Espero ser capaz de aplicar fácilmente lo aprendido en el Laboratorio de Microbiología en cualquier situación de mi vida cotidiana.

Las preguntas N°9, N°10 y N°11 hacen referencia a “RELEVANCIA”.

9. Los temas que he tratado en el laboratorio son realistas y apropiados.

10. Lo aprendido en el Laboratorio de Microbiología me servirá para cuando trabaje.

11. Encuentro que son importantes las actividades desarrolladas en el Laboratorio de Microbiología.

Las preguntas N°12, N°13 y N°14 hacen referencia al “ASPECTO SOCIAL”.

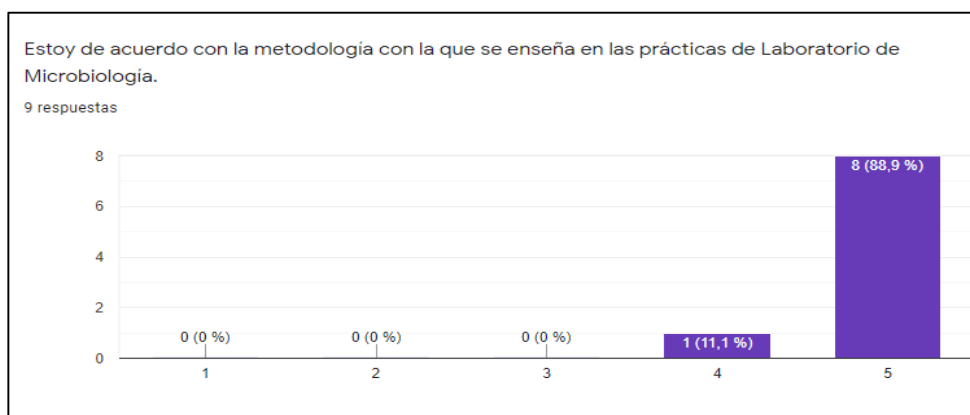
12. El trabajar en grupo ha sido motivador.

13. He podido trabajar en un ambiente de cortesía y respeto.

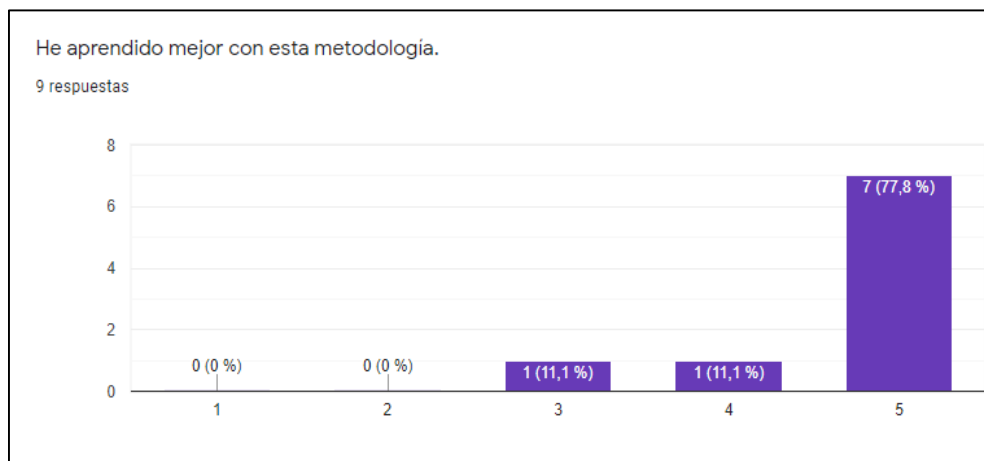
14. He podido trabajar en un ambiente apropiado (lugar de trabajo).

