

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

**Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas**



**Tesis para la obtención del Grado Académico de Magíster en Didáctica en  
Ciencias Experimentales**

**Título de la tesis:**

**“Trabajos prácticos de laboratorio en el Profesorado en Biología  
perteneciente a la Universidad Autónoma de Entre Ríos: Enfoques y  
perspectivas epistemológicas”**

**Tesista: Prof. Jesica Antonella Fitipaldi**

**Directora: Prof. Dra. Andrea Pacífico**

**Universidad Autónoma de Entre Ríos- Facultad de Ciencias y Tecnología**

**2025**

## Índice

	Pág.
<b>Agradecimiento</b> .....	4
<b>Resumen</b> .....	5
<b>Abreviaturas</b> .....	7
<b>Breve descripción del trabajo realizado</b> .....	8
<b>Capítulo 1: Introducción</b> .....	11
<b>Capítulo 2: Problemática que da origen a la investigación y objetivos de la misma</b> .....	14
2. 1) Problemática emergente en la formación docente.....	15
2. 2) Situación problemática que da origen a la investigación.....	16
2. 3) Objetivos.....	17
- Objetivo general.....	17
- Objetivos específicos.....	17
<b>Capítulo 3: Marco Teórico</b> .....	18
3. 1) Prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias Naturales.....	19
3. 2) Caracterización y clasificación de la actividad de laboratorio.....	21
3. 3) Concepciones sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales.....	25
3. 4) Perspectivas epistemológicas de la investigación.....	25
<b>Capítulo 4: Líneas de investigación</b> .....	30
4. 1) Enfoque metodológico existentes .....	31
4. 2) Posicionamiento epistemológico seleccionado.....	33
4.1) Diseño de la investigación.....	34
<b>Capítulo 5: Interpretaciones de datos</b> .....	37
5.1) Primera etapa de la investigación- Análisis documental.....	38
- Plan de estudio perteneciente al Profesorado en Biología FCyT - UADER .....	38
- Planificación anual de cátedra de Biología Celular y Molecular.....	42
- Guías de laboratorio en la cátedra de Biología Celular y Molecular.....	48
- Resultados comparativos de los distintos trabajos prácticos de laboratorio.....	61
5. 2) Segunda etapa de la investigación- Observaciones de clase .....	64
- Resultados de las observaciones de clases prácticas de laboratorio.....	66
5.3) Tercera etapa de la investigación- Entrevistas a docentes de la cátedra.....	70
- Resultados del análisis de las entrevistas a docentes de la cátedra.....	71

5. 4) Cuarta etapa de la investigación- Triangulación de datos.....	82
---	----

- Resultados de la triangulación de datos sobre las concepciones epistemológicas encontradas en las diferentes etapas de la investigación.....	82
--	----

<b>6. Conclusiones .....</b>	84
------------------------------	----

<b>7. Bibliografía.....</b>	89
-----------------------------	----

<b>8. Anexos.....</b>	95
-----------------------	----

## **Agradecimientos**

*A la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, perteneciente a la Universidad Nacional del Litoral, por brindarme un espacio de construcción de saberes.*

*A los profesores de la Facultad de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, quienes acompañaron mi formación docente y tan generosamente colaboraron con las entrevistas, compartieron sus conocimientos y perspectivas sobre el tema.*

*A mi directora de tesis, Dra. Andrea Pacífico, por invitarme a reflexionar, dedicar su tiempo y realizar valiosos aportes, que constituyen un pilar importante en este trabajo.*

*A mi esposo Ariel, por ser mi compañero y sostén.*

*A mis padres, que me dieron la posibilidad de estudiar y acompañaron cada paso de mi vida.*

*A mi hermano, que desde pequeños caminamos juntos motivándome a alcanzar los objetivos que me propongo.*

*A mis amigas, especialmente Romina y Camila, que transcurrimos juntas este camino de formación.*

*A mis estudiantes, quienes me incentivan como docente. Este trabajo es por y para ustedes.*

## **Resumen**

Durante los últimos años, se ha recobrado el interés por estudiar las concepciones epistemológicas presentes en los docentes al momento de enseñar Ciencias Naturales. Dicha temática, es de relevancia, ya que es el sustento teórico a través del cual los docentes planifican y llevan a cabo sus prácticas educativas.

La presente investigación, permitió analizar las concepciones epistemológicas que subyacen en las guías de laboratorio de Biología Celular y Molecular en el Profesorado en Biología, de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. La metodología que se implementó fue cualitativa, comprendida en tres etapas de investigación donde se desarrollaron: análisis de documentos, abarcando el plan de estudio del Profesorado, planificación anual de cátedra y guías de laboratorio, como también, se llevaron a cabo observaciones de clases y entrevistas semiestructuradas a los docentes de la asignatura.

Los resultados obtenidos al finalizar la investigación, arrojan que en la práctica de laboratorio existen elementos que permiten inferir acercamientos a posicionamientos epistemológicos racionalistas y relativistas, que se ponen juego por parte de los profesores al momento de diseñar las propuestas didácticas y pedagógicas. Además, se visualizó una tensión entre las concepciones de ciencias que el profesor cree adherir y lo que verdaderamente ocurre en las prácticas educativas.

La identificación y análisis de dichas concepciones, permite sugerir aportes reflexivos que puedan favorecer la confección o reelaboración de las guías prácticas de laboratorio utilizadas en la cátedra de Biología Celular y Molecular.

## **Summary**

In recent years, there has been a renewed interest in studying the epistemological conceptions present in teachers when teaching Natural Sciences. This topic is relevant, as it constitutes the theoretical foundation through which teachers plan and carry out their educational practices.

This research aimed to analyze the epistemological conceptions underlying the laboratory guides for Cell and Molecular Biology in the Biology Teaching Program at the Autonomous University of Entre Ríos. The methodology employed was qualitative, structured in three research stages that involved document analysis—including the study program, annual course planning, and laboratory guides—as well as classroom observations and semi-structured interviews with course instructors.

The findings of the study indicate that laboratory practices contain elements suggesting the coexistence of rationalist and relativist epistemological positions, which instructors apply when designing their didactic and pedagogical proposals. Additionally, a tension was observed between the scientific conceptions that teachers believe they adhere to and what actually occurs in educational practices.

Identifying and analyzing these conceptions allows for reflective contributions that could support the creation or revision of laboratory guides used in the Cell and Molecular Biology course.

## **Abreviaturas y siglas**

U.A.D.E.R: Universidad Autónoma de Entre Ríos

F.C y T: Facultad de Ciencia y Tecnología

T.P.L: Trabajos prácticos de laboratorio

## **Breve descripción del trabajo realizado:**

La presente tesis, se llevó a cabo en el marco de la carrera de Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. La investigación se desarrolló durante los años 2023, 2024 y 2025 en el Profesorado en Biología de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, sede Oro Verde, departamento Paraná, Entre Ríos. En la investigación, se estableció como objetivo general, reconocer las concepciones epistemológicas de las guías de trabajos prácticos de laboratorio en la asignatura de Biología Celular y Molecular a los efectos de favorecer la construcción de los conocimientos significativos de los estudiantes en el Profesorado en Biología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Se trabajó desde una perspectiva cualitativa, mediante la metodología estudio de caso.

La tesis se estructura en un total de siete capítulos, referencias bibliográficas y anexos. Seguidamente se propone una breve descripción de cada capítulo:

### **Capítulo N° 1: Introducción**

En este primer capítulo se presentan las inquietudes en relación a la enseñanza de Ciencias Naturales en la formación docente universitaria.

### **Capítulo N° 2: Problemática que da origen a la investigación y objetivos de la misma**

En este segundo capítulo se presenta el problema que da origen a la investigación y los objetivos de la misma.

Consta de los siguientes apartados:

- Problemática emergente en la formación docente.
- Situación problemática que da origen a la investigación.
- Objetivos.

### **Capítulo N° 3: Marco Teórico**

En el tercer capítulo, se recuperan referentes teóricos que posibilitan establecer categorías en torno a las prácticas de laboratorio, caracterización y clasificación de las actividades presentes en dicha práctica, así como también, concepciones sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales y perspectivas epistemológicas a emplear en la investigación.

Consta de los siguientes apartados:

- Prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias Naturales.
- Caracterización y clasificación de la actividad de laboratorio.
- Concepciones sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales.
- Perspectivas epistemológicas de la investigación.

#### **Capítulo N° 4: Líneas de investigación**

En este capítulo, se describen generalidades de diversos enfoques metodológicos existentes y se fundamenta la elección de la perspectiva constructivista bajo el enfoque cualitativo/interpretativo presente en esta investigación. Además, se explicita el diseño de investigación utilizado, con sus etapas correspondientes, características de la población a analizar, estrategias de trabajo e instrumentos utilizados para la recolección de datos.

Consta con los siguientes apartados:

- Enfoques metodológicos existentes: cuantitativo, cualitativo y mixto
- Posicionamiento epistemológico seleccionado en el presente trabajo de tesis
- Diseño de la investigación: se describen las cuatro etapas que comprenden este estudio, desde análisis de documentos, observación de clases no participantes, entrevistas semiestructuradas a docentes; y, por último, triangulación de la información obtenida en las etapas anteriores. También, se caracteriza la perspectiva metodológica como una investigación de campo, de carácter descriptivo y exploratorio.

#### **Capítulo N°5: Interpretación de datos**

En este apartado se realiza el proceso de análisis de los datos respecto a las perspectivas epistemológicas y categorías teóricas fundamentadas con la bibliografía. El análisis se realizó en cuatro etapas, donde se hacen explícitos los datos obtenidos en cada instrumento utilizado.

**Primera etapa de la investigación- Análisis documental:** se presentan las interpretaciones del plan de estudio del Profesorado en Biología FCyT - UADER (Oro Verde), análisis de la planificación anual de cátedra y guías de trabajos prácticos utilizados en Biología Celular y Molecular.

- **Interpretaciones finales de esta etapa**
- **Resultados comparativos de los distintos trabajos prácticos de laboratorio**

### **Segunda etapa de la investigación: observaciones de clases**

- **Resultados de las observaciones de clases prácticas de laboratorio en la cátedra de Biología Celular y Molecular:** se presenta los resultados del análisis de las clases observadas en el Profesorado en Biología, FCyT.

### **Tercera etapa de la investigación: entrevistas a docentes**

- **Resultados del análisis de las entrevistas realizadas a los docentes de la cátedra**

### **Cuarta etapa de la investigación: triangulación de datos**

- **Resultados de la triangulación de datos sobre las concepciones epistemológicas encontradas en las diferentes etapas de la investigación:** se presenta la triangulación de la información obtenida de las observaciones de clases, análisis de planificaciones y entrevistas realizadas a los profesores. Comparando las concepciones epistemológicas presentes en las prácticas de laboratorio, poniéndose en tensión los decires de las voces de los entrevistados con el hacer concreto en las clases y planificaciones desarrolladas.

## **Capítulo N° 6: Conclusión**

En este apartado se presentan las conclusiones referidas a cada uno de los objetivos planteados, también, se incluyeron sugerencias reflexivas para favorecer las prácticas de laboratorio.

## **7. Referencias Bibliográficas**

Se explicitan las referencias bibliográficas citadas por orden alfabético de autores y siguiendo el estilo de las normas APA sexta edición.