5.6.1 Resultados de Encuesta de Satisfacción

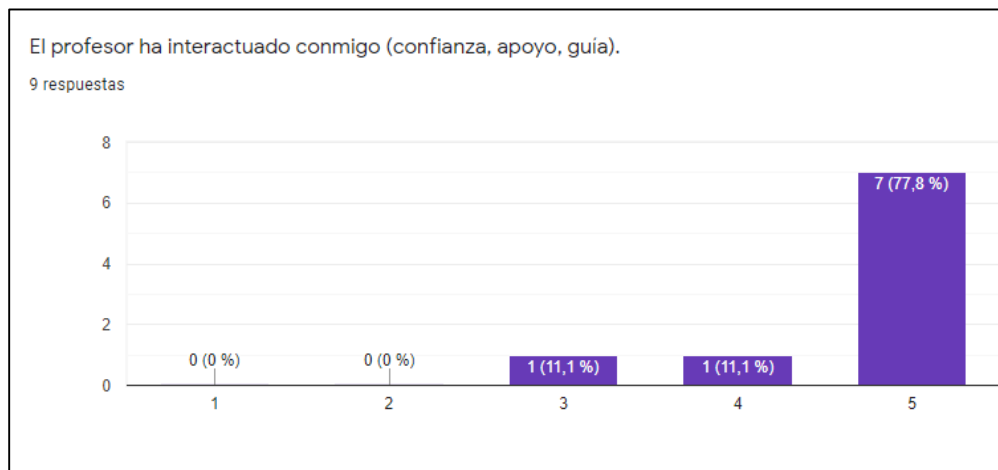
Pregunta N°1



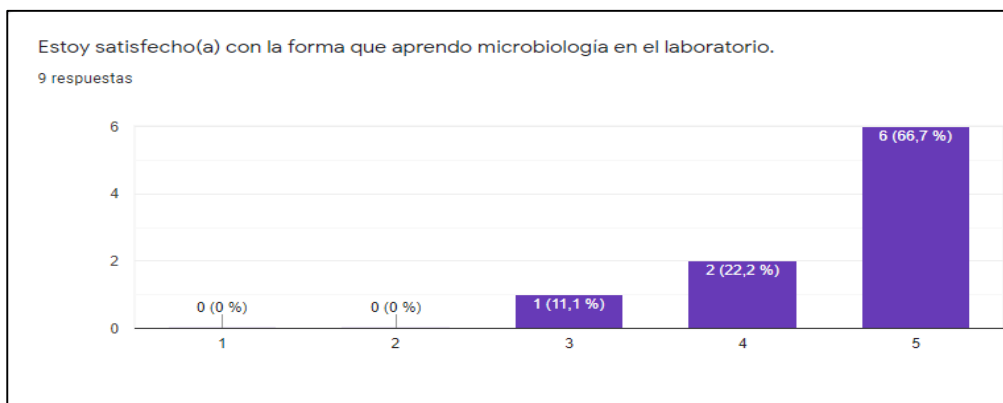
Pregunta N°2



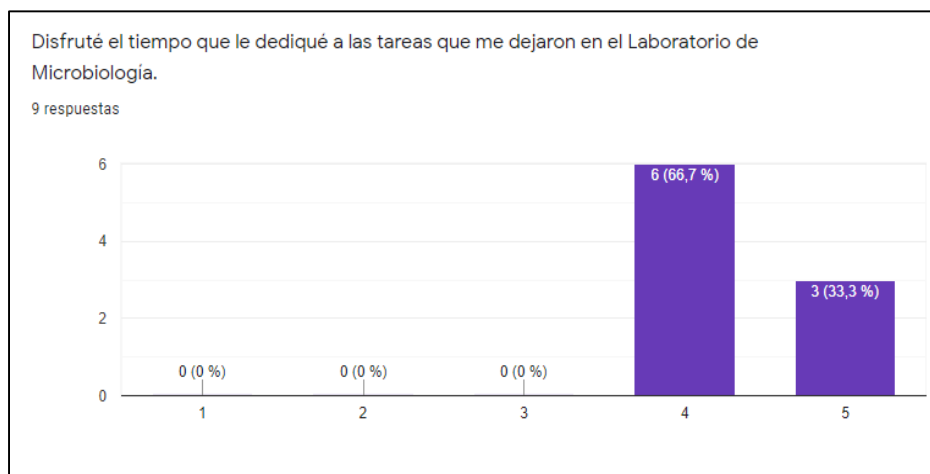
Pregunta N°3



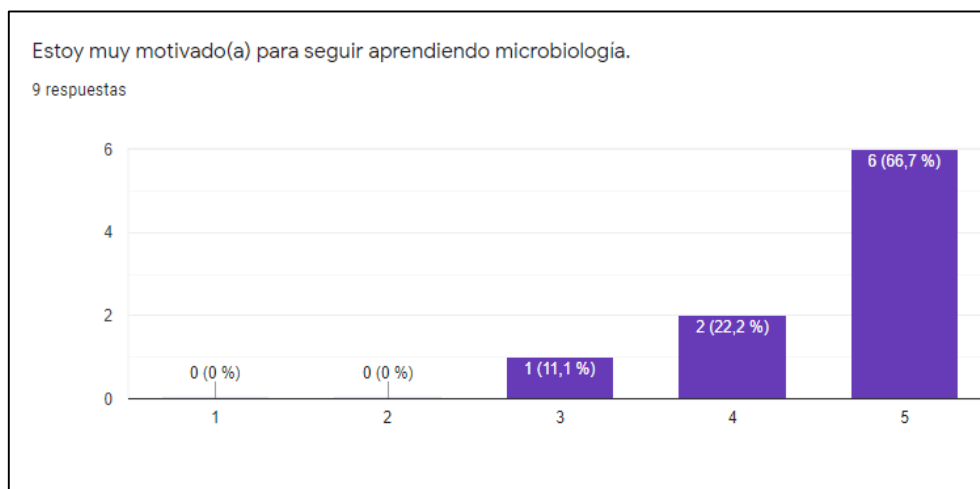
Pregunta N°4



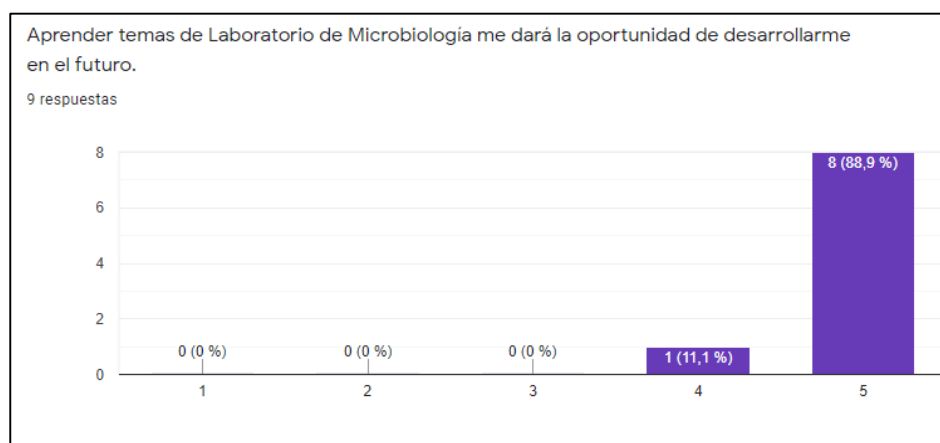
Pregunta N°5



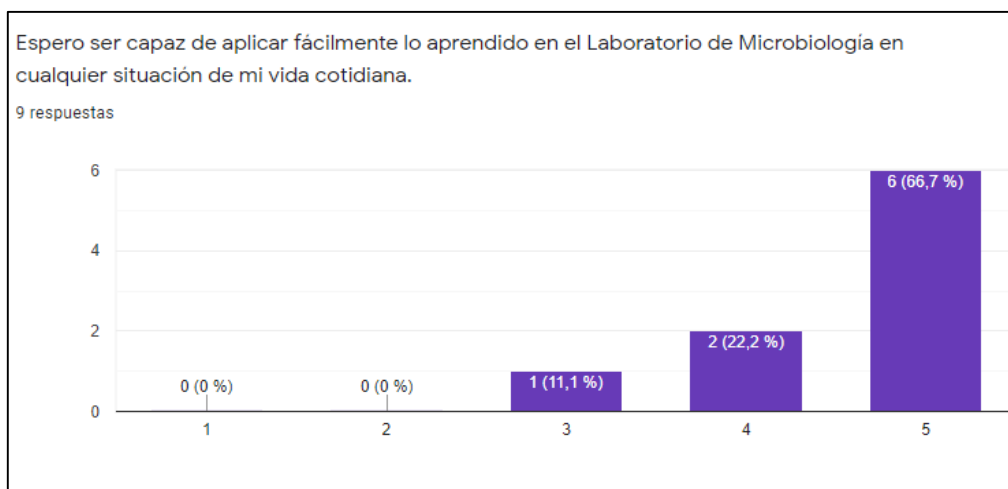
Pregunta N°6



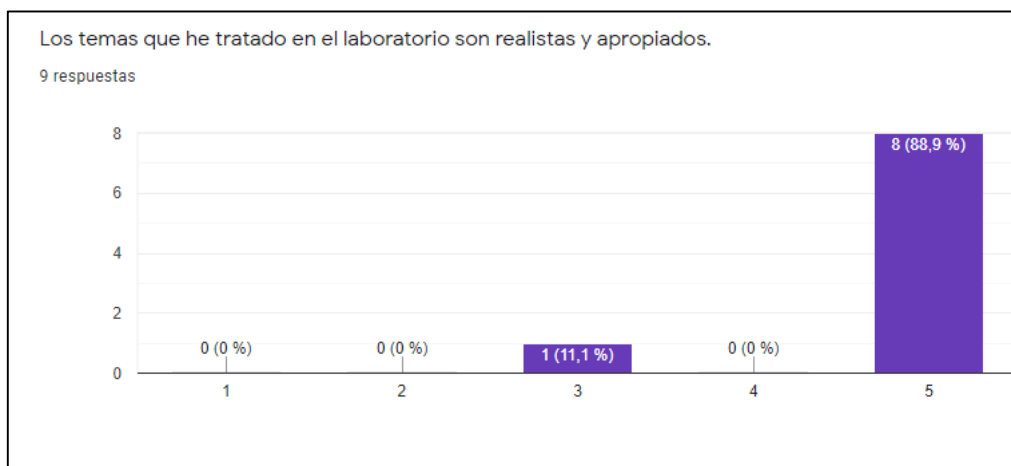
Pregunta N°7



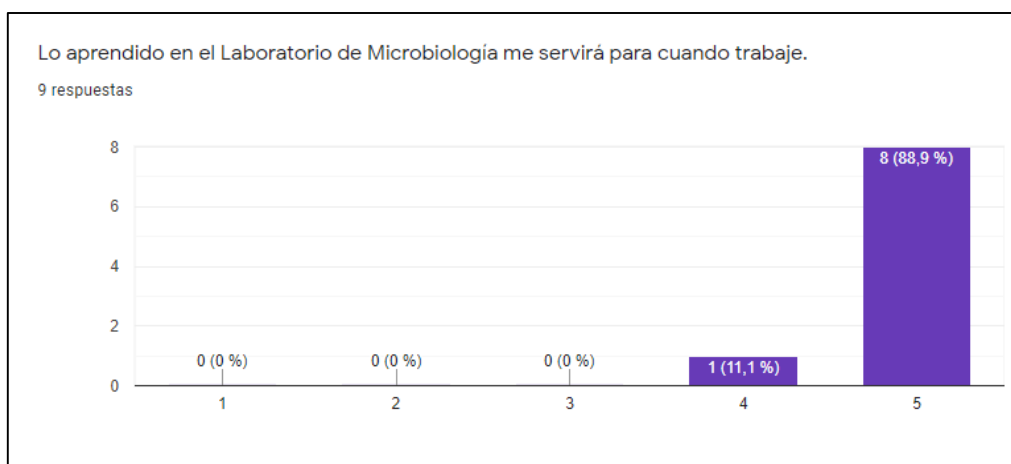
Pregunta N°8:



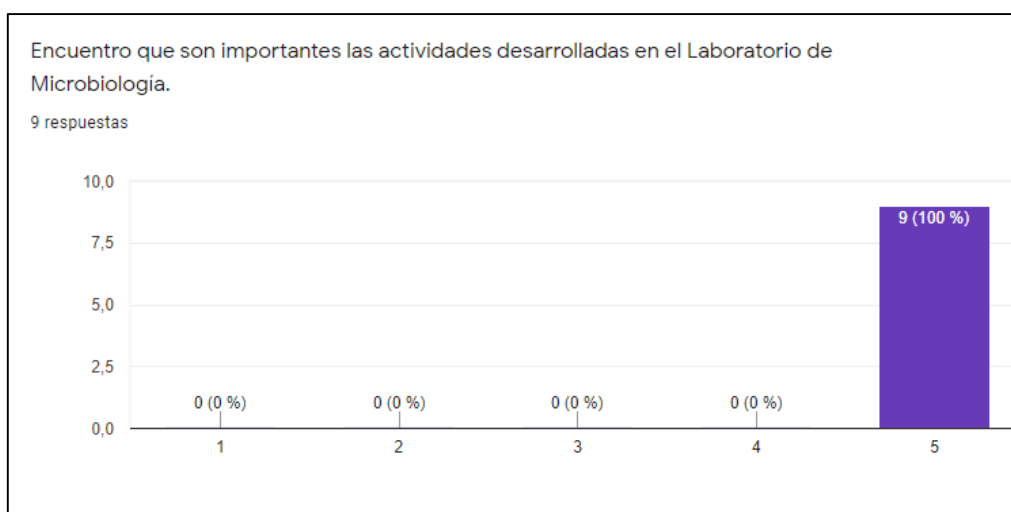
Pregunta N°9



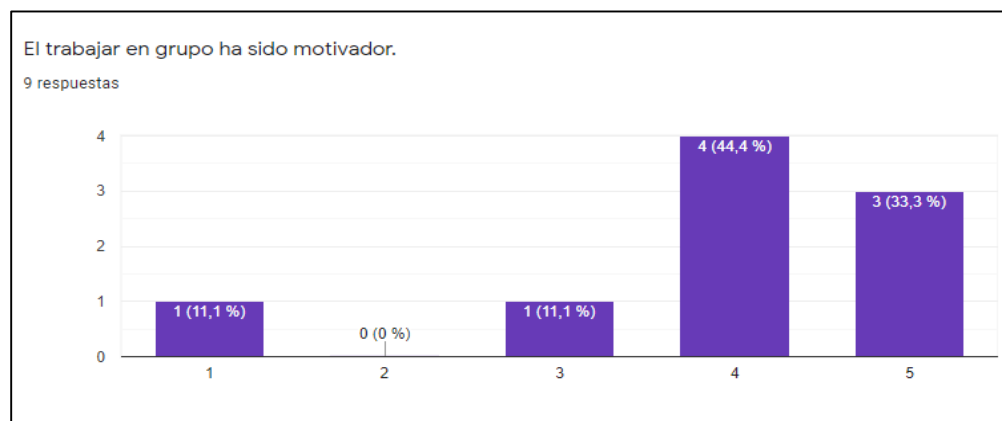
Pregunta N°10



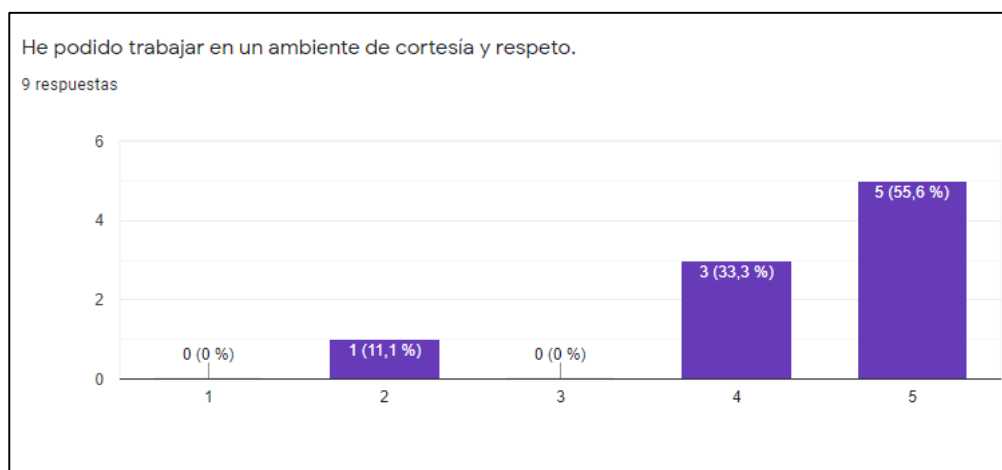
Pregunta N°11



Pregunta N°12



Pregunta N°13



Pregunta N°14

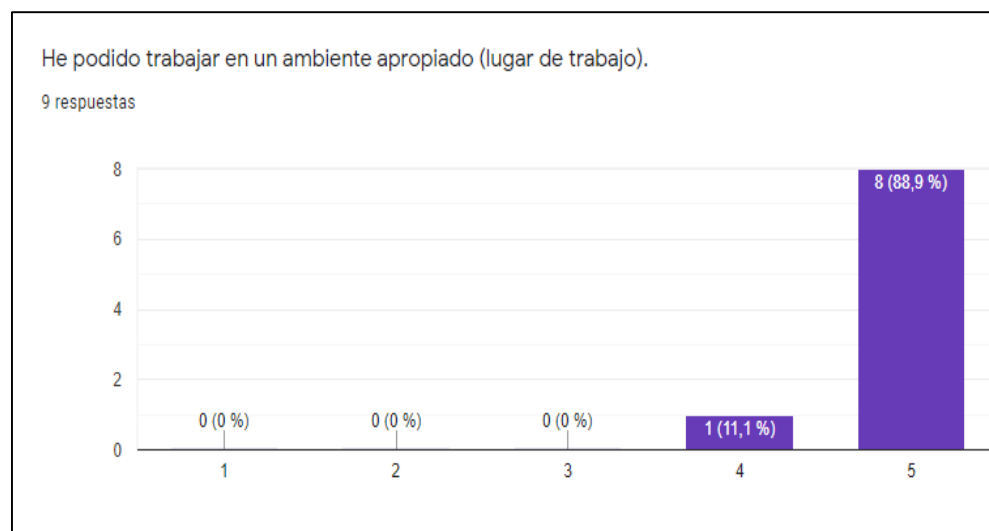
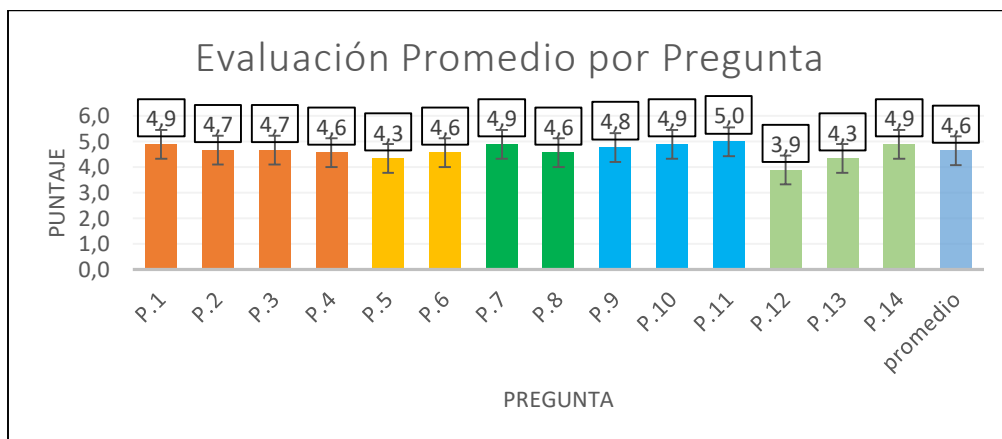


Grafico # 14: Puntajes globales por pregunta



El grafico #14 nos muestra el puntaje promedio obtenido, por pregunta del cuestionario tipo Likert, que fue contestada por la totalidad de los estudiantes (n=9); donde: 1=totalmente en desacuerdo; 2=en desacuerdo; 3= ni en desacuerdo/ni en desacuerdo; 4=de acuerdo; 5=totalmente de acuerdo.

I) Resultados encuesta: Satisfacción

P.1: El 88,9% de los estudiantes, declara estar totalmente de acuerdo con la metodología aplicada.

P.2: El 77,8% de los estudiantes, declara estar totalmente de acuerdo que ha aprendido con esta metodología.

P.3: El 77,8% de los estudiantes declara estar totalmente de acuerdo que, el profesor ha interactuado con el estudiante como apoyo, guía y confianza.

p.4: El 66,7% de los estudiantes, declara estar totalmente satisfecho(a) con la forma en que aprendió microbiología en el laboratorio y un 22,2%, declara estar parcialmente de acuerdo con lo anteriormente y un 11,2% señala su opción intermedia (neutra).

Análisis preguntas satisfacción: El grado de satisfacción de los estudiantes, respecto a la metodología, aprendizaje, apoyo/guía, fue en promedio de un 77,8%, es decir, alrededor del 79% de los estudiantes se declara satisfecho con la forma y el apoyo prestado en las clases prácticas de laboratorio.

II) Resultados encuesta: Interés

P.5: El 33,3% de los estudiantes, declaró estar totalmente de acuerdo, con haber disfrutado con el tiempo que les dedicó a las tareas propias de la asignatura (estudiar, indagación e realización de informes). Y un 66,7% de ellos, declara estar parcialmente de acuerdo con la anterior aseveración.

P.6: El 66,7% de los estudiantes, declara estar totalmente de acuerdo el haber estado muy motivado para seguir aprendiendo microbiología. Y un 22,2% de ellos, declaro estar parcialmente de acuerdo con ello.

Análisis de las preguntas de Interés: El 33,3 de los estudiantes declara estar totalmente de acuerdo con el haber disfrutado el tiempo dedicado a la asignatura y el 66,7% declaro estar parcialmente de acuerdo con lo anterior. Se observa, que los porcentajes respecto a la motivación, estos se invierten, pues el 66,7% declara estar motivado para seguir aprendiendo y un 22,2% está parcialmente de acuerdo con ello.

III) Resultados encuesta: Probabilidad de éxito

P.7: El 88,9% de los estudiantes, declaró estar totalmente de acuerdo, con que aprender temas de laboratorio de microbiología le dará la oportunidad de desarrollarse en el futuro.

P.8: El 66,7% de los estudiantes, declara estar totalmente de acuerdo, que espera ser capaz de aplicar fácilmente lo aprendido en el laboratorio de microbiología en cualquier situación de la vida cotidiana. Cabe señalar que un 22,2% de ellos, declaro estar parcialmente de acuerdo con ello.

Análisis de las preguntas de probabilidades de éxito: Un 77,8% de los estudiantes, en promedio, declaran estar totalmente de acuerdo con que aprender temas del laboratorio, junto con aplicarlo a la vida cotidiana les dará oportunidad de desarrollarse en el futuro.

IV) Resultados encuesta: Relevancia

P.9: El 88,9% de los estudiantes, declaró estar totalmente de acuerdo, con los temas tratados en los laboratorios, son realistas y apropiados.

P.10: El 88,9% de los estudiantes, declara estar totalmente de acuerdo, que lo aprendido en el laboratorio de microbiología, me servirá cuando trabaje.

P.11: El 100% de los estudiantes, declaró estar totalmente de acuerdo, que son importantes las actividades desarrolladas en el laboratorio de microbiología.

Análisis de las preguntas de relevancia: Un 92,6% de los estudiantes en promedio, declara que los temas tratados en el laboratorio práctico son importantes, realistas y apropiados. Y que, además, les servirán cuando trabajen.

V) Resultados encuesta: Aspecto Social

P.12: El 33,3% de los estudiantes, declaró estar totalmente de acuerdo, que el trabajar en grupo ha sido motivador. Un 44,4% de ellos declaró estar parcialmente de acuerdo con esta aseveración. Finalmente, un 11,1% (un estudiante), declaro estar totalmente en desacuerdo.

P.13: El 55,6% de los estudiantes, declaró estar totalmente de acuerdo, que pudo trabajar en un ambiente de cortesía y respeto, un 33,3%, declaró estar parcialmente de acuerdo con lo anteriormente aseverado y, un 11,1% declaro estar parcialmente en desacuerdo.

P.14: El 88,9% de los estudiantes, declaró estar totalmente de acuerdo, que pudo trabajar en un lugar apropiado y un 11,1%, estuvo parcialmente de acuerdo con lo anteriormente aseverado.

Análisis de las preguntas de aspecto social: Se observa que el 33,3% de los estudiantes está totalmente de acuerdo que trabajar en grupo ha sido motivador. Asimismo, el 55,6% lo hizo en un ambiente de cortesía y respeto. Finalmente, un 88,9% declaro estar totalmente de acuerdo, que trabajo en un lugar apropiado.

5.7 Discusión:

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de microbiología experimental, dadas las características de los estudiantes y las condiciones de pandemia, tuvo dificultades no previstas en su ejecución, tal como: una mayor utilización de los tiempos de ingreso, producto de las medidas preventivas al SARS-CoV-19 y del proceso de sanitización de las instalaciones entre dos experiencias prácticas. Hubo también, un caso preventivo de contagio que no asistió a la primera sesión; y otra situación, donde una estudiante con trastornos del sueño, llegó atrasada en varias ocasiones. Sin embargo, también hubo mejoras que ayudaron a facilitar este proceso de enseñanza-aprendizaje, y al respecto podemos señalar que se contó con instrumentos, equipos e insumos suficientes que fueron utilizados en estas experiencias prácticas, por ejemplo, microscopios “sanitizados” de uso individual, así como la adquisición de cámaras digitales para los microscopios Nikon de última generación (utilizados por los docentes) y con proyección a una pantalla plana de 50 pulgadas por sección. Además, se contó con el número suficiente de equipos de espectrofotometría en todas las experiencias que fueron realizadas individualmente, así como con todos los instrumentales e insumos necesarios de uso individual. Finalmente, cabe señalar que estos prácticos fueron realizados en el espacio adecuado para mantener la distancia y seguridad, de acuerdo a las normas de seguridad internas de la facultad y de la institución, y que se condicen con las resoluciones y disposiciones respectivas dictadas por el ministerio de educación y salud.

El proceso de enseñanza-aprendizaje debió ser realizado de manera flexible, pues diversas circunstancias no planeadas, pueden modificar lo planeado con antelación por el docente. Además de observar el comportamiento de los estudiantes en el proceso y avance de la construcción del saber y como la didáctica empleada facilita la adquisición de estos conocimientos, de acuerdo a cada uno de ellos.

Este proceso didáctico que estuvo basado en un modelo pedagógico único, donde se realzaron estrategias de apoyo previas, relevando las falencias que tuviesen (diagnóstico) y complementado esos conocimientos incipientes con otros de mayor

envergadura de acuerdo al nivel que les corresponde a posterior de estos. Es así también, que se les entregaron guías de apoyo a los prácticos, se mostraron videos similares a las experiencias que ellos realizarían, y se les acompañó en todo este proceso de enseñanza para que contaran con el docente como guía y apoyo. Cabe señalar, que la asistencia a estos procesos de acompañamiento y nivelación, fueron voluntarios.

La realización de los prácticos de microbiología, no fueron realizados siguiendo un enfoque prescriptivo, sino que se dispusieron variados medios didácticos de manera de explicativa en su contexto y tiempo determinado. Siendo el docente un facilitador de la adjudicación de los conocimientos propios de la disciplina, por parte de los estudiantes (saber-ser), de manera que el aprendizaje sea realizado en un proceso social, de cooperación y de forma compartida.

La didáctica utilizada, empleó una estrategia para la incorporación de conceptos mínimos necesarios en la integración del saber disciplinario, como lo es la microbiología. Concepto como esterilización, medios de cultivo, condiciones mínimas de crecimiento (pH, temperatura, nutrientes, etc.) contribuyen a dar temáticas integradas que deben aprender los estudiantes, que además incluyen taxonomía, fisiología y estructuras biológicas, usos biotecnologías, y un largo etc. Es cierto que las clases en formato virtual, en este contexto pandémico, no facilitaron el desarrollo de las clases prácticas, fundamentalmente con lo que tiene que ver en los aprendizajes procedimentales. Hubo que realizar un proceso de enseñanza procedimental prácticamente de forma individual, no olvidemos que esta cohorte de estudiantes es primera vez, cuarto semestre, que “pisan” un laboratorio de índole químico/biológico por lo que prácticamente las dos primeras sesiones fueron de conocimientos generales y aprendizajes elementales.

En estas instancias, de a poco se fueron consiguiendo las confianzas necesarias, de manera de facilitar las interacciones sociales entre ellos, y entre el docente y los estudiantes. Lo anterior, no estuvo exento de problemas, pues se debe señalar que uno de los integrantes de un grupo (M2), decidió salir de este grupo e incorporarse a otro (M1), previa consulta a estos integrantes, por problemas de

afinidad. A pesar de lo anterior, se desarrollaron las rutinas experimentales sin mayores sobresaltos y con un gran éxito en la interacción y comunicación entre todos. Las preguntas y dudas de los estudiantes fueron realizadas de manera que cualquiera pudiese intervenir o dar su opinión, para que posteriormente el docente, ya sea reafirmara lo discutido y/o profundizando aún más en un tema en particular corrigiendo y mejorando el manejo del lenguaje, desde lo coloquial hacia lo técnico profesional de metodologías y explicaciones metodológicas.

Respecto a las evaluaciones de los controles, se debe señalar que estas no presentaron una mejora significativa en sus promedios entre los controles diagnósticos y controles de salida. Sin embargo, las desviaciones estándares se estrechan a nivel de los controles de salida y las notas tienden a ser más cercanas a la suficiencia, desapareciendo las notas extremas que tienden a la baja.

Respecto a los informes, se puede señalar que estos fueron mejorando de forma constante -lográndose un nivel de informe medio a medio/alto- a medida de la experiencia obtenida y la retroalimentación realizada por el docente, previo a la entrega de este, donde se les proporcionó información del cómo realizar un informe, el lenguaje técnico a utilizar y las diferentes secciones en que está constituido tales como: título, introducción, metodología y técnicas empleadas (materiales y métodos), resultados, discusión y conclusiones del ensayo, junto con apreciaciones propias referente a la experiencia en sí, para finalmente disponer de las referencias bibliográficas respectivas. En definitiva, para cada uno de los prácticos realizados, se ejecutó una redacción del informe usando la pauta y estructura como si fuese un artículo científico, siendo elaborado conjuntamente (el docente como apoyo a las dudas de los estudiantes) a excepción de las apreciaciones y conclusiones que fueron totalmente elaboradas por ellos. A posterior, y ya a partir del segundo informe, se les fue paulatinamente “soltando la mano” y pudieron elaborar de manera más autónoma la discusión y las conclusiones propias de la experiencia práctica. La ayuda consistió en mejoras del lenguaje técnico/profesional, requerimientos mínimos, fundamentalmente en material y métodos, así como en los requerimientos bibliográficos. Finalmente, el último de los informes fue realizado

prácticamente de forma autónoma, donde se consultó dudas puntuales y los resultados muestran una mejora y nivelación del grupo M3, respecto a los otros dos grupos.

Respecto a la prueba de carácter global que fue evaluada y calificada sumativamente, logró en promedio una nota 4,8, que presenta una leve tendencia hacia la mejora en las respuestas teóricas/prácticas que se realizaron en todo el transcurso de la asignatura (controles).

Respecto a las apreciaciones de los estudiantes, de la asignatura experimental de microbiología impartida, se dividieron en:

- **Satisfacción:** el 77,8% en promedio, declara estar totalmente de acuerdo con la metodología empleada, el aprendizaje obtenido, y el apoyo docente.
- **Interés:** el 50% de los estudiantes declaró estar totalmente de acuerdo, con el tiempo que les dedicó a las tareas propias de la asignatura y estar motivados en seguir aprendiendo.
- **Probabilidades de éxito:** el 77,8% de los estudiantes declaró estar totalmente de acuerdo, que aprender esta asignatura le dará la oportunidad de desarrollarse y que podría aplicar fácilmente lo aprendido en la vida cotidiana.
- **Relevancia:** el 88,9% de los estudiantes declaró estar totalmente de acuerdo, que los temas tratados en las actividades de la asignatura son realistas, apropiados e importantes, y que les serán de utilidad en su futuro laboral.
- **Aspecto social:** el 59% de los estudiantes, declaró estar totalmente de acuerdo que trabajó en un ambiente de cortesía y respeto, que fue motivador el trabajar en grupo y que el lugar donde se realizaron los prácticos fue apropiado.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES:

Conclusiones

Las tres experiencias prácticas de laboratorio realizadas en la asignatura de microbiología, fueron una herramienta fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El uso de didácticas innovadoras permitió, no solo la adquisición de los conocimientos básicos de la microbiología experimental, sino que aportó en gran medida en lo social, el trabajo colaborativo y en la mejora de la tolerancia entre pares. Además, en el proceso lograron desarrollar, de buena forma, los conceptos procedimentales, tales como manejo de equipos de laboratorio, obtención de datos a partir de los resultados obtenidos y el registro de antecedentes que se requerirán a posterior en los informes, el paso de la utilización de un lenguaje coloquial a un lenguaje de índole científico, las conclusiones que se plantearon de forma correcta y pertinente al tema tratado en la experiencia, así como en los conceptos “científicos” que fueron estudiados.

Al comienzo, la nula experiencia vivida anteriormente por los estudiantes de realizar prácticos de laboratorio, fue un gran escollo a superar en esta asignatura experimental, sin embargo, se logró sortear y cumplir con las metas propuestas al comienzo del semestre, tales como la integración de lo teórico con lo práctico, así como el desarrollo del poder realizar un informe de acuerdo con los estándares básicos de un artículo científico. Hubo que improvisar sobre la marcha en algunas ejemplificaciones del contenido de la materia, es decir, mostrando ejemplos a nivel industrial y/o de la vida cotidiana, de manera de mejorar la comprensión de los estudiantes respecto a esta.

Los resultados comparativos entre los controles de diagnósticos y los controles salida, no mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo cual nos indica que los esfuerzos realizados previos con presentaciones (ppt's), videos de prácticos y refuerzo teórico, no fueron suficientes, pues en promedio todos estos controles, de diagnóstico y de salida, mantuvieron una calificación a nivel suficiente. La integración de la teoría v/s la praxis misma es aun difícil, y se debe seguir investigando en esta área para obtener mayores luces de lo que está ocurriendo

actualmente, sobre todo en este periodo post-pandémico, y donde es posible que haya influido el bajo o nulo número de prácticos y el aislamiento social.

Respecto a los informes de laboratorio, los niveles de desarrollo fueron óptimos, los grupos muestran una clara tendencia a la excelencia. Fueron capaces de crecer y desarrollar un sólido lenguaje de índole científica, a semejanza de un artículo científico fundamentalmente en lo que respecta a las bibliografías, como base de información creíble y confiable, y el respeto ético de la propiedad intelectual.

Es interesante el plantearse que -los docentes de la misma asignatura- deben estar al tanto de lo teórico como de lo práctico, siendo para ello fundamental la comunicación y coordinación entre los docentes que realizan las secciones teóricas y las secciones prácticas, pues con esto se logra de mejor forma la construcción y el desarrollo conceptual, procedimental y actitudinal del conocimiento científico pertinente, en donde las prácticas de laboratorio fueron consideradas la estrategia didáctica para lograr este proceso desde una perspectiva constructivista. La comunicación fue bidireccional docente-estudiantes, con gran confianza, y llevando esta desde lo cotidiano a lo científico coadyuvando a este proceso de construcción del aprendizaje, facilitando de esta forma la enseñanza constructivista.