## **8. Anexos**

Por último, se adjunta en este apartado, información complementaria en relación a cada etapa e instrumentos de la investigación: plan de estudio del Profesorado en Biología FCyT, planificación anual de la cátedra de Biología Celular y Molecular y guías o trabajos prácticos de laboratorio. También, se encuentran los datos obtenidos de las observaciones de clases y desgravaciones de las entrevistas a profesores

## **Capítulo 1: Introducción**

## **Introducción**

En las últimas décadas, los formadores de futuros docentes presentan un gran interés en investigaciones educativas centradas en el ámbito universitario, poniendo foco en el análisis de las concepciones epistemológicas y didácticas, como también en la forma de concebir a la ciencia por parte de los estudiantes. “Investigar en el ámbito educativo consiste en una actividad encaminada hacia la creación de un cuerpo organizado de conocimientos científicos, sobre todo aquello que resulta de interés para los educadores” (Travers, 1979). Se han realizado esfuerzos por el mejoramiento de la calidad de la educación científica, centrándose en la exploración de las ideas de los alumnos frente a la ciencia y a los conceptos científicos que se enseñan en los diferentes niveles escolares (Ravanal, Quintanilla y Labarrere, 2012). En relación a la concepción de ciencia, Izquierdo (2000) y Adúriz-Bravo (2001) establecen una base epistemológica para la enseñanza de las ciencias a la luz de las nociones contemporáneas sobre la naturaleza de la ciencia y de cómo aprenden los jóvenes, lo cual constituye un aporte muy valioso a la reforma curricular que se plantea desde perspectivas diferentes, pero complementarias. Sin embargo, un hecho evidente, es que cualquier innovación educativa es pertinente partir de la formación misma del profesorado de ciencias, o por lo menos tener en cuenta la preparación profesional del docente.

En esta línea, algunos autores como Perafán y Adúriz-Bravo (2002) señalan que un profesor es un sujeto reflexivo, capaz de tomar decisiones, emitir juicios, poseer creencias y generar rutinas propias de desarrollo profesional, lo que ha llevado a identificar el conocimiento profesional del docente de ciencias y su epistemología para transformar el currículo y la formación de profesores de ciencia (Perafán, 2005).

El estudiar la formación de los futuros profesores en la enseñanza de la ciencia, es de suma relevancia ya que sus concepciones arraigadas y construidas a partir de su proceso de escolarización, en muchas ocasiones condicionan el accionar y perfil docente. Es por ello, al utilizar el término concepciones epistemológicas en un sentido amplio, Porlán, García y Martín del Pozo (1997) citan en sus escritos, como un conjunto de ideas y formas de actuar que tienen los profesores, guardando relación con el conocimiento escolar y con su proceso de construcción y facilitación, manifestándose en el imaginario de ciencia presente, como en sus nociones sobre el aprendizaje o en la forma en que desarrollan los contenidos en el aula.

En coincidencia con lo planteado por Porlán, García y Martín (1997), “Las concepciones y actuaciones de los profesores reflejan una determinada visión epistemológica y que esta juega un papel estructurador, bloqueador o dinamizador, fragmentando o integrando, parcelas importantes de su conocimiento profesional. Por estos motivos, es relevante su estudio”. (p. 157)

Las concepciones de los educadores y estudiantes han sido objeto de análisis en numerosas investigaciones, inmersas en una realidad educativa compleja y en constante evolución. En esta línea, “Se reconoce que la formación docente no implica solamente transmitir a los futuros profesores conceptos disciplinares actualizados y una nueva teoría de enseñanza. Se trata de generar condiciones que permitan al futuro enseñante revisar sus modelos y matrices de aprendizaje” (Pacífico, 2017; citando a Davini, 2002).

En este escenario educativo, el presente proyecto de investigación buscó analizar las concepciones epistemológicas que subyacen en los documentos pertenecientes a la cátedra de Biología Celular y Molecular del Profesorado en Biología, Universidad Autónoma de Entre Ríos, haciendo foco en las guías de trabajo práctico de laboratorio y en las voces de los docentes con respecto a la concepción de ciencia que presentan.

## **Capítulo 2:**

**Situación problemática que da origen a la investigación y objetivos**

## **2. 1) Problemática emergente en la formación docente**

En el presente capítulo de la investigación, se desarrolla el contexto y situacionalidad que da origen a la problemática, centrándose en diferentes interrogantes a responder. Seguidamente, se describen los objetivos propuestos de la investigación.

La Didáctica de las Ciencias Naturales en los últimos años, ha centrado su estudio en las concepciones de los docentes al momento de enseñar Ciencias, principalmente en los aspectos metodológicos y fundamentos teóricos epistemológicos que sustentan los procesos de enseñanzas y aprendizajes en el ámbito educativo.

Ante cualquier innovación educativa, se sugiere partir de la formación de futuros docentes, ya sea en Institutos como en Universidades, donde los estudiantes del profesorado en su mayoría portan en ocasiones una imagen distorsionada de la ciencia, adquirida y construida a largo de su escolaridad. Esta imagen, debe ser cuestionada y reflexionada ya que repercute a la hora de enseñar ciencias y se traduce en actitudes frente a las disciplinas que enseñan y modalidades de enseñanza (Pacifico, 2017).

Actualmente, todavía existen diferentes escenarios educativos donde se transmite al estudiantado que el conocimiento científico es una mera copia fiel de la realidad, considerándose como un conjunto de ideas acabadas, descontextualizadas que se producen a partir de la implementación del método científico. Para poner en crítica esta concepción, primeramente, se relevante entender que el conocimiento no es un cúmulo de nociones o conceptos cerrados, sino más bien, es de carácter provisorio y en constante construcción, definiéndose como las diversas formas o maneras existentes de interpretar la realidad influenciada por el contexto histórico donde se encuentran inmersas. Además, para la producción del conocimiento, no se utiliza un solo método, sino existen múltiples recursos y metodologías científicas acordes a los procesos de enseñanzas y aprendizajes.

En coincidencia con las ideas de Adúriz-Bravo (2007), de poco sirve que los profesores o alumnos empleen actividades novedosas y motivadoras para poner en duda el método científico tradicional de corte empirista si luego se presentan las teorías científicas como verdades descubiertas “inertes” en los libros de textos, o se plasman prácticas de laboratorio con formato de “receta de cocina” que no permiten generar conflictos cognitivos y construcción de conocimientos por los estudiantes.

## **2.2) Situación problemática que da origen a la investigación**

En coincidencia con las ideas de López Rúa, A y Tamayo Alzate, Ó (2012), quienes consideran a la actividad experimental o trabajos prácticos de laboratorio es uno de los aspectos claves en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los alumnos, como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas que se ponen en juego en dicha práctica “En síntesis, las prácticas de laboratorio aportan a la construcción en el estudiante de cierta visión sobre la ciencia (Lunetta,1998), en la cual ellos pueden entender que acceder a la ciencia no es infalible y que depende de otros factores o intereses (sociales, políticos, económicos y culturales)” (Hodson,1994, p. 12).

En los últimos años, las prácticas de laboratorio han recibido críticas por diversos aspectos, ya sea por la disociación entre teoría y práctica, su metodología, objetivos e instrumentos y conceptos que se ponen en juego. En función de la situación contextualizada anteriormente, la presente investigación consiste en el análisis de las planificaciones de los trabajos prácticos del laboratorio de Biología Celular y Molecular del Profesorado en Biología, perteneciente a la Universidad Autónoma de Entre Ríos, a fin de explicitar los enfoques epistemológicos que subyacen a la propuesta.

Este proyecto de tesis, se centra en un interrogante principal a responder y una serie de preguntas orientadoras de la investigación:

**¿Cuáles son las concepciones epistemológicas que subyacen en las guías de laboratorio planteadas en la asignatura de Biología Celular y Molecular en el Profesorado en Biología?**

¿Predomina una en particular? ¿Cuál es la concepción de Ciencia que prevalece en dichas actividades de laboratorio? ¿Qué lugar ocupa la observación en cada instancia de laboratorio? ¿Se distingue una observación selectiva? ¿Mediante qué dispositivos se plantean las observaciones como generadoras de problemas? ¿Qué lugar ocupan las experiencias previas de los alumnos? ¿Las experiencias realizadas dan lugar a conjeturas y refutaciones o se rigen por una línea dogmática de irrefutabilidad? ¿De qué modo repercute en el aprendizaje significativo de los estudiantes, las concepciones epistemológicas implícitas en este tipo de práctica docente?

El objeto de análisis e investigación, se origina en función de antecedentes y vivencias personales al transcurrir por el sistema educativo, principalmente por la

facultad. Como también, al familiarizarme con el campo de conocimiento, estudios e investigaciones, trabajos previos llevados a cabo y una crítica constructiva a la propia práctica.

El análisis de las guías de trabajos prácticos de laboratorio, se considera una instancia de reflexión y producción de conocimientos, la misma, contribuye a repensar estas actividades y su concepción epistemológica implícita ya que tiene influencia en las decisiones didácticas que el profesor realiza, favoreciendo de esta manera a toda la comunidad del Profesorado en Biología, principalmente a los procesos de enseñanzas y aprendizajes en los contenidos de Biología Celular y Molecular.

Además, dicha investigación es de utilidad y antecedente teórico para el Profesorado de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, como también presenta figuras proyectivas hacia futuros estudios requeridos en el campo educativo. Cabe aclarar, que con los resultados obtenidos una vez culminada la investigación, no se pretende la generalización, sino que el análisis de un caso particular presente en la cátedra de Biología Celular y Molecular del Profesorado en Biología, donde se intentará dar respuestas a los interrogantes y cumplir con objetivos que direccionan este proyecto de investigación.

## **2. 3) Objetivos:**

### **Objetivos generales**

- Reconocer las concepciones epistemológicas de las guías de trabajos prácticos de laboratorio en la asignatura de Biología Celular y Molecular a los efectos de favorecer la construcción de los conocimientos significativos de los estudiantes en el Profesorado en Biología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las posturas epistemológicas que subyacen en las guías de trabajos prácticos y en las voces de los profesores con respecto a la concepción de ciencia.
- Reconocer y clasificar las actividades de laboratorio en función de diferentes ejes de análisis.
- Sugerir aportes reflexivos que puedan favorecer la confección o reelaboración de las guías prácticas de laboratorio utilizadas en la cátedra de Biología Celular y Molecular.

## **Capítulo 3: Marco teórico**

### **3. 1) Prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias Naturales**

En el presente capítulo, se conceptualiza al “problema” enmarcado dentro de una situación educativa, entendiéndose como “situaciones problemáticas”. En esta noción, se encuentra contextualizado a los TPL (trabajos prácticos de laboratorio) como aquellas estrategias o situaciones que provoquen el conflicto cognitivo en el alumno. Posteriormente, se aborda la clasificación de los trabajos prácticos de laboratorio a la luz de diversos autores recuperados en este apartado, como también, se desarrolla las concepciones epistemológicas a utilizar en la investigación.