Los estudiantes, apreciaron las experiencias prácticas, y saben que ellas son parte fundamental de su futuro profesional y posiblemente laboral, y en el transcurso de ellas, se logró fortalecer las habilidades científicas, apropiándose y comprendiendo “este nuevo lenguaje”, así como mejoraron su comprensión de los fenómenos cotidianos y fue su primer acercamiento, de manera exitosa, en el trabajo en equipo y de tipo colaborativo, a pesar de alguna dificultad puntual particular.

Tal como se señaló anteriormente, con estas pocas sesiones de laboratorio experimental de microbiología no fue posible implementar (desarrollar) completamente las competencias y habilidades de índole científica, pero se demuestra claramente que el uso que las prácticas experimentales de las asignaturas de índole científica inciden directamente en la incorporación de estos conocimientos y en el rol de científico novel, incorporando la ciencia a sus vidas y no siendo meramente un espectador, realizando preguntas fuera del ámbito de lo

programado y llevándolo a su propia la vida cotidiana del diario vivir. Es por ello, que es importante recalcar que las actividades prácticas deben ser concretizadas de forma clara y concatenadas con la teoría y el hacerles entender que las evaluaciones y las experiencias prácticas, son utilizadas como herramientas pedagógicas para que logren observar lo bien o mal que pudo haber resultado la experiencia, pero que, sin embargo, ésta nos sirva como un recurso de aprendizaje y experiencia que debemos aprovechar.

La construcción del conocimiento científico es altamente compleja, pues intervienen múltiples factores, pero podemos -los docentes- ayudar de alguna manera en la construcción de los aprendizajes por parte de los estudiantes. Lo anterior, nos muestra que uno de los puntos más importantes a tener en cuenta es la del docente como mediador de este proceso educativo, realizando clases de forma creativa, terrenales o mejor dicho con los pies en la tierra, de manera tal, que exponga evidencias teorías con situaciones del diario vivir y/o la experiencia particular de cada uno de los estudiantes, generando espacios de confianza y colaboración, así como promover la participación y el intercambio de ideas de manera respetuoso y justificadamente, con tal de entregarles una mirada de vida desde el aspecto “técnico”, como el compartir las experiencias y de esa forma generar la construcción e internalización del conocimiento. Finalmente, se debe añadir como último comentario, que toda la preparación del material audiovisual, consultas fuera de horario y apoyo en la revisión de informes y otros, significó un total de 90 horas extras, fuera de las programadas (aula y extra aula).

ANEXOS

Anexos:

1.1 Instrumentos de evaluación para momentos de la unidad (asignatura de Bioquímica).

Ejemplo de cuestionario

CONTENIDOS	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
• Estimo que los prácticos de laboratorio de bioquímica son necesarios para completar el aprendizaje acerca de la bioquímica.					
• Es necesario aprender la parte experimental de la bioquímica para sustentar la parte teórica.					
• Considero que la bioquímica necesita del apoyo de materias como la Química, física y las matemáticas.					
• Creo que se debe enseñar más bioquímica a nivel universitario.					
• La bioquímica experimental me ha resultado divertida.					
• Pienso que la metodología utilizada facilitó el aprendizaje.					
• El ambiente de aprendizaje permitió que yo desmitifique que la química sea una materia.					
• Las estrategias, métodos y técnicas utilizadas me han permitido desarrollar competencias básicas para mi formación académica.					
• Considero que en el laboratorio fue posible tener una participación activa.					
• La metodología que uso el docente/instructor ha permitido que yo construya mis aprendizajes.					

1.2 Evaluación del diseño evaluativo pedagógico.

Proceso evaluativo acorde a los objetivos planteados en los prácticos de bioquímica.

Curso	Bioquímica y Fisiología Microbiana	
Unidad	Prácticos de Laboratorio	Objetivo General
Objetivo de Aprendizaje o Competencias	Objetivos particulares de la evaluación: Operar con seguridad y correctamente los equipos de laboratorio, aplicar y realizar procedimientos correspondientes a los prácticos, resolver los posibles inconvenientes, analizándolos y proponiendo posibles soluciones. Finalmente, tomar decisiones de acuerdo a los acontecimientos y recabar toda la información obtenida, con el fin de elaborar un informe cuyas conclusiones expliquen el fenómeno provocado.	Los objetivos de los laboratorios de formación son múltiples, estos brindan oportunidades para desarrollar habilidades prácticas, habilidades intelectuales y habilidades transferibles, de la siguiente manera: 1. Habilidades prácticas. Utilizamos laboratorios de formación para la capacitación de los estudiantes para el mundo profesional. Muchos de nuestros/as estudiantes de hoy se convertirán en los profesionales del mañana, por tanto, los laboratorios Prácticos les permiten a los estudiantes pensar y actuar como “investigadores científicos” profesionales experimentando el equipo material, los protocolos y el entorno de trabajo de un laboratorio real adaptado a sus necesidades. 2. Habilidades intelectuales. Por supuesto, hay mucho más en las prácticas que el seguimiento de un conjunto de instrucciones. Los experimentos generan datos que deben ser adquiridos, procesados, analizados e interpretados. Lograr esto requiere aplicación, análisis y evaluación, que son destrezas de pensamiento de orden superior en la taxonomía de Bloom. Estas

		habilidades intelectuales son valoradas por diversos empresarios, tanto en el marco de las ciencias como fuera de él. 3. Habilidades personales o transferibles. Los prácticos de laboratorio tienen el potencial para desarrollar habilidades, tales como: trabajar en conjunto con sus compañeros/as de laboratorio y comunicación y organización eficaz. Para ello, deben desarrollar su trabajo grupal de laboratorio en base a la organización de tareas, resolución de problemas planteado y la administración del tiempo. Estas habilidades pueden beneficiar a cualquier estudiante del curso, sin importar en qué campo de trabajo se vaya a graduar.
--	--	--

Evaluación diagnóstica

DIAGNÓSTICO	
Actividad:	Analizar e integrar fundamentos y conceptos de los organismos vivos y la clasificación propia de estos. Analizar e integrar la organización celular y sus particularidades –Células Procariontes e Eucariontes- (Fisiología Microbiana)
Qué va a evaluar	Comprender en qué nivel o estado de conocimientos, están los estudiantes al comienzo de cada uno de los prácticos respecto al tema en particular y orientarles hacia una/s mejor/es toma/s de decisiones que faciliten y mejoren su aprendizaje durante el desarrollo del proceso educativo práctico.
Para qué (objetivos)	Lo que saben, o lo que los motiva y en qué condiciones de metacognición se encuentran.

Cuándo (momentos)	Durante la primera hora, se realiza una revisión de los objetivos del práctico e instrucciones de seguridad en caso que correspondan. Exposición Oral apoyada con Ppt. De esta manera, el o la estudiante tendrá la capacidad de comprender de manera general lo que sucede en el mundo microscópico, la importancia que los microorganismos tienen en procesos de la vida cotidiana e industrial, así como también el desarrollar sus habilidades que le permitirán el manejo apropiado y su correspondiente identificación. Además, será capaz de identificar los principales grupos bacterianos de importancia en la salud humana e industrial, sus propiedades morfológicas, estructurales y fisiológicas. Finalmente, el estudiante deberá administrar de buena forma el tiempo y los recursos para la realización de sus tareas.
Con qué (instrumentos)	Preguntas cerradas claves (dos o tres máx.) en formulario google (lista de cotejo). Si/No; Verdadero/Falso. Prueba diagnóstica, la cual tomaría nos mas de cinco minutos.
Quién Evalúa (Agente)	El docente (Prueba diagnóstica para determinar cuáles son sus saberes y mostrarles sus fortalezas y oportunidades de mejora).
Cómo utilizo las evidencias	Para identificar, si es necesario realizar ajustes a la planeación y cuales estudiantes requieren de un acompañamiento más cercano. Así mismo, nos es útil para poder aplicar las ideas de Ausubel, ya que acorde a su teoría, el aprendizaje significativo se logra cuando el estudiante conecta lo que sabía del tema con lo nuevo que aprendió. La utilización de resultados permite tener el perfil del estudiante de esta dimensión, programar actividades remediales, desarrollo de líneas base y la adecuación de los programas.
Qué decisión tomar	Retroalimentar personalmente y/o grupalmente las actividades a realizar antes del desarrollo de la experiencia. Además, de obtener evidencias de la cognición de los y las estudiantes.

Evaluación Formativa

FORMATIVA	
Actividad:	Llevar a la práctica el ensayo de laboratorio (en esta caso como ejemplo: tinción Gram).
Qué va a evaluar	Se evaluarán las diferentes acciones que debiesen realizar los y las estudiantes dentro del contexto universitarios de quinto semestre, por ejemplo (en la tinción Gram):

	- Evaluar la preparación de muestras bacterianas para su observacional microscopio; Aprender la tinción Gram, su secuencia y el por qué; Identificar morfologías de las bacterias mediante observación microscópica. Es decir, conocer el manejo de estas técnicas, le permitirá reconocer microscópicamente morfotipos bacterianos. - Para finalmente, realizar técnicas básicas de microbiología en el laboratorio microbiológica, como: ejecución de siembra microbiológica, preparación de frotis, realización de tinciones, manejo de microscopio, normas de bioseguridad, entre otras.
Para qué (objetivos)	El desempeño requerido en el laboratorio, debe ser evaluado de acuerdo a los objetivos formativos, los estudiantes, deben aprender a pensar, razonar, analizar, deducir, abstraer o inducir, aprender a leer y comprender lo que lee (guía), y ser capaces de expresar sus ideas, y “experimentar”, es decir llevar a cabo la experiencia propuesta. De manera de ser así formados intelectualmente. De igual modo, se les debe fomentar la honestidad, la responsabilidad, el valor civil, la justicia, la búsqueda de la verdad, el deseo de superación continua, el conocerse a asimismo y el aceptar sus limitaciones y capacidades son objetivos para lograr una formación humana en los estudiantes, que incluya una formación social, y que además pueden incluir objetivos como: convivencia, conocer y respetar las normas, culturas y tradiciones de grupos o instituciones, así como el aprender a discutir sus ideas con los demás –llevándolas al contexto del debate- respetando las Ideologías y otros puntos de vista diferentes (tolerancia). Además, se les evaluará respecto a la formación profesional, donde visualizaremos como él o la estudiante adquiere un sentido de la ética orientada a su profesión, que aprendan a dar lo mejor de sí mismo al realizar sus trabajos, desarrollando un espíritu de iniciativa responsable y creativa, y así busque las mejores maneras de sacar adelante su trabajo. En definitiva, se realizarán monitoreos y apoyos al aprendizaje durante el proceso propio del práctico, que permitirán que, los y las estudiantes cuenten continuamente con información que retroalimente sus procesos, progresos y logros de aprendizaje. Además, ayudará al propio docente a ir adecuando la enseñanza, a partir de toda esta retroalimentación Profesor-Estudiante.
Cuándo (momentos)	Durante las siguientes tres horas del práctico de laboratorio.
Con qué (instrumentos)	Lista de Cotejo.

Quién Evalúa (Agente)	El docente.
Cómo utilizo las evidencias	Las evidencias se utilizarán para la retroalimentación de los estudiantes. Con ello se les indicara, ya sea individualmente o grupalmente su fortalezas y debilidades (lista de cotejo).
Qué decisión tomar	Dependiendo de los diferentes desempeños de los/las estudiantes, se tomarán decisiones de cambios en la didáctica, adecuándolas a otras formas por parte del profesor, y se les orientará a los estudiantes en cambios en su razonamiento deductivo, ayudándoles a sus meta-cogniciones y con ello, que sean capaces de realizar las actividades planteadas, personalmente y/o grupalmente, durante el desarrollo de la experiencia (retroalimentación, más bibliografía).

Evaluación sumativa

SUMATIVA	
Actividad:	La evaluación se realizará con una prueba control al final del laboratorio, y que incluye todo lo realizado, este consta de 2 preguntas abiertas cortas de desarrollo (34% de la nota del práctico de Lab). Además, se le solicita junto al informe de práctico (33%) cada 15 días), donde solo se les entregará el puntaje final obtenido de una rúbrica conocida y la nota la pondrá el grupo y repartirá el puntaje final de acuerdo a sus criterios, sin intervención del profesor. Junto al informe, se debe realizar una unidad de investigación (1 hoja máx., equivalente a un 33% de la nota) por cada bloque de los contenidos pertinentes a las unidades de aprendizaje (tema libre, pero relacionado con el práctico en sí). El promedio de notas de ambos trabajos equivale al otro 66% de la nota final del práctico de laboratorio.
Qué va a evaluar	Evaluar la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso, para vincularla con los resultados que arrojan al cierre del práctico de laboratorio.
Para qué (objetivos)	Con el propósito de identificar en qué medida se cumplieron los objetivos establecidos al inicio de las actividades prácticas.
Cuándo (momentos)	Control de salida del práctico, informe final del mismo y unidad de investigación.
Con qué (instrumentos)	Por cada práctico, habrá una prueba de desarrollo denominada control de inicio (dos preguntas, 33% de la nota final del práctico) de carácter individual; además, se les solicitará un informe del práctico grupal (4 estudiantes), que junto a una unidad de investigación de un tema

	relacionado al práctico (de carácter individual) o a su metodología y/o sus aplicaciones clínicas y/o industriales y/o de desarrollo del conocimiento y el impacto de cualquiera de estas en estas en nosotros. • El informe grupal será evaluado con una rúbrica y equivaldrá al 34% de la nota final. Además, los y las estudiantes del grupo, se coevaluarán en este informe final de laboratorio, pues ellos/ellas se asignarán la nota correspondiente al informe, distribuyendo a sus propias apreciaciones –de acuerdo al trabajo realizado por cada uno- asignándose la nota correspondiente al informe. El puntaje final es de 28 puntos, que deberán ser distribuidos por los mismos estudiantes (4 estudiantes por grupo) en forma proporcional o sesgada, de mutuo acuerdo, sin restricciones por parte del profesor. • El informe de investigación es personal y recibirá el apoyo del docente, cuando este lo solicite, y la retroalimentación correspondiente (equivale a un 33% de la nota final del práctico).
Quién Evalúa (Agente)	El docente y los/las estudiantes.
Cómo utilizo las evidencias	Esta va dirigida a obtener una serie de conclusiones sobre el proceso enseñanza-aprendizaje. Lo que obtiene, es una acumulación de datos respecto al proceso concebido globalmente. Su preocupación fundamental es el control de los resultados del aprendizaje, controla la calidad del producto final, determinando los objetivos educativos estipulados fueron alcanzados, y en qué medida fueron obtenidos para cada uno de los alumnos.
Qué decisión tomar	La evaluación sumativa se realiza al finalizar un proceso de aprendizaje, con ésta, podemos otorgar alguna calificación, lo que conlleva el aprobar o reprobar el práctico o la asignatura en particular, en definitiva, tiene por objeto certificar, generalmente mediante una calificación, los aprendizajes logrados por los alumnos.

2.1 Instrumentos de evaluación

Evaluación diagnóstica

Indicaciones formales de la actividad	
Aplicación de la evaluación (escrita u oral) Diagnóstica	Prueba de diagnóstico: consiste en formulario google, con tres o cinco preguntas de verdadero fácil de rápida respuesta.

Modalidad de la evaluación (individual o grupal, si es grupal indique cantidad de estudiantes)	La prueba diagnóstica es individual y como tal, no tiene calificación, más bien con ella se conocerán las lagunas, posibilidades y limitaciones de cada estudiante o grupo, con el fin de que se pueda personalizar la orientación o ayuda y, en su caso, habría que cerciorarse de la dificultad de que alguno inicie el curso, o precise determinados refuerzos, al no poseer las competencias mínimas requeridas para el seguimiento ordinario del proceso. Además, reconoceremos quienes realmente al leído y entendido las actividades a realizar (ver ejemplo más abajo).
Sesiones de trabajo	Durante los primeros 10 minutos, se realiza prueba diagnóstica; el práctico cuenta con un tiempo de cuatro horas cronológicas.
Materiales solicitados	Todo el equipamiento y materiales es proporcionado por la institución. Solo se requiere un lápiz, goma de borrar si corresponde y una libreta de notas para registrar datos u observaciones realizadas.
Formato de entrega	Presencial o vía streaming (por razones de pandemia).
Puntaje	No tiene calificación, solo es tipo evaluativa para la retroalimentación, el mirarnos y el cuestionamiento realizado autocríticamente (Zabala, 1998).³ • Sin embargo, sin una evaluación inicial falta el conocimiento previo que es preciso poseer de una persona en pleno desarrollo para poder adecuar la enseñanza a sus condiciones de aprendizaje, y cumplir de esta forma la función reguladora que hemos asignado a la evaluación. • En la misma línea, Zabala (1993) se pregunta, ¿qué saben los estudiantes en relación a lo que se les quiere enseñar?, ¿qué experiencias han tenido?, ¿qué son capaces de aprender?, ¿cuáles son sus intereses?, ¿cuáles son sus estilos de aprendizaje? Al tiempo que plantea que “la evaluación ya no puede ser estática, de análisis de resultados, sino que se convierte en un proceso. • Y una de las primeras fases del proceso consiste en conocer lo que cada uno de los alumnos sabe, sabe hacer y es, y que puede llegar a saber, saber hacer o ser, y cómo aprenderlo para permitirnos, en relación con los objetivos y contenidos de aprendizaje previstos, establecer el tipo de actividades y tareas que tienen que facilitar el aprendizaje de cada estudiante. • Al evaluar los conocimientos, el entorno, la situación previa de los estudiantes, permite adecuar estratégicamente el proceso de enseñanza aprendizaje. En este sentido, “la evaluación inicial se

³ Zabala Vidiella, Antoni (1998), "La práctica educativa. Cómo enseñar, 4ª ed., Barcelona, Graó.

	constituye en un referente para conjugar los requerimientos prácticos de la evaluación formativa y la atención a la diversidad”.
--	--

Ejemplo instrumento de evaluación diagnóstica

Cuestionario de entrada laboratorio
Tinción Gram

Escoja la columna y valora con un cinco (5) a la que le des mayor valoración y con un uno (1) a la que encuentres que tiene menor valoración para usted.

Pregunta sin título 1 punto

	Verdadero	Falso
¿Con la tinción Gram puedo diferenciar células procariotes de las eucariotes?	☐	☐
Las células que se tiñen violeta son Gram positivas	☐	☐
Los fundamentos de la diferenciación entre ambos grupos se basan en las características diferentes de las paredes celulares entre bacterias.	☐	☐
Únicamente las bacterias Gram negativas tienen peptidoglicano.	☐	☐
Una de las diferencias entre las bacterias Gram positivas y Gram negativas es que las primeras carecen de membrana externa y su capa de peptidoglicano es mucho más gruesa.	☐	☐

Evaluación formativa

Indicaciones formales de la actividad	
Aplicación de la evaluación (escrita u oral) Formativa	La evaluación formativa trata de proporcionar una información continuada, tanto al estudiante (feedback) como al docente, con el fin de posteriormente, tomar decisiones. Pretende que el estudiante corrija defectos y confusiones, supere dificultades y adquiera competencias que se han detectado como ausentes en la prueba o trabajo de evaluación propuesto. Interesa conocer qué es lo que el estudiante no sabe y debería saber, lo que no domina suficientemente y debería dominar. Por lo tanto, es una comunicación directa entre estudiante/profesor en un proceso de aprendizaje y retroalimentación mutua.
Modalidad de la evaluación (individual o grupal, si es grupal indique cantidad de estudiantes)	La evaluación es grupal (4 estudiantes) e individual a la vez, es decir, se evalúa individualmente, pero se califica al grupo de acuerdo a la distribución de roles, a través de una conversación directa entre los participantes del grupo de trabajo, para luego retroalimentar su cognición y habilidades psicosociales. El académico, en esta interacción cercana, utiliza su influencia sobre los estudiantes para que ellos/ellas se desarrollen integralmente como individuo, no tan solo aprendiendo destrezas en el ámbito profesional, sino también en el ámbito valórico, cultural y social, de acuerdo al modelo educativo de la institución.

	Dentro de las habilidades sociales se considera la capacidad para comunicarse como una competencia genérica importante a desarrollar por todos los alumnos, definiéndose de la siguiente manera: “Poseer habilidades comunicativas, orales y escritas para interactuar efectivamente con los demás, expresando ideas y sentimientos”. También, se considera el “trabajo colaborativo”, que se entiende como la capacidad de establecer relaciones dialogantes para el intercambio de aportes constructivos con otras disciplinas y su actuar ético en el desarrollo de su formación profesional, es decir, trabaja de manera asociativa en la consecución de objetivos.
Sesiones de trabajo	Una sesión de trabajo en el laboratorio (cuatro horas), además de lo extra aula equivalente a la misma cantidad de tiempo.
Materiales solicitados	Todos los materiales, equipos e insumos son proporcionados por la unidad respectiva (reactivos, medios de cultivo, , estándares peso molecular, bacterias, etc.).
Formato de entrega	No aplica

Ejemplo de Instrumento de evaluación formativa

ASIGNATURA: Laboratorio de Bioquímica y Fisiología microbiana
DOCENTE: Jorge Cortés Mella
NIVEL: SEMESTRE V
PERÍODO ACADÉMICO: 2021
SEMANA: IX
FECHA: 21 junio de 2021
Sección: Sección 1; Mesón #1.
Técnica: Tinción Gram.
Objetivo: Operar correctamente los equipos de laboratorio para la identificación de células mediante la técnica de tinción.

Criterios e Indicadores de la Evaluación	Participante 1:			Participante 2:			Participante 3:			Participante 4:		
	Escala		Observaciones	Escala		Observaciones	Escala		Observaciones	Escala		Observaciones
	SI	NO		SI	NO		SI	NO		SI	NO	
1 Estudia los antecedentes entregados en la guía del práctico												
2 Procedimental												
3 Manipulan los reactivos correctamente.												
4 Toman la muestra y diluyen las bacterias a correctamente												
5 Fijan las bacterias sobre el portaobjeto sin dañar las muestras												
6 Tíñen y lavan las muestras biológicas con la secuencia correcta de tintas y tiempos												
7 Identifican las partes del microscopio												
8 Conectan y desconectan el equipo una vez terminado el práctico												
9 Manipulan correctamente el equipo microscopio.												
10 Realiza la interpretación de las tinciones obtenidas												
11 Actitudinal												
12 Asistencia												
13 Muestra puntualidad												
14 Se expresa en el lenguaje adecuado (químico y lingüístico)												
15 Mantiene una actitud respetuosa (en clases y en el lab.)												
16 Aplica normas de seguridad en el laboratorio (incluyendo portar la bata y pelo recogido)												
17 Sigue las instrucciones proporcionadas												
18 Cumple con las normas de seguridad												
19 Trabajan en forma segura y adecuada las muestras biológicas												
20 Trabaja en forma colaborativa en equipo												

Evaluación sumativa1

Indicaciones formales de la actividad	
Aplicación de la evaluación (escrita u oral) Sumativa1.	Informe Escrito de Laboratorio: “El proceso de aprendizaje durante el desarrollo de un <i>trabajo de laboratorio</i> , se fundamenta en la teoría de Campos Conceptuales. Ésta considera que se aprende en acción frente a situaciones, logrando el desarrollo conceptual y procedimental de manera indisoluble. Las situaciones novedosas, es decir, aquellas para las cuales el aprendiz no tiene esquemas de solución, se emplean para mediar el aprendizaje de nuevos referentes, significados y relaciones, y representaciones simbólicas, y así para la formación de nuevos esquemas”.
Modalidad de la evaluación coevaluativa (individual o grupal, si es grupal indique cantidad de estudiantes)	Este informe es grupal, donde 4 estudiantes deben distribuirse las tareas para el desarrollo y entrega de dicho informe. Debe incluir una introducción, materiales y métodos, resultados, conclusiones y bibliografía. La nota del informe será obtenida de acuerdo al puntaje obtenido en la rúbrica y los o las estudiantes deberán asignarse de acuerdo a sus propias convicciones la nota correspondiente. El puntaje máximo son 52x4 puntos (52 puntos máx. c/u) que deberán ser distribuidos entre los cuatro integrantes. Cada grupo se redistribuirá el puntaje obtenido de acuerdo a su propias percepciones de las labores y responsabilidades asumidas y cumplidas entre ellos mismos.
Sesiones de trabajo	Debe cumplir con cuatro horas extra aula.
Materiales solicitados	No aplica
Formato de entrega	Documento en Word, es evaluado según rúbrica.
Puntaje	34% nota final del práctico.