A partir de la lectura de múltiples investigaciones y al recuperar las ideas de Caballer y Oñorbe (1999), se puede considerar que los problemas y actividades de laboratorio son tareas fundamentales para la enseñanza de las ciencias, donde el docente las utiliza como estrategias básicas para el aprendizaje de los estudiantes. Para abordar dichas cuestiones, es necesario reflexionar sobre el significado del término “problema” ya que es una construcción social propia de cada individuo. Por lo tanto, se puede considerar al problema enmarcado dentro de una situación o contexto, definiéndose como “situaciones problemáticas” a aquellas instancias educativas creadas con la finalidad de favorecer los procesos de enseñanzas y aprendizajes, que demanden en los estudiantes conflictos cognitivos, desafíos, investigaciones y delimitación de una o varias estrategias de resolución que no conduzcan a una única respuesta, rápida e inmediata.

En esta línea didáctica, Caballer y Oñorbe (1999) mencionan que los problemas de campo, áulicos y de laboratorio, se engloban dentro de la definición planteada anteriormente, como prácticas destinadas a incrementar capacidades intelectuales como procedimientos, actitudes y conceptos. La actividad experimental de laboratorio va más allá de complementar a las clases teóricas de cualquier asignatura, su papel es relevante al desarrollar y despertar el interés de los estudiantes, permitiéndoles resolver diferentes problemas y comprender fenómenos de la vida diaria. En coincidencia con lo que plantean Gil, Furió, Valdés, Salinas, Martínez- Torregrosa, Guisasola, (1999) tanto los profesores como los estudiantes asocian intuitivamente las prácticas de laboratorio con el trabajo científico, tan arraigado es ese imaginario y en ocasiones distorsionado, que se corre el peligro de dogmatizar las ciencias.

Es por esto que, un docente debe ser reflexivo de su propia práctica y tener una postura epistemológica clara para fundamentar los procesos de enseñanza y aprendizaje, no se quiere decir que existen concepciones epistemológicas completamente puras, sino que toda práctica, puede presentar variadas estrategias didácticas con enfoques epistemológicos diferentes.

En muchas ocasiones, los profesores tienden a pensar que el trabajo en el laboratorio facilita siempre el aprendizaje de las ciencias y que los estudiantes entienden lo que hacen. Sin embargo, para la mayoría de los docentes, estas prácticas son un tipo de receta que refuerza las clases teóricas del aula. La importancia de esta actividad, radica en que los educadores entiendan que la misma posibilita la comprensión de conceptos, por lo tanto, se debe tener un propósito claro, no solo llevarlos a “experimentar” (López Rúa y Tamayo Alzate, 2012).

Además, en Ciencias, hay una parte observacional y teórica, pero siempre la observación se encuentra impregnada por una carga teórica del observador, en función de ello, se expresa una posición epistemológica acerca de cómo se produce el conocimiento. En ocasiones, se realizan experiencias que seducen al estudiante con la observación, pero el discurso teórico asume un lugar de exterioridad donde el alumno lo acepta sin reconocer la relación que existe con la experimentación desarrollada (López Rúa y Tamayo Alzate, 2012). Al ocurrir esto, cuando se transmite un saber descontextualizado, omitiendo el nexo con el entorno, los alumnos llegan al punto de no entender para qué estudian. En el texto de Gonzalez (1992, citando a Moreira, 1980) “afirma que muchos alumnos realizan un experimento sin tener una idea clara de lo que están haciendo; ellos no son capaces de identificar las cuestiones básicas, los conceptos y los fenómenos involucrados en la experiencia, y, además, no ven a la experimentación como un proceso de construcción de conocimientos” (p. 206)

En consonancia con las ideas de Caballer y Oñorbe (1999) en muchas ocasiones el docente considera a la actividad de laboratorio como un ejercicio, ya que él maneja las estrategias, técnicas, destrezas y conocimientos necesarios para resolverlo, en cambio, para el estudiante es un desafío, por lo tanto, un problema por resolver hasta que adquiera las habilidades, conocimientos y técnicas que requieran para su resolución. Una vez adquiridas y aprendidas por estudiantes, la actividad experimental deja de ser un problema y pasa a considerarse un ejercicio.

Desde el punto de vista constructivista, la actividad experimental cumple un papel importante dentro de los procesos de enseñanzas y aprendizajes, si se dirige de

manera consciente e intencionada a lograr que las ideas previas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados, es decir, que exista un cambio conceptual. (Tamayo, 2009; Tomayo y Sanmartí, 2007). Desde esta perspectiva, es necesario que ante una actividad de laboratorio se indague estas cuestiones, principalmente para permitir la relación entre lo que el estudiante sabe, lo que debe hacer y la experiencia, en función de aprendizajes profundos de los temas estudiados (Chin y Brown, 2000; Ramírez y Tamayo, 2011).

### **3. 2) Caracterización y clasificación de la actividad de laboratorio**

Tomando las ideas de Espinosa-Ríos, González-López y Hernández-Ramírez (2016), la práctica en el laboratorio toma diferentes nombres sin necesidad de cambiar su concepción, estos significados dependen del contexto en el cual se esté inmerso, ya sea, "trabajo de laboratorio", "trabajo práctico", "prácticas de laboratorio", "prácticas experimentales". Sin embargo, se debe tener presente que referirse al laboratorio no hay que limitarse únicamente a un espacio físico, ya que en consonancia con las ideas de Espinosa-Ríos et al. (2016, citando a Marín, 2008)

La gran mayoría de los docentes se reducen a pensar en la realización de actividades experimentales, limitándose a la existencia de un lugar físico establecido y a los materiales e instrumentos en ese lugar se ubican, lo cual refleja una visión reduccionista del trabajo práctico que asocia prioritariamente la actividad experimental a espacios materialmente físicos con una ubicación definida en sus instituciones, y que ha actuado como obstáculo en la renovación de otros aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. (p. 268)

En esta misma línea, a pesar de que los TPL son un tema ampliamente trabajado por docentes e investigadores en enseñanza de las Ciencias Naturales, son pocas las referencias que definen qué es concretamente un TPL. Esto se evidencia en la misma práctica áulica, porque inclusive cuando los docentes son los encargados de definir qué es un TPL, lo hacen brindando una serie de características y no una definición acabada de lo mismo, según sostienen Zorrilla, y Mazzitelli (2021, citando a Antúnez, Pérez y Petrucci, 2008).

Las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica deben permitir integrar los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; ya que, si se abordan desde una teoría constructiva, logran promover en los estudiantes habilidades científicas, como la observación de los fenómenos, el planteamiento y resolución de problemas, la formulación de preguntas válidas para un proceso investigativo como la destreza manipulativa. Pretendiendo así que los estudiantes logren abordar problemas que ellos mismos se planteen y aprendan a resolverlos para fortalecer la capacidad de interpretar, argumentar y reflexionar sobre lo que aprenden y los resultados que obtienen, en función de poder trasladar estas habilidades científicas a otros campos; reflexionando y accionando su función en la sociedad, en pro de contribuir a solventar las dificultades y necesidades que se presentan en su entorno (Espinosa-Ríos, González-López y Hernández-Ramírez ,2016).

En concordancia con lo planteado por Merino y Herrero (2007), puede decirse que los trabajos prácticos de laboratorio deberían brindarles a los estudiantes la posibilidad de aprender a partir de sus propias experiencias lo que permite el desarrollo de los procedimientos propios del quehacer científico. Además, en relación con la formación docente, deben constituir un recurso didáctico que influye en el proceso de formación inicial y en el futuro desempeño docente (Zorrilla y Mazzitelli, 2021; citando a De Pro Bueno a,1998; De Pro Bueno b, 1999; Valencia y Torres, 2017).

Las actividades experimentales en el currículum, varían entre sí por el enfoque epistemológico y didáctico que rigen al momento de su elaboración. Tomando las nociones planteadas por diferentes autores, se seleccionaron las siguientes categorías de análisis y clasificación a implementar en esta investigación.

Recuperando las ideas de López Rúa y Tamayo Alzate (2012), las concepciones de las prácticas experimentales pueden clasificarse en dos perspectivas diferentes:

- Desde una perspectiva instrumental: el papel del docente es transmisor de conocimientos acabados donde se intenta confirmar o corroborar teorías, procediendo ciegamente a tomar apuntes o a manipular aparatos sin tener un propósito claro. Se exige a los estudiantes que sigan recetas para llegar a una conclusión predeterminada, sin comunicarles el significado de lo que se hace, concibiendo de esta forma a la práctica como el único criterio de validez del conocimiento científico y la prueba definitiva de las hipótesis y teorías.

- Desde una perspectiva constructivista: el papel del profesor es guiar y facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, debe tener en cuenta las ideas previas, habilidades y dificultades de los estudiantes, selecciona las experiencias científicas acordes al grupo de aprendizaje destinado, centrando su atención en la noción de ciencia como una construcción social. La experiencia tiene un rol importante, pero por sí sola no puede rechazar o verificar las hipótesis. Entre la teoría y el experimento no se establecen jerarquías.

Las actividades de laboratorio, además de clasificarse en función de las perspectivas anteriormente descritas (Caballer y Oñorbe, 1999) confeccionan categorías de análisis de las prácticas tradicionales ubicándose como: Experiencias, Ejercicios prácticos y de investigación.

Es interesante destacar, que la categoría “**experiencia**” considera que la práctica de laboratorio presenta la finalidad específica de reforzar y aplicar la teoría. Dirigida a demostrar hechos y fenómenos científicos. En cambio, la categoría “**ejercicio práctico**” establece que es una estrategia generalmente útil para lograr el aprendizaje de técnicas y utilización de material de laboratorio, como por ejemplo el empleo de algún instrumento de medición etc. Por último, al considerar la práctica como un “**investigación**” cuando la actividad se centra en que los estudiantes resuelvan situaciones problemáticas con metodologías de investigación, es decir aproximarse al proceso de elaboración de la ciencia. Es relevante aclarar que no es fácil lograr que un trabajo de laboratorio integre varias categorías, pero si es necesario por lo menos aprovechar ciertas actividades demostrativas para plantear un problema, posibles hipótesis y aplicar metodologías científicas que en su conjunto llevan a adquirir por los estudiantes niveles de complejidad aún mayor que una simple actividad demostrativa o de receta.

En relación con las actividades que se emplean en las guías, se recupera la clasificación de Herron (1971), que distingue los cuatro niveles de indagación que deben alcanzar los estudiantes durante una práctica de laboratorio.

- Nivel cero: se les da una pregunta, el método y la respuesta. El estudiante debe seguir rigurosamente las instrucciones y obtener los resultados preestablecidos. Llamada de verificación o confirmación.
- Nivel uno: se da la pregunta y el método, y el estudiante tiende a hallar la respuesta.
- Nivel dos: Se da la pregunta, el estudiante encuentra el método y una respuesta.

- Nivel tres: Se le indica el fenómeno a analizar, el estudiante debe formular una pregunta adecuada y encontrar un método y respuesta a la pregunta.

Además, López Rúa y Tamayo Alzate (2012, citando a Camaño, 2003 y Perales, 1994) y clasifican a las actividades de laboratorio según diferentes caracteres. Para la presente investigación se ha seleccionado su carácter metodológico, de realización y estrategia general de trabajo.

Dentro del carácter metodológico, existen prácticas:

-Abiertas: Se parte de un problema al estudiante, el cual debe conducirlo a la experimentación para que se apliquen hábitos y habilidades, pero no le son suficientes.