Ejemplo de Instrumento de evaluación sumativa1

Dimensión/Criterio	Muy bueno (4)	Bueno (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)	Puntaje Óptimo
Introducción (x2)	Presenta el problema biológico sustentado por bibliografía, resumiendo la investigación relevante, convergiendo hacia objetivos claros y precisos	El problema está revisado completamente, a pesar de que sí presenta alguna fuente bibliográfica y objetivos claros y precisos.	El problema está no revisado completamente, sustentado por bibliografía. Sin embargo, Los objetivos no son claros y/o precisos.	El problema no está revisado completamente. Carece de fuentes bibliográficas. Los objetivos no son claros y/o precisos.	8
Métodos (x2)	Describe breve, clara y correctamente todas las metodologías utilizadas, incluyendo citas bibliográficas cuando corresponde.	Incluye todas las metodologías utilizadas, pero la descripción de alguna es incorrecta, poco clara o extensa, o faltan citas bibliográficas.	Omite una de las metodologías utilizadas o la descripción de dos de las metodologías utilizadas son incorrectas, poco claras o extensas.	Omite dos o más de las metodologías utilizadas o la descripción de tres o más de las metodologías utilizadas son incorrectas, poco claras o extensas	8

Resultados (x3)	Presenta todos los resultados, están organizados en tablas o gráficos cuando corresponde, los cuales poseen variables y unidades en todos los casos.	Presenta todos los resultados, organizados en tablas o gráfico cuando corresponde, sin embargo, uno o más carece(n) de la variable o de la unidad.	Presenta todos los resultados, organizados en tablas o gráfico cuando corresponde, sin embargo, comete errores conceptuales al describir alguno(s) de ellos. *Obtendrá este criterio aunque los resultados posean variables o unidades.	Omite el resultado de alguno de los experimentos. *Obtendrá este criterio aunque el resto de los resultados posean variables o unidades o los describa correctamente.	12
Formato (x1)	El informe incluye todas las secciones, respetando formato y longitud de acuerdo a las instrucciones	El informe incluye todas las secciones, pero no respeta formato y/o longitud especificada.	El informe carece de alguna de las secciones. *Obtendrá este criterio aunque el resto de las secciones respeten el formato y longitud.	El informe carece de dos o más secciones. *Obtendrá este criterio aunque el resto de las secciones respeten el formato y longitud.	4
Ortografía y gramática (x1)	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. No presenta errores de ortografía y gramaticales.	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. Presenta 1 o 4 errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página.	El texto es coherente, identificándose ideas principales y secundarias. Presenta 5 o más errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página	Las ideas principales no se diferencian de las secundarias. Presenta 5 o más errores de ortografía o puntuación del idioma español, por página.	4
Apreciación global (x2)	El trabajo denota dedicación, comprensión del tema y del trabajo científico.	El trabajo denota comprensión del tema y del trabajo científico, pero se aprecia confusión y/o despreocupación en algunos aspectos.	El trabajo denota comprensión del tema y del trabajo científico, pero falta análisis crítico de los resultados	Hay más aspectos que sugieren confusión que comprensión.	8
Conclusiones (x2)	Se exponen una conclusiones claras en estrecha relación con el tema y los argumentos expuestos.	Las conclusiones tienen parcial relación con el tema o con los argumentos expuestos.	Las conclusiones tienen escasa relación con parte del trabajo expuesto.	Las conclusiones no guardan relación con el tema, ni con los argumentos.	8
Puntaje máximo (x4)					52
Puntaje mínimo obtención nota 4,0 (60%)					31

Evaluación sumativa2

Indicaciones formales de la actividad	
Aplicación de la evaluación (escrita u oral) Sumativa2.	Control de salida de Laboratorio.
Modalidad de la evaluación (individual o	Control escrito de carácter individual, que consta de dos preguntas a posterior de haber realizado el práctico de laboratorio. Las preguntas

grupal, si es grupal indique cantidad de estudiantes)	
Sesiones de trabajo	Últimos 15 minutos de las horas de práctico de laboratorio asignada.
Materiales solicitados	No se requieren.
Formato de entrega	Hoja impresa
Puntaje	33% nota final

Ejemplos de preguntas en el control de salida

Control Lab#1

Respecto a la centrifugación

- Explique qué es la centrifugación diferencial y la centrifugación en gradiente y para que se utilizará cada una de ellas.
- ¿Qué es el método de Bradford y por qué la absorbancia de una proteína se lee a una longitud de 595 nm?

Control Lab#2

Defina con sus propias palabras ¿qué es una curva patrón?, y explique:

Control Lab#3

En la determinación de la actividad enzimática de la β -gal: ¿cuáles son las razones del uso del ONPG y del ONP en este estudio de análisis enzimático?

Control Lab#4

Respecto a la PAGE-SDS ¿Qué es electroforesis en geles? y ¿Cuáles son las razones de utilizar SDS y β -Mercaptoetanol?

Control Lab#5

Respecto al área microbiológica:

- ¿Explique y describa la tinción Gram y para que se utiliza?
- ¿Y cuáles son los dos sistemas de esterilización más utilizados en un laboratorio microbiológico? (Indicando las condiciones del equipo).

Evaluación sumativa3

Indicaciones formales de la actividad	
Aplicación de la evaluación (escrita u oral) Sumativa3.	Unidad de investigación (Informe escrito).
Modalidad de la evaluación (individual o grupal, si es grupal indique cantidad de estudiantes)	Informe escrito de carácter individual, con un máximo una carilla (1 hoja) y que desarrolle un tema que le sea propio (ya sea de acuerdo a sus intereses o carrera), pero basado en la metodología igual o similar del práctico de laboratorio realizado.
Sesiones de trabajo	Tienen 15 días a partir del término del práctico de laboratorio.
Materiales solicitados	No aplica
Formato de entrega	Hoja impresa o virtual.
Puntaje	33% nota final

Rubrica correspondiente a unidad de investigación

CATEGORÍA	4 Sobresaliente	3 Notable	2 Aprobado	1 Insuficiente
Extensión y formato	El informe responde a todas las preguntas solicitadas y todas las preguntas se responden con al menos tres párrafos cada una.	Se responde a todas las preguntas solicitadas y la mayoría de las preguntas se contestan con al menos dos párrafos cada una	Se responde a todas las preguntas solicitadas y la mayoría de las preguntas se contestan con un párrafo cada una	Una o más de las preguntas planteadas no se contestan.
Gramática y ortografía	No hay errores de gramática, ni ortografía ni errores de puntuación y acentos.	Casi no hay errores de gramática, ortografía ni errores de puntuación y acentos.	Se leen unos pocos errores gramaticales, y hay algunos errores de puntuación y acentos.	Existen muchos errores gramaticales, ortografía, y también hay errores de puntuación y acentos.
Organización de la información	La información está muy bien organizada en párrafos e incluye subtítulos	La información está bien organizada en párrafos y a veces incluye subtítulos	Se organiza la información pero los párrafos no están bien contruidos.	La información aparece muy desorganizada

Conclusiones	Se exponen unas conclusiones claras en estrecha relación con el tema y los argumentos expuesto	Las conclusiones tienen parcial relación con el tema o con los argumentos expuestos	Las conclusiones tienen escasa relación con parte del trabajo expuesto.	Las conclusiones no guardan relación con el tema, ni con los argumentos
---------------------	--	---	---	---

3.1 Programación semestral de los prácticos de laboratorio de Bioquímica y Fisiología Microbiana

Semana 1 (05 abril al 09 abril):

- Reunión con los integrantes de los diferentes grupos de laboratorio
- Distribución de integrantes de los subgrupos de los prácticos de laboratorio
- Presentación de normas de seguridad en un laboratorio de índole químico-biológico.
- Reconocimiento de las instalaciones, entradas y salidas de emergencia, así como sistemas de corte general (gas, luz, agua), y equipos de emergencia.
- Presentación de la programación de los prácticos (mirada general de todos ellos) y entrega (directa o virtual) de las guías de laboratorio.
- Acuerdo profesor-estudiantes del proceso evaluativo y coevaluativo, así como entrega de rubricas, lista de cotejo y otros.
- Se les solicita avanzar en las lecturas del siguiente práctico (cada dos semanas), realización de cálculos, disoluciones y preguntas de dudas respecto a la técnica a realizar. Además, se les apoya, en el transcurso de la semana sin laboratorio, en la revisión del texto del informe, conclusiones y cálculos que deben ser entregados en el informe del práctico de laboratorio.

Semana 3 (19 abril al 23 abril): Práctico N°1 “Centrifugación”

- **Logros de Aprendizaje:** Analizar e integrar fundamentos y conceptos físico-químicos de la “centrifugación” realizando una adecuada homogenización de células, separación de orgánulos, y macromoléculas biológicas.
- **Contenidos Fundamentales:** La técnica de centrifugación es un procedimiento poderoso y de aplicación general para separar y analizar células, orgánulos, y macromoléculas biológicas. Una partícula moviéndose en un círculo de radio r a una velocidad angular w queda sujeta a una aceleración o campo centrífugo de magnitud w^2r (uso práctico de centrifugas y su cálculo para rotores adecuados de acuerdo a las especificaciones técnicas).

- **Inicio Práctico:** (Evaluación diagnóstica) realización de un *Quicktest* de no más de 3 preguntas rápidas (Si/No o Verdadera/Falso, que no lleve más allá de 5 minutos, realizada vía *google forms* y que pueda mostrar la estadística de las respuesta correctas o incorrectas a todos los y las estudiantes). A posterior, exposición oral a través de los *power point* (ppt) de los conceptos y propiedades y el trabajo que deben realizar, con los detalles del práctico de laboratorio y sus indicaciones de protocolo, seguridad particular, el propósito del práctico y video del proceso si así es requerido.
- **Evaluación Procedimental:** en este proceso se evaluará el desempeño necesario y requerido en el laboratorio, de acuerdo a los objetivos formativos para con los estudiantes, los cuales son: aprender a pensar, razonar, analizar, deducir, abstraer o inducir, aprender a leer y comprender lo que lee (guía), y ser capaces de expresar sus ideas, y “experimentar”, es decir llevar a cabo la experiencia propuesta. De manera de ser así formados intelectualmente. Además, debe incluir objetivos como: convivencia, conocer y respetar las normas, culturas y tradiciones de grupos o instituciones, así como el aprender a discutir sus ideas con los demás –llevándolas al contexto del debate- respetando las Ideologías y otros puntos de vista diferentes (tolerancia). En definitiva, se realizarán monitoreos y apoyos al aprendizaje durante el proceso propio del práctico, que permitirán que, los y las estudiantes cuenten continuamente con información que retroalimente sus procesos, progresos y logros de aprendizaje. Además, ayudará al propio docente a ir adecuando la enseñanza, a partir de toda esta retroalimentación Profesor-Estudiante (lista de cotejo individual-grupal).
- **Control de salida de Práctico de Laboratorio:** Se evaluará y calificará con realizando una prueba control al final del laboratorio (sumativa), y que incluye lo todo lo realizado, este consta de 2 preguntas cortas de desarrollo (34% de la nota del práctico de Lab).
- **Unidad de investigación:** deberán realizar una unidad de investigación individual, de una página de extensión máximo, y en donde se utilice la técnica ensayada en el práctico y que posea un uso en un proceso científico, industrial o médico (corresponde al 33% nota final del práctico, Rubrica 1).
- **Informe Final Práctico de Laboratorio:** Deberán realizar un informe grupal de laboratorio (dos semanas de plazo entrega), cuya evaluación será realizada de acuerdo a la rúbrica (2), entregándoles solo el puntaje final, que del cual dispondrán para ser distribuidos por los propios integrantes de acuerdo a sus criterios coevaluativos. Finalmente, se les solicita avanzar en las lecturas del siguiente práctico (cada dos semanas), realización de cálculos, disoluciones y preguntas de dudas respecto a la técnica a realizar.

Semana 5 (03 mayo al 07 mayo): Práctico N°2 “Método de Bradford”

- **Logros de Aprendizaje:** Analizar e integrar fundamentos y conceptos de los aminoácidos, péptidos y proteínas, relacionando, sus estructuras y funciones propias de estos elementos fundamentales, y basándose en ciertas propiedades de estas como: que las moléculas absorben radiación electromagnética y que la cantidad absorbida depende de forma lineal de la concentración.
- **Contenidos Fundamentales:** La técnica de espectroscopia de absorción es un procedimiento de aplicación general para determinación de proteínas en una muestra biológica cualquiera (Método de Bradford). Aplicación de la Ley de Lambert-Beer.
- **Inicio Práctico:** (Evaluación diagnóstica) realización de un *Quicktest* de no más de 3 preguntas rápidas (Si/No o Verdadera/Falso, que no lleve más allá de 5 minutos, realizada vía *google forms* y que pueda mostrar la estadística de las respuestas correctas o incorrectas a todos los y las estudiantes). A posterior, exposición oral a través de los *power point* (ppt) de los conceptos y propiedades y el trabajo que deben realizar, con los detalles del práctico de laboratorio y sus indicaciones de protocolo, seguridad particular y el propósito del práctico.
- **Evaluación Procedimental:** en este proceso se evaluará el desempeño necesario y requerido en el laboratorio, de acuerdo a los objetivos formativos para con los estudiantes, los cuales son: aprender a pensar, razonar, analizar, deducir, abstraer o inducir, aprender a leer y comprender lo que lee (guía), y ser capaces de expresar sus ideas, y “experimentar”, es decir llevar a cabo la experiencia propuesta. De manera de ser así formados intelectualmente. Además, debe incluir objetivos como: convivencia, conocer y respetar las normas, culturas y tradiciones de grupos o instituciones, así como el aprender a discutir sus ideas con los demás –llevándolas al contexto del debate- respetando las Ideologías y otros puntos de vista diferentes (tolerancia). En definitiva, se realizarán monitoreos y apoyos al aprendizaje durante el proceso propio del práctico, que permitirán que, los y las estudiantes cuenten continuamente con información que retroalimente sus procesos, progresos y logros de aprendizaje. Además, ayudará al propio docente a ir adecuando la enseñanza, a partir de toda esta retroalimentación Profesor-Estudiante (lista de cotejo individual-grupal).
- **Control de salida de Práctico de Laboratorio:** Se evaluará y calificará con realizando una prueba control al final del laboratorio (sumativa), y que incluye lo todo lo realizado, este consta de 2 preguntas cortas de desarrollo (33% de la nota del práctico de Lab).
- **Unidad de investigación:** deberán realizar una unidad de investigación individual, de una página de extensión máximo, y en donde se utilice la técnica ensayada en

el práctico y que posea un uso en un proceso científico, industrial o médico (corresponde al 33% nota final del práctico, Rubrica 1).

- **Informe Final Práctico de Laboratorio:** Deberán realizar un informe grupal de laboratorio (dos semanas de plazo entrega), cuya evaluación será realizada de acuerdo a la rúbrica (34% de la nota final del práctico), entregándoles solo el puntaje final y del cual dispondrán un puntaje como grupo, que ha de ser distribuido por los propios integrantes, de acuerdo a sus criterios coevaluativos. Finalmente, se les solicita avanzar en las lecturas del siguiente práctico (cada dos semanas), realización de cálculos, disoluciones y preguntas de dudas respecto a la técnica a realizar.