-Cerradas: Se ofrece a los estudiantes la receta de los pasos a seguir y conocimientos aplicables. Tipo receta.

-Semiabiertos o semicerrados: No se facilitan a los estudiantes todos los conocimientos elaborados y con el empleo de situaciones problemáticas se les motiva a indagar, suponer y emitir hipótesis.

-De verificación: dirigido a la verificación o comprobación experimental de los contenidos teóricos de la signatura, de leyes y principios.

En función de la estrategia general de trabajo, pueden ser: frontales y cíclicas.

-Las frontales: en la que los estudiantes realizan la actividad de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo. Se realiza al concluir un contenido teórico y se usa como complemento a la teoría o para desarrollar habilidades manipulativas.

-En actividad por ciclos: el práctico de laboratorio se fracciona en subsistemas según la estructura didáctica de la materia, siguiendo como criterios las dimensiones del contenido o sea unidades conceptuales, procedimentales o actitudinales.

Según el carácter de realización, las actividades experimentales pueden ser:

-Personalizadas: Los estudiantes van rotando por diferentes diseños experimentales relacionados con determinados contenidos de la materia, que recibirán durante todo el año y que puede ser que aún no lo hayan recibido en sus clases teóricas.

-Temporales: Se planifica en el horario docente y que el profesor ubica, con un tiempo de duración correspondiente para que sea estrictamente cumplido por los estudiantes.

-Semitemporales/Semiespaciales: Se establecen un límite espacio- temporal en la planificación docente para que los estudiantes puedan y deban realizar actividades de laboratorio correspondientes a determinados ciclos de contenidos teóricos.

### **3) Concepciones sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales**

A lo largo de la historia del sistema educativo, diversas teorías y autores han intentado dar respuesta a diferentes problemáticas en relación a los procesos de enseñanzas y aprendizajes de las Ciencias, ya sea analizando aspectos: qué enseñar, cómo enseñar, para qué enseñar, hacia quién enseñar, entre otros.

Al abordar las concepciones de Ciencias presentes en las actividades de laboratorio y en coincidencia con las ideas recuperadas de Zorrilla y Mazzitelli (2021), se establece al Trabajo Práctico de Laboratorio (TPL) como una estrategia que resulta poco útil desde el punto de vista pedagógico, ya que, en ocasiones, su implementación en las aulas presenta diferentes obstáculos (Valencia y Torres, 2017) lo cual deriva en la reproducción acrítica de experiencias tipo receta (Idoyaga y Maeyoshimoto, 2018). Reconociendo que los TPL pueden o no contribuir a la construcción de los conocimientos de los estudiantes, dependiendo de las actividades que se propongan, enfoques didácticos y epistemológicos presentes. Ante esto, surge la necesidad de analizar los distintos tipos de TPL.

El análisis de la presente investigación, se centra en los siguientes fundamentos epistemológicas a la luz de diferentes autores: Positivismo, Relativismo y Epistemología de la complejidad. Esta clasificación es de producción propia, recuperando categorías utilizadas por Zabalegui y Fabro, (2018/ 2019).

#### **3. 4) Perspectivas epistemológicas de la investigación**

Dentro del **positivismo epistemológico**, se comprende la perspectiva empírico-inductivista y la perspectiva Hipotético Deductivo que se describen a continuación:

##### **-La perspectiva empírico-inductivista o también conocida como positivismo lógico**

Iniciada en la década del veinte, pero su pleno auge se desarrolla entre los cuarenta y sesenta, donde sus principales representantes fueron Comte y Carnap. Dicha perspectiva se centra en diferenciar entre ciencia y pseudociencia, ya que no se analizan temáticas que no sean puramente científicos

Prevalece el monismo metodológico, es decir, la existencia de un sólo método científico para cualquier ciencia, iniciándose con la observación despojada de su carga teórica y experimentación, con el fin de producir teorías científicas para dar

respuesta a los hechos observados, es decir, responder a las causas y predecir fenómenos. Es por esto, que la finalidad de la ciencia no es sólo explicativa, sino también predictiva y causalista. Se utiliza la verdad como un instrumento, ya que la ciencia es un instrumento que permite operar sobre la realidad. Si hay un enunciado que no se puede constatar con la realidad, no es ciencia.

Los conocimientos deben ser verificados, es decir, un enunciado es verdadero si se ha puesto a prueba con procedimientos para confirmar si son verdades absolutas o no. Dichos conocimientos obtenidos son concebidos como productos lineales, acabados, verdades absolutas y acumulativas, sin tener en cuenta el proceso y contexto histórico de producción.

Tomando las ideas de Hempel (1987), en sus escritos “La filosofía de las ciencias naturales” “consideran que las inferencias inductivistas parten de casos particulares para llegar a generalizaciones o conclusiones, cuyo carácter es el de una ley o principio general, implicando una conclusión con un grado más o menos de probabilidad. No existen reglas de inducción, generalmente aplicables por medio de las cuales se pueden derivar o inferir hipótesis o teorías a partir de los datos empíricos. La transición de los datos a la teoría requiere de la imaginación creativa ya que un principiante difícilmente hará descubrimiento científico de importancia, porque las ideas que podrían ocurrírsele no harán más que repetir las que ya se pusieron a prueba y entrarán en colisión con hechos o teorías comprobados de los que él no tiene conocimientos.”

#### **- Perspectiva Hipotético Deductivo o racionalista**

Popper (1983) es uno de los autores más significativos de dicha perspectiva epistemológica, creada a partir de críticas al inductivismo. Prevalece el monismo metodológico, es decir, la existencia de un sólo método científico para cualquier ciencia, pero se parte de un problema, sus hipótesis (conjeturas) que se ponen a prueba por medio de la observación y experimentación. Dicha actividad presenta una observación selectiva ya que se necesita de un objeto elegido, una tarea definida, un interés o problema con su respectiva carga teórica.

No se habla de verdades confirmadas, sino hipótesis corroboradas, mientras tanto no se demuestre su falsedad, a este criterio se lo denomina “falsacionismo o refutacionismo”. El racionalismo crítico, considera a la ciencia como hipotética, conjetural, sometida a la revisión racional y crítica ya que el conocimiento es obtenido

de la razón y lógica humana, considerado como un producto acabado, sin tener interés en el contexto de descubrimiento.

Se utiliza el método hipotético deductivo, para deducir consecuencias observacionales. Donde la ciencia no se inicia con la observación, sino de una situación problemática generalizada para luego dar explicaciones a experiencias particulares, abandona lo inductivo y el criterio de verificación para utilizar el de falsificación. Las teorías científicas son provisorias, ya que como establece Popper (1983), la ciencia avanza por conjeturas y refutaciones, por ensayos y error.

### **-Perspectiva relativista**

Thomas Kuhn (1977) es uno de los principales representantes de esta perspectiva epistemológica, quien cuestiona la visión dogmática de la ciencia y la formación de los científicos.

Recuperando las ideas planteadas en el libro “Pensamiento Científico” de Flichman, E. y Pacifico, (1995).

La actividad científica e investigaciones que se realizan, se consideran como un intento de resolver los problemas o enigmas que surgen de las teorías, enmarcadas dentro de un paradigma vigente. Se entiende por paradigma, aquellas leyes o supuestos teóricos aceptados por la comunidad científica, sirven para organizar y estructurar la investigación, aportando elementos significativos para solucionar el problema en función del paradigma vigente. Todo paradigma determina el significado de los procesos observados, dándoles al científico razones para comprender qué observaciones son relevantes para su investigación, cuales plantean problemas y cómo debe abordarlos en base a ese paradigma.

Esta perspectiva, establece un consenso sobre la prevalencia actual de un paradigma sin dejar de lado la posibilidad de que a lo largo del tiempo sea reemplazado por otro. Además, el término paradigma, se creó para entender que toda teoría no queda enmarcada solamente como una teoría científica, sino más bien, es una forma de comprender el mundo en general, entramándose dicha teoría con el contexto donde se encuentra inmersa.

Kuhn, entiende a la ciencia como un modelo, un instrumento que opera sobre la realidad, por lo tanto, la ciencia es una construcción histórica y social, donde el

estudio de la historia de la ciencia revela el progreso científico evolutivo desde el conocimiento ya disponible, entendiéndose al conocimiento como producto y proceso. (Flichman y Pacifico, 1995)

La comunidad científica no es definida a partir de un único método ya que el mismo es a posteriori de la actividad científica, es decir, no es externo al quehacer científico, sino que el investigador lo va creando en su quehacer cotidiano, incluso no es un criterio de científicidad. (Flichman y Pacifico, 1995)

Cuando el paradigma no responde el problema, se habla de anomalías, entrando en crisis el paradigma al surgir un rival que logra resolver la anomalía del paradigma anterior. Este estado de crisis al abandonar un paradigma y aceptar otro nuevo, Kuhn lo llama "revoluciones científicas". Estas revoluciones ocasionan la reestructuración de los modos de pensamientos de una o más disciplinas.

No hay un método único para proceder en la elección de teorías rivales, el principal criterio, es de la comunidad científica que surge al transcurrir la actividad científica normal. Entre un cambio de paradigma, intervienen elementos externos, es decir se tiene en cuenta el contexto histórico, social, cultural, político, creencias, entre otros. (Flichman y Pacifico, 1995).

#### - **Perspectiva “Epistemología de la complejidad”**

Dicha postura es planteada por Edgar Morín (2000) como una alternativa epistemológica diferente a las concepciones clásicas desarrolladas anteriormente. Asimismo, Porlán, Rivero García y Martín del Pozo (1997), en su escrito "Conocimiento Profesional y Epistemológico de los Profesores I: teoría, método e instrumentos", toman las ideas de Morín y reflexionan en torno al conocimiento desde esta perspectiva. Dichos autores, consideran que la realidad escolar puede ser abordada como un conjunto de sistemas en evolución, donde se pueden describir y analizar los elementos que lo conforman. Es decir, prevalece la relación entre el objeto de conocimiento, el contexto, sus partes y el todo. Desde este punto de vista, según García (1994), las concepciones de los docentes y alumnos son un sistema de ideas en constante evolución.

Además, de entender la complejidad del sistema educativo, se debe reconocer la importancia del contexto en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que los conocimientos, información y hechos no deben enseñarse aislados o fragmentados, sino contextualizados, reconociendo la interacción entre el objeto de estudio con el entorno para adquirir sentido. Recuperando las ideas de Morín (2000) ubicar un

acontecimiento en su contexto, permite ver cómo cambia ese entorno y distinguir las relaciones entre ese fenómeno y su contexto, por ende, las relaciones entre las partes y el todo.

“Dentro de sus ideas principales se sostiene que las partes se incluyen en el todo, pero el todo también en las partes, entendiendo así el concepto de totalidad o globalidad; las explicaciones no deben ser reduccionistas sino más bien de carácter heterogéneo y complementario, retroactivas y recursivas” (Zabalegui, 2019).