Semana 7 (17 mayo al 20): Práctico N°3 “Cromatografía en Geles de Poliacrilamida-SDS”

- **Logros de Aprendizaje:** Integrar conocimientos y contenidos, en un trabajo extremadamente colaborativo que incluye la resolución de problemas reales al enfrentarse a variables no predecibles, así como conocer los fundamentos y conceptos de la electroforesis en geles de poliacrilamida, como metodología para la determinación de MM de péptidos y proteínas.
- **Contenidos Fundamentales:** Conocer los fundamentos y aplicaciones de la electroforesis de proteínas en geles de poliacrilamida, y comparar la movilidad electroforética de proteínas (albúminas) de distintas muestras vegetales, realizando un análisis comparativo de estas (las más preponderantes), así como los diferentes problemas que hayan tenido que enfrentar.
- **Inicio Práctico:** (Evaluación diagnóstica) realización de un *Quicktest* de no más de 3 preguntas rápidas (Si/No o Verdadera/Falso, que no lleve más allá de 5 minutos, realizada vía *google forms* y que pueda mostrar la estadística de las respuesta correctas o incorrectas a todos los y las estudiantes). A posterior, exposición oral a través de los *power point* (ppt) de los conceptos y propiedades y el trabajo que deben realizar, con los detalles del práctico de laboratorio y sus indicaciones de protocolo, seguridad particular y el propósito del práctico.
- **Evaluación Procedimental:** en este proceso se evaluará el desempeño necesario y requerido en el laboratorio, de acuerdo a los objetivos formativos para con los estudiantes, los cuales son: aprender a pensar, razonar, analizar, deducir, abstraer o inducir, aprender a leer y comprender lo que lee (guía), y ser capaces de expresar sus ideas, y “experimentar”, es decir llevar a cabo la experiencia propuesta. De manera de ser así formados intelectualmente. Además, debe incluir objetivos como: convivencia, conocer y respetar las normas, culturas y tradiciones de grupos o instituciones, así como el aprender a discutir sus ideas con los demás –llevándolas al contexto del debate- respetando las Ideologías y otros puntos de vista diferentes

(tolerancia). En definitiva, se realizarán monitoreos y apoyos al aprendizaje durante el proceso propio del práctico, que permitirán que, los y las estudiantes cuenten continuamente con información que retroalimente sus procesos, progresos y logros de aprendizaje. Además, ayudará al propio docente a ir adecuando la enseñanza, a partir de toda esta retroalimentación Profesor-Estudiante (lista de cotejo individual-grupal).

- **Control de salida de Práctico de Laboratorio:** Se evaluará y calificará con realizando una prueba control al final del laboratorio (sumativa), y que incluye lo todo lo realizado, este consta de 2 preguntas cortas de desarrollo (33% de la nota del práctico de Lab).
- **Unidad de investigación:** deberán realizar una unidad de investigación individual, de una página de extensión máximo, y en donde se utilice la técnica ensayada en el práctico y que posea un uso en un proceso científico, industrial o médico (corresponde al 33% nota final del práctico, Rubrica 1).
- **Informe Final Práctico de Laboratorio:** Deberán realizar un informe grupal de laboratorio (dos semanas de plazo entrega), cuya evaluación será realizada de acuerdo a la rúbrica (34% de la nota final del práctico), entregándoles solo el puntaje final y del cual dispondrán un puntaje como grupo, que ha de ser distribuido por los propios integrantes, de acuerdo a sus criterios coevaluativos. Finalmente, se les solicita avanzar en las lecturas del siguiente práctico (cada dos semanas), realización de cálculos, disoluciones y preguntas de dudas respecto a la técnica a realizar.

Semana 9 (31 mayo al 04): Práctico N°4 “Determinación de la Actividad Enzimática de la beta-galactosidasa”

- **Logros de Aprendizaje:** Identificar los principios de actividad enzimática y su influencia en las reacciones bioquímicas. Así como, analizar e integrar los fundamentos y conceptos de cinética enzimática (Michaelis-Menten), sus mecanismos de regulación y su significado biológico al relacionar, sus estructuras y las funciones propias de estos elementos fundamentales.
- **Contenidos Fundamentales:** Medir la velocidad de una reacción enzimática mediante espectrofotometría, utilizando un sustrato cromogénico, y observar la variación de la velocidad con respecto a la concentración de sustrato, en la reacción catalizada por la β -galactosidasa.
- **Inicio Práctico:** (Evaluación diagnóstica) realización de un *Quicktest* de no más de 3 preguntas rápidas (Si/No o Verdadera/Falso, que no lleve más allá de 5 minutos, realizada vía *google forms* y que pueda mostrar la estadística de las respuesta correctas o incorrectas a todos los y las estudiantes). A posterior, exposición oral a través de los *power point* (ppt) de los conceptos y propiedades y el trabajo que

deben realizar, con los detalles del práctico de laboratorio y sus indicaciones de protocolo, seguridad particular y el propósito del práctico.

- **Evaluación Procedimental:** en este proceso se evaluará el desempeño necesario y requerido en el laboratorio, de acuerdo a los objetivos formativos para con los estudiantes, los cuales son: aprender a pensar, razonar, analizar, deducir, abstraer o inducir, aprender a leer y comprender lo que lee (guía), y ser capaces de expresar sus ideas, y “experimentar”, es decir llevar a cabo la experiencia propuesta. De manera de ser así formados intelectualmente. Además, debe incluir objetivos como: convivencia, conocer y respetar las normas, culturas y tradiciones de grupos o instituciones, así como el aprender a discutir sus ideas con los demás –llevándolas al contexto del debate- respetando las Ideologías y otros puntos de vista diferentes (tolerancia). En definitiva, se realizarán monitoreos y apoyos al aprendizaje durante el proceso propio del práctico, que permitirán que, los y las estudiantes cuenten continuamente con información que retroalimente sus procesos, progresos y logros de aprendizaje. Además, ayudará al propio docente a ir adecuando la enseñanza, a partir de toda esta retroalimentación Profesor-Estudiante (lista de cotejo individual-grupal).
- **Control de salida de Práctico de Laboratorio:** Se evaluará y calificará con realizando una prueba control al final del laboratorio (sumativa), y que incluye lo todo lo realizado, este consta de 2 preguntas cortas de desarrollo (34% de la nota del práctico de Lab).
- **Unidad de investigación:** deberán realizar una unidad de investigación individual, de una página de extensión máximo, y en donde se utilice la técnica ensayada en el práctico y que posea un uso en un proceso científico, industrial o médico (corresponde al 33% nota final del práctico, Rubrica 1).
- **Informe Final Práctico de Laboratorio:** Deberán realizar un informe grupal de laboratorio (dos semanas de plazo entrega), cuya evaluación será realizada de acuerdo a la rúbrica (34% de la nota final del práctico), entregándoles solo el puntaje final y del cual dispondrán un puntaje como grupo, que ha de ser distribuido por los propios integrantes, de acuerdo a sus criterios coevaluativos. Finalmente, se les solicita avanzar en las lecturas del siguiente práctico (cada dos semanas), realización de cálculos, disoluciones y preguntas de dudas respecto a la técnica a realizar.

Semana 11 (14 junio al 18 junio): Práctico N°5 “Medios de cultivo, Condiciones y Siembra de Microorganismos”

- **Logros de Aprendizaje:** Analizar e integrar fundamentos y conceptos de los organismos vivos y la clasificación propia de estos. Analizar e integrar la

organización celular y sus particularidades –Células Procariontes e Eucariontes- (Fisiología Microbiana).

- **Contenidos Fundamentales:** Familiarizarse con el cultivo de microorganismo en el laboratorio. Además, caracterizar colonias bacterianas que se desarrollen en los medios de cultivo y apreciar la diversidad de microorganismos que se encuentran en nuestro entorno inmediato.
- **Inicio Práctico:** (Evaluación diagnóstica) realización de un *Quicktest* de no más de 3 preguntas rápidas (Si/No o Verdadera/Falso, que no lleve más allá de 5 minutos, realizada vía *google forms* y que pueda mostrar la estadística de las respuesta correctas o incorrectas a todos los y las estudiantes). A posterior, exposición oral a través de los *power point* (ppt) de los conceptos y propiedades y el trabajo que deben realizar, con los detalles del práctico de laboratorio y sus indicaciones de protocolo, seguridad particular y el propósito del práctico.
- **Evaluación Procedimental:** en este proceso se evaluará el desempeño necesario y requerido en el laboratorio, de acuerdo a los objetivos formativos para con los estudiantes, los cuales son: aprender a pensar, razonar, analizar, deducir, abstraer o inducir, aprender a leer y comprender lo que lee (guía), y ser capaces de expresar sus ideas, y “experimentar”, es decir llevar a cabo la experiencia propuesta. De manera de ser así formados intelectualmente. Además, debe incluir objetivos como: convivencia, conocer y respetar las normas, culturas y tradiciones de grupos o instituciones, así como el aprender a discutir sus ideas con los demás –llevándolas al contexto del debate- respetando las Ideologías y otros puntos de vista diferentes (tolerancia). En definitiva, se realizarán monitoreos y apoyos al aprendizaje durante el proceso propio del práctico, que permitirán que, los y las estudiantes cuenten continuamente con información que retroalimente sus procesos, progresos y logros de aprendizaje. Además, ayudará al propio docente a ir adecuando la enseñanza, a partir de toda esta retroalimentación Profesor-Estudiante (lista de cotejo individual-grupal).
- **Control de salida de Práctico de Laboratorio:** Se evaluará y calificará con realizando una prueba control al final del laboratorio (sumativa), y que incluye lo todo lo realizado, este consta de 2 preguntas cortas de desarrollo (34% de la nota del práctico de Lab).
- **Unidad de investigación:** deberán realizar una unidad de investigación individual, de una página de extensión máximo, y en donde se utilice la técnica ensayada en el práctico y que posea un uso en un proceso científico, industrial o médico (corresponde al 33% nota final del práctico, Rubrica 1).
- **Informe Final Práctico de Laboratorio:** Deberán realizar un informe grupal de laboratorio (dos semanas de plazo entrega), cuya evaluación será realizada de acuerdo a la rúbrica (34% de la nota final del práctico), entregándoles solo el puntaje final y del cual dispondrán un puntaje como grupo, que ha de ser distribuido por los propios integrantes, de acuerdo a sus criterios coevaluativos.

Finalmente, se les solicita avanzar en las lecturas del siguiente práctico (cada dos semanas), realización de cálculos, disoluciones y preguntas de dudas respecto a la técnica a realizar.

Semana 13 (05 julio al 09 julio): Práctico N°6 “Tinción Gram”

- **Logros de Aprendizaje:** Integrar conocimientos y contenidos en un contexto de trabajo colaborativo y personal, en la resolución de problemas, así como conocer los fundamentos de los organismos vivos y la clasificación propia de estos. Analizar e integrar la organización celular y sus particularidades –Células Procariontes e Eucariontes- (Fisiología Microbiana).
- **Contenidos Fundamentales:** Preparar muestras bacterianas para su observación al microscopio. Por consiguiente, aprender el procedimiento de la tinción de Gram, e identificar morfologías bacterianas mediante observación microscópica crecimiento microbiológico.
- **Inicio Práctico:** (Evaluación diagnóstica) realización de un *Quicktest* de no más de 3 preguntas rápidas (Si/No o Verdadera/Falso, que no lleve más allá de 5 minutos, realizada vía *google forms* y que pueda mostrar la estadística de las respuesta correctas o incorrectas a todos los y las estudiantes). A posterior, exposición oral a través de los *power point* (ppt) de los conceptos y propiedades y el trabajo que deben realizar, con los detalles del práctico de laboratorio y sus indicaciones de protocolo, seguridad particular y el propósito del práctico.
- **Evaluación Procedimental:** en este proceso se evaluará el desempeño necesario y requerido en el laboratorio, de acuerdo a los objetivos formativos para con los estudiantes, los cuales son: aprender a pensar, razonar, analizar, deducir, abstraer o inducir, aprender a leer y comprender lo que lee (guía), y ser capaces de expresar sus ideas, y “experimentar”, es decir llevar a cabo la experiencia propuesta. De manera de ser así formados intelectualmente. Además, debe incluir objetivos como: convivencia, conocer y respetar las normas, culturas y tradiciones de grupos o instituciones, así como el aprender a discutir sus ideas con los demás –llevándolas al contexto del debate- respetando las Ideologías y otros puntos de vista diferentes (tolerancia). En definitiva, se realizarán monitoreos y apoyos al aprendizaje durante el proceso propio del práctico, que permitirán que, los y las estudiantes cuenten continuamente con información que retroalimente sus procesos, progresos y logros de aprendizaje. Además, ayudará al propio docente a ir adecuando la enseñanza, a partir de toda esta retroalimentación Profesor-Estudiante (lista de cotejo individual-grupal).
- **Control de salida de Práctico de Laboratorio:** Se evaluará y calificará con realizando una prueba control al final del laboratorio (sumativa), y que incluye lo todo lo

realizado, este consta de 2 preguntas cortas de desarrollo (33% de la nota del práctico de Lab).