Se promueve la noción de multidimensionalidad del conocimiento, entendiéndolo desde diferentes dimensiones como políticas, económicas, sociales, éticas e históricas, obteniendo un conocimiento que se destaca como producto y proceso. También prevalece la idea de analizar lo incierto de la naturaleza, a partir de dichos fenómenos del universo se establecen situaciones problemáticas propias del interés del alumno y diversas metodologías para su resolución. El proceso de observación de fenómenos cobra una gran relevancia ya que llevará al desarrollo de un pensamiento más complejo, “su racionalización”, determinando los aspectos que conforman el todo.

**Capítulo 4:**  
**Líneas de investigación**

#### **4. 1) Enfoques metodológicos existentes**

En referencia a este capítulo de la investigación, primeramente, se describen aspectos fundamentales relacionados a las características de diferentes líneas de investigación en el ámbito educativo: cualitativos, cuantitativos y mixtos. Luego se explicita el enfoque seleccionado a desarrollar en el presente estudio.

Para la elaboración del mismo, se utilizan los sustentos teóricos planteados por Hernández Sampieri, Fernández Collado, y Baptista, (2006) en el escrito “Metodología de la Investigación” en el que se recuperan basamentos teóricos de diversos autores.

En toda instancia académica, se abordan los enfoques de un proceso de investigación, para ello, es relevante comprender el concepto de investigación tomando las ideas de Hernández Sampieri., Fernández Collado y Baptista, (2006) que consideran a “La Investigación como un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno”. Dicha definición es válida para un enfoque cualitativo, cuantitativo o mixto, enmarcado en los fundamentos de los autores mencionados anteriormente.

##### **Enfoque cualitativo/naturalista o interpretativo**

Para el enfoque cualitativo, Hernández Sampieri., Fernández Collado y Baptista (2006), establecen que esta perspectiva se enmarca dentro del paradigma constructivista, donde el rol del investigador es plantear un problema a resolver, pero sin seguir un proceso definido o estructurado, debe ser abierto, libre y flexible. Además, se aplica una lógica inductiva, de lo particular a lo general (de los datos a las generalizaciones).

En cuanto a la teoría, Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista, (2006 citando a Creswell ,2005; García y Berganza ,2005; Mertens ,2005; Todd ,2005; Unrau, Grinnell y Williams, 2005; Corbetta, 2003; Sandin, 2003; Esterberg, 2002; Guba y Lincoln,1994) consideran que la teoría no se fundamenta en estudios previos, sino que se genera a partir de datos empíricos obtenidos y analizados, es decir, aquella teoría y método requerido para analizar un objeto de estudio es flexible en la investigación. En cuanto a la recolección de datos, se utiliza la observación para plantear el problema, generar hipótesis durante o al finalizar el estudio, pero jamás al inicio de la misma. No se efectúa una medición numérica sino una descripción de situaciones o manifestaciones observadas, como también se emplean entrevistas abiertas, análisis de documentos, interpretación de grupos entre otros.

En coincidencia con Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista (2006), el investigador es subjetivo, incluso sus valores y creencias son parte de la investigación, donde pretende reflexionar, describir, comprender e interpretar fenómenos en función de los significados que le otorgan todos los participantes que intervienen en el contexto de estudio. Es por esto, que se considera al mundo social como “relativo” y solo puede ser entendido por los actores vinculados, incluso el propio investigador.

En esta línea de investigación, los autores mencionados anteriormente, consideran a este enfoque como naturalista, ya que se estudia a los sujetos y objetos en el contexto natural donde se encuentran, como también es interpretativo, porque abordan los significados que le otorgan a los fenómenos provenientes de los sujetos que lo interpretan.

### **Enfoque cuantitativo o positivista**

En coincidencia con las nociones de Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista (2006), esta perspectiva establece su base en el paradigma positivista, donde el investigador debe plantear un problema de estudio delimitado, concreto y poco flexible. Revisa los antecedentes de la temática, y sobre estos fundamentos construye una teoría que deriva a la creación de diversas hipótesis que deben someterse a prueba, es decir, persigue un razonamiento deductivo, de lo general a particular (de las teorías y leyes a los datos particulares). El objetivo de la investigación es generalizar los resultados de sus estudios mediante diferentes muestras representativas.

Para contrastar las hipótesis, Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista (2006), establecen que la recolección de datos se fundamenta en la medición numérica de variables mediante procedimientos estadísticos estandarizados y aceptados por la comunidad científica. Si los resultados corroboran las hipótesis, la teoría que la sustenta también se valida, en cambio, si las hipótesis se refutan, se descartan en busca de nuevas hipótesis y sustentos teóricos. Este enfoque se asocia con experimentos, encuestas con preguntas cerradas y estudios que presenten sus resultados en gráficos de análisis. La finalidad de los estudios cuantitativos es explicar y predecir fenómenos, es decir, construcción y deconstrucción de teorías con una mirada objetiva e imparcial ya que el mundo es concebido como externo al investigador.

## **Enfoque mixto o multimodalidades**

En los escritos de Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista, (2006 citando a Creswell ,2005; García y Berganza ,2005; Mertens ,2005;Todd ,2005; Unrau, Grinnell y Williams, 2005; Corbetta, 2003; Sandin, 2003; Esterberg, 2002; Guba y Lincoln,1994), se aborda este enfoque y lo definen como:

“un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema. Se usan métodos de los enfoques cuantitativo y cualitativo, pueden involucrar la conversión de datos cuantitativos en cualitativos y viceversa.

Asimismo, se puede utilizar los dos enfoques para responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema.” (Mertens, 2005).

En cuanto a la metodología, se recolectan datos de diferentes modos donde se mezcla la lógica inductivista y deductivista en diversos momentos de la investigación, a pesar que en ocasiones prevalece una sobre la otra, esta forma de estudio le otorga una perspectiva más precisa del fenómeno. Además, con la multiplicidad de observaciones hace que sea más rica la variedad de datos obtenidos y su interpretación.

El investigador debe confrontar las discrepancias entre distintas concepciones teóricas y considerar la vinculación entre los conjuntos de datos producidos por diferentes métodos.

## **4. 2) Posicionamiento epistemológico seleccionado en el presente trabajo de tesis**

En función de la bibliografía consultada, diferentes paradigmas descritos y los interrogantes a investigar enmarcados en el contexto educativo universitario, la elaboración de la presente tesis se sustentará epistemológicamente y metodológicamente desde una perspectiva constructivista dentro del enfoque cualitativo/interpretativo, ya que se pretende reconocer y describir los sustentos epistemológicos presentes los trabajos prácticos de laboratorio de Biología Celular y Molecular del Profesorado en Biología perteneciente a la Universidad Autónoma de Entre Ríos.

A pesar de lo expresado anteriormente, es relevante destacar que en todo proceso de investigación no hay mejores ni peores enfoques vigentes, en la actualidad, se

tiende a evitar la rigidez de cada paradigma, se propone utilizar metodologías y fundamentos cada vez más flexibles, críticos y acordes al objeto de estudio.

#### **4. 3) Diseño de la investigación**

En este apartado se conceptualizó la propuesta metodológica empleada dentro de un diseño de investigación cualitativo confeccionado en cuatro etapas de trabajo. La primera consistió en un análisis de documentos perteneciente a la cátedra de Biología Celular y Molecular, poniendo foco en las guías de laboratorio empleadas en dicha asignatura; en la segunda etapa, se desarrolló observaciones no participantes de clases prácticas de laboratorio, como tercer momento se elaboró entrevistas semiestructuradas a los profesores de la cátedra y, por último, se realizó una triangulación de la información obtenida en las etapas anteriores.

Cómo se describió en el párrafo anterior, la metodología elegida se encuentra dentro del enfoque epistemológico cualitativo/interpretativo donde se considera a la investigación según Lindon Villorria (1998) “Como un proceso artesanal en el que constantemente se están construyendo piezas y partes pequeñas de piezas muy delicadas”, en educación dichas piezas y casos a analizar no son estáticos para el investigador, sino que van surgiendo y modificándose artesanalmente a medida transcurre la investigación. Además, se destaca el carácter reflexivo del investigador, es decir del tesista, ya que forma parte del contexto social donde se encuentra el objeto de estudio, logrando de esta manera una mirada holística que se obtiene al ubicarse en ese ámbito de recolección de datos, permitiéndole comprender los mismos al momento de analizarlos, considerándose de esta manera al investigador como el principal instrumento de la investigación (Aravena, 2006).

Las metodologías cualitativas tienden a ser más abiertas y flexibles, obteniendo datos más amplios y ricos, favoreciendo de esta manera el vínculo entre el investigador y el objeto de estudio. La misma se llevará a cabo mediante un estudio longitudinal, en un periodo de tiempo corto, ideado para “un caso” y contexto en particular, éste se caracterizará en función de las ideas de Schuster (2013), al presentar una población poco numerosa ya que en los estudios cualitativos se prioriza la profundidad de la investigación ante la cantidad muestral.

Además, en esta perspectiva metodológica y en coincidencia con Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista (2006), será una investigación de campo o también conocido como no experimental, ya que se realizará en el escenario natural

en el cual se encuentra inmerso la problemática a estudiar. En cuanto a la selección de la muestra, se realizó de tipo intencional ya que la población partícipe fue elegida intencionalmente al pertenecer a la cátedra y ser los autores de dichos trabajos prácticos.

Con respecto a los objetivos establecidos, será un estudio descriptivo y exploratorio ya que pretende describir las guías de trabajos prácticos utilizados en el profesorado y fundamentar su elaboración en función de las concepciones epistemológicas presentes en el profesor a la hora de su creación e implementación.

**Tabla 1**

**Diseño de investigación**

Diseño de investigación		
Etapas	Instrumentos de recolección de datos	Características del análisis
Primer etapa	Análisis documental	Plan del Profesorado en Biología perteneciente a la Universidad Autónoma de Entre Ríos
		Planificación anual de la cátedra de Biología Celular y Molecular elaborada por docentes de la misma.
		Guía de laboratorio presente en Biología Celular y Molecular elaborados por los docentes de cátedra.

<b>Segunda etapa</b>	<b>Observaciones</b>	Observaciones de las clases prácticas de laboratorio en Biología Celular y Molecular	Se llevó a cabo dos observaciones no participantes en las clases prácticas de laboratorio, con la finalidad de contrastar lo planificado en las guías y el enfoque de la asignatura con la instancia práctica de laboratorio.
<b>Tercer etapa</b>	<b>Entrevista</b>	Entrevistas a docentes de Biología Celular y Molecular perteneciente al Profesorado en Biología.	Se empleó entrevistas semiestructuradas a dos profesores de la cátedra. La selección de los mismos, se debió a que ellos son los que elaboraron la planificación y guías de laboratorio analizadas anteriormente. Lográndose de esta manera, comparar la información obtenida de las etapas anteriores con las voces de los docentes y dar lugar a nuevos interrogantes que surgieron luego de la observación.
<b>Cuarta etapa</b>	<b>Triangulación de datos y conclusiones finales</b>		Una vez llevada a cabo las etapas anteriores, se comparó los datos obtenidos y se extrajeron las conclusiones finales.

Nota: Resumen de producción propia para la organización del diseño de investigación.

**Capítulo 5:**  
**Interpretaciones de datos**

## **5. 1) Primera etapa de la investigación- Análisis documental**

La primera etapa se desarrolla durante el cursado de la asignatura de Biología Celular y Molecular, perteneciente al segundo año del Profesorado en Biología, Oro Verde- UADER, durante el ciclo lectivo 2022 y 2023. La cátedra es de carácter anual con una carga horaria total de ciento veintiocho horas, dividiéndose semanalmente en tres horas de teorías y una hora destinada a la práctica.

En este período, se realiza el análisis de los siguientes documentos utilizados por la materia; el plan de estudio presente en el Profesorado, planificación anual de la asignatura, haciendo foco específicamente en las cinco guías de laboratorio (trabajos prácticos de laboratorio) empleadas con la finalidad de identificar las concepciones epistemológicas que sustentan a esta práctica.

### **- Interpretaciones: Plan de estudio perteneciente al Profesorado en Biología FCyT UADER (Oro Verde)**

En referencia al diseño curricular presente en el Profesorado en Biología (anexo 1), se aprobó bajo la resolución MECyTN° 695/03, Res. UADER N° 1735/04 y su última modificación en la Res. 1184/09. El mismo se encuentra disponible en la oficina de Secretaría Académica de FCyT, quienes brindaron el material en formato papel para su consulta exclusiva en la oficina. Actualmente, se encuentra en circulación un archivo con el plan escaneado, pero hasta el momento nada digitalizado formalmente y disponible a consulta por la facultad.

El plan de estudio comienza con las resoluciones y consideraciones correspondientes, luego en el anexo se despliega la fundamentación, las respectivas materias, carga horaria, tiempo de cursado y correlatividades. También se incluye una reseña histórica de la creación del profesorado, condiciones de ingresos a la carrera, alcances del título de los egresados, objetivos y contenidos mínimos de cada materia.

El profesorado comprende materias de cursado anual y cuatrimestral, con una duración de 4 años y total de 37 asignaturas, obteniendo una carga horaria total de 3472 horas. El mismo, se organiza en tres ciclos: Etapa introductoria, Ciclo Básico y Ciclo de Especialización o Formación Docente. (Tabla 2)

La etapa introductoria es de carácter obligatorio- no eliminatorio, comprendiendo el cursado de diversas materias que no presentan correlatividad alguna. El ciclo de formación básico abarca las asignaturas de los dos primeros años, conformándose por materias específicas y algunas en tronco común con otros profesorados. Mientras

que el ciclo de especialización está conformado por los dos últimos años restantes donde se agrupan la mayoría de las materias específicas a la formación docente, además, todas las asignaturas del profesorado distribuyen su carga horaria entre teoría y práctica.

En relación a los contenidos conceptuales mínimos sugeridos en el plan para la cátedra de Biología Celular y Molecular, se nombraron los siguientes:

#### **407219-BILOGÍA CELULAR Y MOLECULAR**

“Moléculas orgánicas. Carbohidratos. Lípidos y proteínas. Los aminoácidos como unidad de las proteínas. Funciones biológicas. Nucleótidos Ácidos nucleicos. ADN Y ARN. Código genético. Transcripción. Splicing del ARN y traducción Teoría celular. Diferencia entre procariotas y eucariotas. Biología celular. Entrada y salida de substancias de las células. Transporte mediado por vesículas. Destino de las proteínas. Citoesqueleto. Movimientos celulares. El flujo de la energía. Oxidación-Reducción. Metabolismo. Enzimas. ATP. Producción de ATP: glucólisis y respiración Fotosíntesis. Estructura de los cromosomas. Reproducción celular. La citología y la genética. Metodología: Clases teóricas y prácticas.”

**Tabla 2**

#### **Diseño curricular del Profesorado en Biología**

INTRODUCTORIO			
PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO	CUARTO AÑO
Matemática Química General Física General Idioma Extranjero I Física Biológica Química Biológica Educación Ambiental Idioma Extranjero II Epistemología Principios de Biología Lectura y Producción de Textos Científicos	Geomorfología Anatomía y Fisiología Vegetal Pedagogía Anatomía y Fisiología Animal Introducción a la Bioestadística Sociología de la Educación Didáctica General <b>Biología Celular y Molecular</b> Anatomía y Fisiología Humana	Genética Biología Animal I (invertebrados) Vegetal I (no vascular) Didáctica de las Ciencias Naturales Psicología Educacional Metodología de la Investigación Educativa Vegetal II(vascular) Biología Animal II (vertebrados) Práctica Docente I (EGB3) Ecología General	Evolución Didáctica de la Biología Medio ambiente y Salud Política Educativa Análisis Institucional Taller de Investigación en la Enseñanza de la biología Práctica Docente II (Polimodal y Superior)

Nota: Tabla de producción propia de la carga curricular del Profesorado en Biología de la FCyT-UADER establecido por Res. UADER N° 1735/04 y su última modificación en la Res. 1184/09.

Para abordar los trabajos prácticos de laboratorio en Biología Celular y Molecular, es necesario contextualizarlas dentro del escenario académico al cual pertenece, como también, en la planificación o plan de clase de la asignatura. Para ello, se establecieron los siguientes criterios de análisis:

- Posibles posicionamientos epistemológicos presentes en el plan del Profesorado y en la asignatura de Biología Celular y Molecular.
- Lugar que ocupa las actividades de laboratorio en el Profesorado y en la cátedra de Biología Celular y Molecular.
- Objetivos e incumbencias de los egresados del Profesorado y en la cátedra de Biología Celular y Molecular.
- Vinculación de la teoría y práctica presente en el Profesorado y en la cátedra de Biología Celular y Molecular.

La decisión de analizar esta práctica que la llevan a cabo diversas asignaturas del profesorado, principalmente en Biología Celular y Molecular, al considerarse central en la formación docente, ya que en ella se trabajan diferentes habilidades, procedimientos y contenidos que se utilizan en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la cotidianidad de las escuelas secundarias y en el ámbito universitario.

Al estudiar el diseño curricular del profesorado, se puede visualizar escasa información de la infraestructura con la que cuenta, metodologías, recursos, bibliografía y formas de evaluaciones sugeridas, entre otros. A pesar de ello, en el apartado de la fundamentación y perfil docente, se habla sobre la importancia de que los estudiantes puedan participar en equipos de investigación del área epistemológica, potenciando de esta manera los conocimientos en la formación docente. Este aspecto podría ser contradictorio a la organización curricular presente en el profesorado, ya que la cátedra de Epistemología se encuentra en el segundo cuatrimestre del primer año, por lo tanto, se puede inferir que existe poco tiempo de cursado y quizás dificultades para el desarrollo y comprensión de los temas porque la mayoría de los estudiantes del primer año presentan escasos sustentos teóricos y habilidades reflexivas indispensables para el entendimiento de los contenidos abordados.

Es pertinente señalar que, en la organización general del plan de estudio se puede visualizar una lógica deductiva, que va de una formación general a una más específica en los últimos años de la carrera. Recuperando las ideas de Diker y Terigi (2003) este

ha sido el modelo de fragmentación que fue utilizado para el currículum de la formación docente en la Argentina.

Otra particularidad que asume el diseño curricular es la disociación planteada entre la teoría y práctica, esto lleva a que diversas asignaturas puedan caer en una dinámica ejemplificadora, donde la práctica se ubica al principio a modo de ejemplo y luego la teoría como explicación de lo sucedido en la práctica, como también, podría considerarse a la práctica como una aplicación de la teoría, que en coincidencia las ideas de Gilles Ferry (1997) "La teoría designa los conocimientos transmitidos y los ejercicios (llamados prácticos) distanciados de la situación real sobre la cual se anticipan". (p.25)

Al centrarse en los elementos mencionados anteriormente, se podría llegar a pensar que hay una tendencia del posicionamiento positivista enmarcado bajo las ideas de Popper (1983), ya que con esta forma de organización del plan es poco probable que se pueda lograr la integración entre la teoría y la práctica y se podría transmitir una imagen distorsionada de la ciencia, considerándose como producto sin tener en cuenta el proceso. En coincidencia con las ideas de Camilloni (2014) "La teoría no es autónoma respecto de la práctica, ni lo es la práctica, que carece de significado sin la teoría. El sistema de actividad las necesita a ambas de manera que la mirada de una enriquezca a la otra y la haga posible". (p. 30)

En cuanto a los objetivos y sugerencias metodológicas presentes en el plan, se especifican diferentes códigos que se le asignan a cada materia. Biología Celular y Molecular fue catalogada en cumplir los objetivos I y IV donde se pretende:

"Formar profesionales de la educación con sólidas competencias científicas que permitan un eficaz y razonable desempeño en el ejercicio de la profesión". (FCyT-UADER,2023-2024-2009, Diseño curricular del Profesorado en Biología; Res. UADER N° 1735/04 y Res. 1184/09)

Para las actividades o dinámicas establecidas en dicha materia, no se detalla en profundidad sugerencias metodológicas, sino más bien, se menciona escuetamente posibles estrategias de clase representado en el código 1C (Teoría), 2C (Teoría/práctica), 4C (Taller) y 5C (Salida educativa), este aspecto es de suma importancia de análisis ya que no se contempla el código C3 (laboratorio), de esta manera se puede inferir el escaso protagonismo que se le otorga a las instancias de laboratorio en Biología Celular y Molecular presente en el plan del profesorado. Formalmente el código C3 se encuentra en las asignaturas de Biología, Química y Física, pero en la realidad académica al igual que Biología Celular y Molecular, son

muchas más las cátedras que realizan instancias de laboratorio en sus prácticas educativas.

Para concluir esta etapa de la investigación, se puede mencionar que, en el documento analizado, se logró ver algunos resabios del posicionamiento positivista. A pesar de ello, habría que contrastar la planificación de cátedra con los lineamientos sugeridos en el plan del profesorado e incluso con una clase de Biología Celular, obteniendo de esta forma un análisis en su completitud. Además, sería conveniente que exista una revisión y actualización del plan del profesorado para lograr aprendizajes más significativos en las instancias de laboratorio de los futuros docentes. Al recuperar los escritos de Espinosa-Ríos, González-López y Hernández-Ramírez (2016), es relevante destacar que las prácticas de laboratorio al ser 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 y cómo reconocen desacuerdos, 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 (Lunetta, 1998), 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 culturales) (Hodson, 1994, p. 269)

#### - **Análisis de la planificación de cátedra de Biología Celular y Molecular**

Los trabajos prácticos de laboratorio, cumplen un rol importante en las prácticas académicas, principalmente en la formación de los futuros docentes. Es por ello, que se analizó la planificación anual que regía en la asignatura de Biología Celular y Molecular en el Profesorado de Biología. Este documento fue creado por un equipo de cátedra, integrado por un Profesor responsable: encargado de las clases teóricas, confección de parciales, y coordinador de actividades, mientras que otro docente auxiliar; se encontraba a cargo de los coloquios/trabajos de laboratorio, elaboración de guías y corrección de actividades. (Anexo 1)

En la fundamentación de la planificación, se establece el encuadre que presenta la cátedra con la finalidad de formar docentes. En ella, se describe que:

“El estudio de esta disciplina abarca un campo sistemático de saberes científicos teóricos-prácticos fundamentales para poder comprender los procesos físicos, químicos y biológicos de la materia viva.