- **Unidad de investigación:** deberán realizar una unidad de investigación individual, de una página de extensión máximo, y en donde se utilice la técnica ensayada en el práctico y que posea un uso en un proceso científico, industrial o médico (corresponde al 33% nota final del práctico, Rubrica 1).
- **Informe Final Práctico de Laboratorio:** Deberán realizar un informe grupal de laboratorio (dos semanas de plazo entrega), cuya evaluación será realizada de acuerdo a la rúbrica (34% de la nota final del práctico), entregándoles solo el puntaje final y del cual dispondrán un puntaje como grupo, que ha de ser distribuido por los propios integrantes, de acuerdo a sus criterios coevaluativos.

Semana 15 (19 julio al 23 julio): Práctico N°7 “Cultivo microbiológico, Factores de Crecimiento”

- **Logros de Aprendizaje:** Analizar e integrar fundamentos y conceptos de los procesos metabólicos de los organismos biológicos (Procesos metabólicos microbiano). Además, de Identificar las estrategias metabólicas que emplean los microorganismos para la obtención de energía y la formación de productos metabólicos de interés industrial.
- **Contenidos Fundamentales:** Evaluar el efecto de distintos factores sobre el crecimiento microbiano y observar el comportamiento de diferentes especies bacterianas con estos factores de crecimiento (cultivo por lotes).
- **Inicio Práctico:** (Evaluación diagnóstica) realización de un *Quicktest* de no más de 3 preguntas rápidas (Si/No o Verdadera/Falso, que no lleve más allá de 5 minutos, realizada vía *google forms* y que pueda mostrar la estadística de las respuesta correctas o incorrectas a todos los y las estudiantes). A posterior, exposición oral a través de los *power point* (ppt) de los conceptos y propiedades y el trabajo que deben realizar, con los detalles del práctico de laboratorio y sus indicaciones de protocolo, seguridad particular y el propósito del práctico.
- **Evaluación Procedimental:** en este proceso se evaluará el desempeño necesario y requerido en el laboratorio, de acuerdo a los objetivos formativos para con los estudiantes, los cuales son: aprender a pensar, razonar, analizar, deducir, abstraer o inducir, aprender a leer y comprender lo que lee (guía), y ser capaces de expresar sus ideas, y “experimentar”, es decir llevar a cabo la experiencia propuesta. De manera de ser así formados intelectualmente. Además, debe incluir objetivos como: convivencia, conocer y respetar las normas, culturas y tradiciones de grupos o instituciones, así como el aprender a discutir sus ideas con los demás –llevándolas al contexto del debate- respetando las Ideologías y otros puntos de vista diferentes (tolerancia). En definitiva, se realizarán monitoreos y apoyos al aprendizaje durante

el proceso propio del práctico, que permitirán que, los y las estudiantes cuenten continuamente con información que retroalimente sus procesos, progresos y logros de aprendizaje. Además, ayudará al propio docente a ir adecuando la enseñanza, a partir de toda esta retroalimentación Profesor-Estudiante (lista de cotejo individual-grupal).

- **Control de salida de Práctico de Laboratorio:** Se evaluará y calificará con realizando una prueba control al final del laboratorio (sumativa), y que incluye lo todo lo realizado, este consta de 2 preguntas cortas de desarrollo (34% de la nota del práctico de Lab).
- **Unidad de investigación:** deberán realizar una unidad de investigación individual, de una página de extensión máximo, y en donde se utilice la técnica ensayada en el práctico y que posea un uso en un proceso científico, industrial o médico (corresponde al 33% nota final del práctico, Rubrica 1).
- **Informe Final Práctico de Laboratorio:** Deberán realizar un informe grupal de laboratorio (dos semanas de plazo entrega), cuya evaluación será realizada de acuerdo a la rúbrica (34% de la nota final del práctico), entregándoles solo el puntaje final y del cual dispondrán un puntaje como grupo, que ha de ser distribuido por los propios integrantes, de acuerdo a sus criterios coevaluativos. Finalmente, se les solicita avanzar en las lecturas del siguiente práctico (cada dos semanas), realización de cálculos, disoluciones y preguntas de dudas respecto a la técnica a realizar.

Semana 15-16 (26 julio al 06 agosto): Plazo final de entrega de unidades de investigación, informes finales y pruebas recuperativas.

Semana 16 (02 agosto al 06 agosto): Examen final acumulativa, preguntas de desarrollo (sumativa). Este examen es de carácter obligatorio y tiene porcentaje de la nota final de la asignatura de un 40%.

Bibliografía

- Alonso, C. J. (2004). *La agonía del cientificismo. Una aproximación a la filosofía de la ciencia*. Navarra: Eunsas.
- Arias Ortiz, E. B. (2020). De la educación a distancia a la híbrida: 4 elementos clave para hacerla realidad. *Hablemos de Política Educativa América Latina y el Caribe*, 1-20.
- Ausubel, D. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune.
- Ausubel, D. N. (1983). *Psicología Educativa*. México: Ed. Trillas, 2ª Edición.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Braberá, O. y. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Investigación y experiencias didácticas*, 365-379.
- Bruner, J. (2011). *Aprendizaje por descubrimiento*. NYE U: Iberia.
- Carretero, M. (1993). *Constructivismo y Educación*. Argentina: Luis Vives, 6ª Edición.
- Chalmers, A. (2003). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- Cravino, J. P. (2003). La enseñanza de física general en la universidad. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 473.
- Díaz, F. (1998). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje significativo*. México: Mc Graw Hill.
- Domenesh-Casal, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio; un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 31(3), 249-262.
- Domin, D. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal Of Chemical Education*, 76(4), 543-547.
- Espinosa-Ríos, E. G.-L.-R. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281.
- Feyerabend, P. K. (1981). *Introduction: "Scientific Realism and Philosophical Realism", Realism, rationalism and scientific method, Philosophical Papers, vol 1*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. K. (1986). *Tratado contra el método*. Madrid: Tecnos.
- Feyerabend, P. K. (2000). *Diálogo sobre el método*. Madrid: Cátedra.
- Gagné, R. (1970). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- Gagné, R. (1975). *Essentials of learning for instruction*. Hinsdale, IL: Dryden Press.
- Gagné, R. (1977). *Principios básicos del aprendizaje para la instrucción*. México: Diana.

- Gagné, R. (1985). *Las condiciones del aprendizaje* (4ta. ed.). México: McGraw-Hill.
- Gardner, P., & Gauld, C. (1990). Labwork and students attitudes, en Hegarty-Hazel. En *The student Laboratory and the Science Curriculum*. (págs. 132-156). Londres: Routledge.
- Gil, D. y. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 155-164.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., & Guisasola, J. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de resolución de problemas de papel y lápiz y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-390.
- Giuseppin, M. (1996). Place et rôle des activités expérimentales en sciences physiques. *Didaskalia*, 9, 107-118.
- Gómez, J. (2011). El Aprendizaje Experiencial. *Capacitación y Desarrollo de las Organizaciones: Facultad de Psicología. Universidad de Buenos Aires. Argentina*.
- González Vega, M. P. (2012). Percepciones sobre el estudio de casos, como estrategia de aprendizaje, en estudiantes de enfermería. *Ciencia y enfermería*, 18(1), 111-123.
- González, M. M. (2008). Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb aplicado a laboratorios virtuales en Ingeniería en Electrónica. *Unidad de Investigación y Desarrollo para la Calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC*. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 299-313.
- Hucke, L. y. (1998). The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. *Case-studies of the project «Labwork in Science Education»*, 1-14.
- Hudson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Jerome S. Bruner, J. O. (1973). Aprendizaje por experiencia directa y por experiencia mediatizada. *Revista Perspectivas. UNESCO*, 1-14.
- Johnstone, A. y. (1982). The demands of practical work. *Education in chemistry*(19), 71-73.
- Kirschner, P. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science and Education*, 1, 273-299.
- Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press, 2nd edition .
- Kuhn, T. (2001). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Lacueva, A. (2000). Laboratorio Educativo. *Ciencia y tecnología en la escuela*. Madrid, España. Recuperado el 10 de octubre de 2021
- Lakatos, J. (1978). *Pruebas y refutaciones*. Madrid: Alianza.
- Lakatos, J. (1998). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Leiva-Núñez, J.P, Cabrero-Almenara, J. y Ugalde-Meza, L. (2018). Entornos personales de aprendizaje (PLE) en estudiantes universitarios de Pedagogía. , 17(1). <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1>. *Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa - RELATEC*, 17(1), 25-39.
- Lindsay, P. H. (1977). *Procesamiento de información humana. Una introducción a la psicología*. Madrid: Tecnos.
- López, E. R. (enero-julio de 2013). El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica. *Revista de Postgrado FACE-UC.*, 7(12).
- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. En *International handbook of science education* (págs. 249-264). K. Tobin, & B. Fraser (Eds.).
- Machado, M. (. (2006). Didáctica de la enseñanza de química. *XIII reunión de educadores de Química*. Rosario, Argentina: Universidad Nacional del Rosario. Recuperado el 15 de noviembre de 2021, de www.fbioyf.unr.edu.ar.
- Marín, M. (Enero-Junio de 2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas en el laboratorio. Un caso particular la combustión. *Revista EDUCyT*, 1, 20.
- Martínez Freire, P. (1990). *Anarquismo metodológico: P. K. Feyerabend, Aspectos metodológicos de la investigación científica: un enfoque multidisciplinar*. Murcia: Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Mayer, R. (2000). Diseño de la Instrucción Teorías y Modelos. Un paradigma de la teoría de la instrucción. Parte I. En *Diseño Educativo para un aprendizaje constructivista* (págs. 153-171). Madrid: Aula XXI Santillana.
- Municio, J. P. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Nedelsky, L. (1958). Introductory physics laboratory. *American Journal of Physics*, 26(2), 51-59.
- Paul K. Feyerabend. (1975). *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*. London: New Left Books.
- Perez Escobar, R. M. (Enero - Diciembre de 2014). Recursos didácticos para la enseñanza de la microbiología. Una propuesta para la formación docente. *Praxis*, 10, 78-90.
- Perkins, D. (1997). *La Escuela Inteligente*. España: Gedisa.

- Piaget, J. (1985). *Biología y conocimiento: ensayo sobre las relaciones entre las regulaciones orgánicas y los procesos cognoscitivos*. México: Editorial Siglo XXI.
- Popper, K. R. (1962). *La lógica de la investigación científica*, Sánchez Zabala, V. (trad.). Madrid: Tecnos.
- Popper, K. (1983). *Conjeturas y refutaciones*. Barcelona: Paidós.
- Popper, K. (1999). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Popper, K. (2002). *Búsqueda sin Término, una autobiografía intelectual*. Madrid: Tecnos editorial S.A.
- Pozo Municio, J. G. (1998). *Aprender y enseñar ciencia : del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. (1989). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Raths, L. (1986). *Cómo enseñar a pensar. Teoría y aplicación*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Reid, D., & Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea.
- Rodríguez López, E. (Enero-Julio de 2013). El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica. *Revista de Postgrado FACE-UC*, 7(12), 363-373.
- Romero, M. (2010). El Aprendizaje Experiencial y las Nuevas Demandas Formativas. *Revista de Antropología Experimental. Educación*, 10(8), 89-102.
- Rua, A., & Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- Salcedo, L. y. (marzo-abril de 1995). Un Modelo Pedagógico de Aprendizaje por Investigación. *Actualidad Educativa*, 2(6), 57-64.
- Sánchez Mujica, B. (2009). La teoría de la inconmensurabilidad entre teorías científicas y el carácter Irracional” de la ciencia. *EPISTEME*, 29(1), 111-125.
- Séré, M.-G. (2002). La enseñanza en el laboratorio: ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 357-368.
- Serrano González-Tejero, J. M. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1-27. Recuperado el 30 de noviembre de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15519374001>
- Serrano González-Tejero, J., & Pons Parra, R. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1-27.
- Severiche Sierra, C. A. (septiembre-diciembre de 2013). Las prácticas de laboratorio en las ciencias ambientales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 40, 191-203.
- Silva C., C. (2006). Educación en matemática y procesos metacognitivos en el aprendizaje. *Revista del Centro de Investigación*, 7(26), 81-91.

- Silva Córdova, R. C. (2019). Metodología de enseñanza basada en el diseño universal para el aprendizaje de la biología evolutiva (DUABE) , *Revista de estudios y experiencias en educación*, 18(38), 29-40.
- Simpson, R. D., Kobala, T. R., Oliver, J. S., & Crawley, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En D. Gabel, *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: McMillan Pub Co.
- Tamayo, O. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista latinoamericana de estudios educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- Tovar, J. y. (2012). Investigación en la práctica docente universitaria: obstáculos epistemológicos y alternativas desde la Didáctica General Constructivista. *Educação e Pesquisa*, 38(4), 881-895.
- Trumper, R. (2003). The physics laboratory – a historical overview and future perspectives. *Science y Education*, 12, 645-670.
- Ugalde Meza, L. L.-C. (2018). El modelo TPACK en la formación inicial de profesores: modelo Universidad de Playa Ancha (UPLA), Chile. , (53), 1. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 1(53), 65-177. doi:<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.11>
- Vygotsky, L. S. (1981). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.