Conjuntamente con el proceder de estos contenidos, **el planeamiento de esta cátedra se preocupará para generar sobre los estudiantes una actitud científica, que permita el entendimiento de la naturaleza de la ciencia y el progreso de las capacidades y habilidades necesarias para realizar indagaciones con base científica.**

La educación científica debe producir ciudadanos informados y responsables, quienes frente a posibles problemas podrán tomar decisiones fundamentales. **El futuro profesor deberá tener un perfil determinado, caracterizado por poseer conocimientos científicos actualizado. Los estudiantes se apropiarán de sólidos saberes que darán cuenta del avance que en el siglo XXI están teniendo las ciencias y la tecnología.”** (FCyT UADER,2022, Planificación anual de cátedra, p.2).

En función de los fundamentos empleados en el marco teórico, se puede mencionar que, en los párrafos seleccionados de la fundamentación pareciera la existencia de una tendencia del **posicionamiento relativista** sustentado por Thomas Kuhn. Esto se visibiliza al mencionarse que la cátedra pretende lograr capacidades y habilidades necesarias en los estudiantes para que puedan realizar sus propias indagaciones con sustentos científicos, por lo tanto, podría ser una instancia verdaderamente significativa para los alumnos. Además, al describir la importancia de la apropiación de saberes que darán cuenta del avance que está teniendo la ciencia y tecnología, son elementos relevantes para su estudio, ya que se podría transmitir una imagen de ciencia como producto y proceso en función de las ideas de Kuhn, donde el conocimiento se encuentra en constante evolución en función del paradigma.

Al partir de diferentes instancias de problematización en su entorno y formulación de hipótesis contextualizadas, permite inferir que también está presente el **posicionamiento racionalista de Popper**.

En relación a los objetivos, la mayoría de ellos se focalizan en que los estudiantes puedan adquirir actitudes, conceptos y procedimientos. A continuación, se seleccionaron algunos de ellos:

- Reconocer los aspectos **teóricos** de cómo funcionan las herramientas de Biología molecular más comunes y sencillas.
- **Aplicar procedimientos de extracción y visualización de ADN mediante técnicas de estudio sencillas.**
- Manejar el equipamiento habitual existente en un laboratorio
- **Adquirir, comprender y aplicar los conceptos y principios básicos de la Biología Celular y Molecular**
- **Integrar conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas biológicos.**
- **Promover al estudiante una formación de calidad y significación social,** que le permita una actividad académica-profesional creativa, protagónica y comprometida con la realidad social en la que está inserto.

**Fortalecer y estimular al estudiante la necesidad de una actualización permanente y continua en el campo de la disciplina.** (FCyT UADER,2022, Planificación anual de cátedra, p.2).

En relación al posicionamiento racionalista fundamentado por las ideas de Popper, el método hipotético deductivo, es la forma que utilizan los monistas para explicar en ciencias, partiéndose de leyes generales para deducir casos particulares. Este enfoque epistemológico, pareciera que estuviera presente en algunos objetivos de la cátedra, por ejemplo; cuando se menciona que los estudiantes deben adquirir, comprender y aplicar los conceptos y principios básicos de la Biología Celular y Molecular en la resolución de problemas. Esta tendencia aplicacionista de la teoría en la práctica, parte de una situación problemática generalizada, donde se formulan hipótesis que se ponen a prueba mediante la observación y experimentación. Por lo tanto, la finalidad de la misma podría consistir en deducir las consecuencias observacionales a través de la experiencia.

Otras situaciones donde se puede inferir la presencia del enfoque racionalista, es al pretender que los estudiantes apliquen procedimientos de extracción y visualización de ADN mediante técnicas de estudio sencillas. En este objetivo, se focaliza en la utilización de procedimientos pre establecidos y una observación sustentada por su carga teórica, de esta forma, la situación experimental podría transformarse en una instancia de simulación, donde los estudiantes ponen a prueba las hipótesis que ya fueron altamente confirmadas por la comunidad científica. Además, al describirse que la cátedra pretende promover en el estudiante una formación actualizada, permanente, de calidad y significación social, comprometida con la realidad social en

la que está inserto, se puede visualizar nuevamente las ideas de Popper.

A pesar de lo analizado anteriormente, pareciera que también existen otros elementos que podrían llegar a pensar la prevalencia del posicionamiento relativista enmarcado en los sustentos de Kuhn. Por ejemplo, al describirse la relevancia de la contextualización del contenido, se transmiten una imagen de ciencia como una construcción histórica y social en constante cambio.

Otro componente de análisis es el programa de contenidos, este se encuentra organizado en siete bloques o unidades didácticas donde prevalecen diferentes conceptos, actitudes y procedimientos que se ponen en juego durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de cada eje temático. Al explorar este documento, las instancias prácticas que se planifican en el año, se correlacionan con los contenidos desarrollados en el programa y los presentes en los trabajos de laboratorio.

En cuanto a la metodología y estrategias de trabajo, se menciona lo siguiente:

Desde el punto de vista del proceso **enseñanza-aprendizaje**, debe existir una estrecha vinculación **e integración entre teoría y práctica** para lograr un aprendizaje significativo. **Se van a plantear clases teóricas, teóricas / prácticas y clases prácticas de laboratorio.** Las clases teóricas, teóricas / prácticas pretenden cumplir con el objetivo de otorgar un espacio para la reflexión acerca de los aspectos conceptuales y orientar al estudiante sobre cada contenido planteado en las diferentes unidades. Este tipo de clases serán de tipo **expositivas / explicativas**, brindándole al estudiante información a través de diversos recursos didácticos y pedagógicos que permitan hacer comprensible el tema en desarrollo. Los recursos con los que cuenta actualmente la Facultad y de los cuales nos apropiamos en cada clase son: pizarra, notebook y cañón, proyector.

Por las características de la asignatura, es fundamental **la construcción de modelos, esquemas y microfotografías.** Se plantea la lectoescritura, como herramienta para que los estudiantes puedan apropiarse del vocabulario propio de esta ciencia. La confección de cuestionarios para poder guiar el aprendizaje de nuestros estudiantes. Se plantean actividades grupales, para favorecer la integración entre los pares y el significativo proceso de enseñanza y aprendizaje (FCyT UADER,2022, Planificación anual de cátedra, p.5).

Analizando el párrafo anterior, se podría inferir que se caracterizaría al proceso de enseñanza más bien unidireccional, dando por certeza que toda enseñanza lleva a un aprendizaje por parte de los alumnos. Esta noción es importante en reflexionar ya actualmente nos referimos a procesos diferentes: “enseñanza y aprendizaje”, dónde están relacionados entre sí, considerándose bidireccional.

En cuanto a las dinámicas de trabajo presentes en la materia, son muy variadas, desde clases teóricas, clases teóricas/prácticas y de laboratorio. En las clases teóricas de tipo expositivas/explicativas, podría estar presente el enfoque positivista, donde el conocimiento que se pone en juego puede ser concebido como un producto acabado, sin mencionar su proceso de construcción. Además, se describe la relevancia en la asignatura sobre la “construcción de modelos”, con este elemento se podría llegar a pensar que también está presente la perspectiva relativista planteada por Kuhn, ya que la ciencia puede ser concebida como instrumento/ modelo que opera sobre la realidad.

Seguidamente, se establece la necesidad de integrar a teoría con la práctica, este aspecto lleva a reflexionar sobre la importancia que presenta las instancias de observaciones de clases para contratarlas con la dinámica de trabajo propuesta en los documentos analizados, ya que, en muchas ocasiones, lo planificado en papel no refleja lo que realmente ocurre en clase. Esta situación, propicia la creación de otros interrogantes que emergen durante la investigación y guiarán a la observación, por ejemplo; las clases teóricas ¿son meramente expositivas? ¿se llevan a cabo otras estrategias didácticas que inviten a la participación de los alumnos? ¿qué tipo de preguntas realizan los docentes y alumnos? ¿las actividades propuestas permiten que los estudiantes problematiquen sobre la realidad? ¿existe una contextualización significativa de los contenidos? ¿los recursos que emplean en las clases son exclusivamente los mencionados en la planificación? entre otros.

En referencias a las clases prácticas de laboratorio se describe lo siguiente:

Las clases prácticas de laboratorio, son clases de **aplicación de los contenidos teóricos**, se orientan al desarrollo de **técnicas y metodologías aplicables al análisis de cada situación planteada**, tales como, **resolución de problemas, interpretación de gráficos, cortes y preparados histológicos, exposiciones**, entre otros; y se basan principalmente en la participación activa del estudiante, que en forma

individual o grupal deberá procesar y/o elaborar las consignas de las guías de trabajos prácticos. Los trabajos prácticos se desarrollarán en el **laboratorio de biología de la Facultad**. Este tipo de clases prácticas de laboratorio están basadas en el empleo de elementos ópticos como lupas y microscopios, elementos para la preparación de muestras tales como bisturí, fijadores, colorantes, agujas histológicas, aceite de inmersión, material de vidrio como pipetas, portaobjetos, cubreobjetos, vasos de precipitado, cajas de Petri, entre otros. **Para cada una de las clases los estudiantes contarán con un apunte guía**, elaborado por los docentes de la cátedra que tiene por objeto ordenar el trabajo y fomentar la integración teoría-práctica. (FCyT UADER,2022, Planificación anual de cátedra, p.5).

Con respecto a este apartado de la planificación, se puede deducir que, en la cátedra, las actividades de laboratorio cumplen un rol fundamental en la formación docente, se intenta que los alumnos puedan adquirir diversas “técnicas científicas o manipulativas aplicables” a situaciones problemáticas, interpretación de gráficos y guías de trabajo, entre otros. Al implementarse trabajos de laboratorio elaborados por los docentes, permite en cierta medida guiar a los estudiantes en sus procesos de enseñanza y aprendizaje, propiciando una secuencia de trabajo necesaria para lograr una estrecha vinculación entre la teoría y la práctica. La utilización de las guías de laboratorio no es el eje central de análisis, sino más bien, se intenta poner en tensión las actividades planificadas y como se implementan en la práctica misma. Ante la necesidad de problematizar y reflexionar sobre esta temática, surgieron los siguientes interrogantes: ¿Estas prácticas dan lugar a conjeturas y refutaciones? ¿O más bien se rigen en una línea dogmática de irrefutabilidad? ¿Se parte de situaciones problemáticas cercanas al estudiante? ¿Los interrogantes a responder propician aprendizajes significativos? ¿Qué papel ocupa la observación y la figura docente en una situación experimental? ¿El docente realiza una vigilancia epistemológica? ¿Qué imagen de ciencia predomina? ¿Estas experiencias solamente ocurren en un espacio físico de laboratorio?, entre otros. Dichas preguntas, podrían responderse al contrastar lo descrito en la planificación con las observaciones de clases propuestas en esta investigación.

En función de cada apartado de la planificación puesto en tensión, se puede concluir que la cátedra presenta diversos posicionamientos epistemológicos, algunos predominan más que otros ya que hay una heterogeneidad de enfoques y formas de concebir a la ciencia como al proceso de enseñanza y aprendizaje. También, sería interesante que esté presente o predomine el paradigma de la complejidad, ya que como plantea Morín (2000) y recuperan otros autores, actualmente la realidad escolar debe ser abordada desde su complejidad, donde debe existir la relación estrecha entre el conocimiento, el contexto y el todo. De esta manera, los contenidos no se enseñan aislados, sino más bien conceptualizados, con un enfoque de multidimensional donde se puedan trabajar desde lo político, histórico, social, cultural etc., logrando que los estudiantes observen la naturaleza, problematice, busquen respuesta a sus inquietudes a través de diversos métodos, fomentando de esta manera la racionalización y aprendizaje significativo.

Cabe aclarar, que estas ideas son interpretaciones personales de lo escrito en el documento, ya que quizás en las prácticas diarias presentes en el aula se realizan dinámicas diferentes a las descritas en la planificación, visibilizándose otros enfoques o posicionamientos que no se encuentran en esta planificación.

- **Interpretaciones: Guías de trabajos prácticos de laboratorio presentes en Biología Celular y Molecular- UADER**

En el siguiente apartado se puso en reflexión las guías de laboratorio utilizadas en el Profesorado, para ello, se elaboró una matriz de análisis de producción propia, recuperando algunas categorías utilizadas por Zabalegui (2019), como también teniendo en cuenta los fundamentos teóricos de diversos autores empleados en el marco teórico.

Con este instrumento, se pretende recabar información sobre la prevalencia de posibles posicionamientos epistemológicos en función de las siguientes categorías de análisis:

- Situación de laboratorio
- Carácter metodológico
- Expectativas de logro de los estudiantes
- Lugar que ocupa la observación y metodología
- Producción del conocimiento
- Relación de los objetivos y contenidos e imagen de ciencias

**Tabla 3**  
**Matriz de análisis de guías de laboratorio**

Categoría de análisis		Posibles resultados observable	Prevalencia de posibles posicionamientos epistemológicos
Situaciones de laboratorio según Caballer y Oñorbe (1999)	<b>Ejercicios prácticos</b>	Aprendizaje técnico de resolución ya establecido.	Positivista: Empírico-inductivista Comte (1965)  Racionalismo Popper (1983)
	<b>Experiencias</b>	Reforzar y aplicar la teoría.	
	<b>De Investigación</b>	Se aplican metodologías de investigación por parte de los alumnos, libres en su elección.	
Carácter metodológico de la práctica Camaño (1992,2003) y Perales (1994) citado en el texto de López Rúa, A (2012)	<b>Abierto</b>	Se parte de un problema al estudiante, el cual debe conducirlo a la experimentación para que se apliquen hábitos y habilidades, pero no le son suficientes.	Relativismo: Khun (1977)  Paradigma de la complejidad: Morin ( 2000)
	<b>Cerrado</b>	Se ofrece a los estudiantes la receta de los pasos a seguir y conocimientos aplicables.	
	<b>Semiabletido</b>	No se les brindan a los estudiantes todos los conocimientos y se emplean situaciones problemáticas para emitir algunas hipótesis inmersas en un paradigma.	
	<b>Verificación</b>	Destinado a verificar o comprobar por medio de la experimentación leyes, teorías y principios.	
Expectativas de logro por el estudiante. Herron (1971)	<b>Nivel cero</b>	Se le da la pregunta, el método y respuesta.	Positivista: Empírico-inductivista Comte (1965)  Racionalismo Popper (1983)
	<b>Nivel uno</b>	Se le da la pregunta y el método. Se debe hallar la respuesta.	
	<b>Nivel dos</b>	Se da la pregunta, el estudiante debe encontrar el método y respuesta.	
	<b>Nivel tres</b>	Se le indica el fenómeno, el estudiante debe formular una pregunta, encontrar el método y la respuesta.	

Lugar que ocupa la observación y metodología	Positivista	<b>Empírico inductivista: Comte (1965)</b> <u>Se parte de la observación, despojada de su carga teórica.</u> <u>Se establece un solo método para cualquier ciencia.</u>	Positivista: Empírico-inductivista Comte (1965)  Racionalismo Popper (1983)  Relativismo: Khun (1977)
		<b>Racionalismo: Popper (1983)</b> <u>Se establece un solo método para cualquier ciencia.</u> <u>Se parte de una situación problemática, se plantean hipótesis (conjeturas) que se ponen a prueba mediante la observación y experimentación.</u> <u>Rige el método hipotético deductivo.</u> Observación selectiva con su carga teórica.	Paradigma de la complejidad: Morín ( 2000)
	Relativismo	<u>El método se crea a posteriori de la actividad científica, por lo tanto, no podemos afirmar la existencia de un único método para todas las ciencias.</u> <u>La actividad científica está centrada en encontrar soluciones a las problemáticas presentes en los paradigmas, utilizando los métodos que le brinda dicho paradigma.</u> <b>Khun (1977)</b>	
Producción del conocimiento	Positivista	Paradigma de la complejidad	Situación problemática que surge del interés de los alumnos y diversidad metodológica en función del contexto social, ético, político y social. <b>Morín ( 2000)</b>
			Positivista: Empírico-inductivista Comte (1965)  Racionalismo Popper (1983)  Relativismo: Khun (1977)
			Paradigma de la complejidad: Morin ( 2000)
Relación a los objetivos y contenidos e imagen de ciencias.	Positivista	<b>Empírico inductivista:</b> Conocimiento como producto/verdades incuestionables. Ciencia causalista y predictiva. Comte (1965)	Positivista: Empírico-inductivista Comte (1965)  Racionalismo Popper (1983)
		<b>Racionalismo:</b> Conocimiento como producto sin tener en cuenta el contexto histórico. La ciencia como un reflejo de la realidad. <u>No se habla de verdades absolutas, sino hipótesis corroboradas.</u> Popper (1983)	Relativismo: Khun (1977)
		Conocimiento como producto y proceso. La ciencia como una construcción histórica y social, es concebida como un instrumento que opera sobre la realidad. Khun (1977)	

	Explicaciones influenciadas por el contexto social, político, ético, entre otros. El conocimiento no es lineal, se tiene en cuenta como producto y proceso. Morin ( 2000)	Paradigma de la complejidad: Morin ( 2000)
	Otra forma de presentar esta categoría.	Otra perspectiva epistemológica.

iz de producción propia para el análisis de las guías de laboratorio en la cátedra de Biología Celular y Molecular. Profesorado en Biología, 24.

guías estudiadas, se utilizaron en las clases prácticas en el periodo 2022 y 2023 presentes en el laboratorio de biología de la facultad. Cabe aclarar que desde septiembre de 2023 hubo una modificación de un docente de cátedra, por lo tanto, también cambiaron algunas actividades de laboratorio, estrategias y dinámicas de trabajo. A partir de la incorporación del nuevo profesor, hubo un giro en la forma de abordar la instancia práctica, ya dejó de ser un espacio meramente práctico o de laboratorio, sino más bien, adquirió otros formatos como taller o actividades prácticas de complemento a la teoría, entre otros.

Ante esta situación, se seleccionaron aquellas guías más significativas y ricas de análisis para la presente investigación, puede ocurrir que, al haberse producido cambios en el equipo de cátedra, algunas guías analizadas no fueron elaboradas por el docente que se encuentra actualmente en la instancia de práctica.

Según el cronograma de cátedra, las actividades de laboratorio se organizaron al finalizar una o dos unidades didácticas y en algunas ocasiones se desarrollaron al inicio de la unidad. Esta forma de distribución, vincula los contenidos presentes en la unidad abordados en la teoría con los trabajos prácticos de laboratorio. Los componentes generales que conforman a las guías son las siguientes:

Eje temático, objetivos, materiales de laboratorio, información teórica, variadas actividades y procedimientos, ilustración, guías de preguntas a resolver y bibliografía.

Es importante destacar, que cada componente de las guías puede tener múltiples interpretaciones, ya que no hay posicionamientos epistemológicos puros, sino más bien, existen posibles prevalencias epistemológicas que se encuentran integradas y coexisten en la misma actividad.

Las guías de laboratorio se encuentran en el (anexo 2).

## **Resultados del análisis:**

### **Trabajo práctico n°1 (TP1): Microscopía óptica. Nivel Celular**

La guía uno, comienza con una introducción sobre la contextualización de la temática a abordar. Se describe una breve reseña histórica desde la creación del microscopio, avances de la ciencia y conocimientos enmarcados en paradigmas, por ejemplo, al mencionarse la teoría celular. Con estos elementos analizados, se podría llegar a pensar que existe un **possible posicionamiento relativista**, sustentado por las ideas de Thomas Kuhn (1977), entendiéndose al conocimiento como producto y proceso, histórico y social.

En cuanto a las actividades de laboratorio, según Caballer y Oñorbe (1999), se las puede clasificar como situaciones de aprendizajes catalogadas como **experiencias y ejercicio práctico**, esto se debe ya que son destinadas a reforzar y aplicar la teoría como también, lograr el aprendizaje técnico de diversas destrezas manipulativas para llegar a una resolución ya establecida. Por ejemplo, en la actividad 2, 3, 4 y 5, se visualiza que los estudiantes deben “aplicar” la teoría a una experiencia que requiere la implementación de diversas técnicas de laboratorio. Dichas actividades, son sumamente importantes para todo proceso de aprendizaje en ciencias, pero no son las únicas habilidades y capacidades en desarrollar en los estudiantes.

En cuanto al carácter metodológico, utilizando la clasificación propuesta por López Rúa (2012) se puede inferir que la mayoría de las actividades se caracterizan por ser de tipo **cerradas y de verificación**, donde la observación cumple un rol importante en las propuestas ya que se parte de ellas para luego problematizar, y se les ofrece a los estudiantes la receta de los pasos a seguir, es decir sus procedimientos y posibles conocimientos aplicables, destinados a verificar o comprobar mediante la experimentación, leyes, o teorías.

Al analizar este tipo de actividades, se podría mencionar que existe una tendencia al posicionamiento positivista planteado por Popper (1983), donde se infiere una lógica deductiva, partiendo de situaciones experimentales generales para resolver problemas particulares, además el proceso de enseñanza se focaliza en el aprendizaje de conocimientos como productos, dejando de lado su proceso. Esto se evidencia por ejemplo en la actividad 4, donde se realiza una observación selectiva

de epidermis de cebolla y luego se problematiza.

En cuanto a la producción del conocimiento, podría considerarse como lineal y acumulativo, ya que los nuevos conocimientos que se crean, se integrarían a los antiguos y lo superarían. En los objetivos, se establece que los estudiantes puedan caracterizar los diferentes tipos de células a partir de la búsqueda bibliográfica y logren adquirir destrezas manipulativas con el manejo del instrumental óptico y de laboratorio. Dichos objetivos se correlacionan con las actividades desarrolladas en la guía y con las expectativas de logro por parte de los estudiantes.

Para analizar las expectativas de logro de los alumnos, se recuperó las ideas Herron (1971) que estableció diferentes niveles de aprendizaje a alcanzar; por ejemplo: En la actividad 2, pareciera que se obtiene el **nivel cero** planteado por Herron (1971), ya que el estudiante debe seguir rigurosamente una serie de procedimientos (pasos) para lograr un resultado preestablecido, e incluso se le anticipa la respuesta de lo solicitado o de lo que se tendría que obtener al finalizar la observación, mencionando lo siguiente:

En este extendido podrías distinguir los siguientes tipos celulares:

- Células eucariotas animales: células epiteliales, que presentan forma plana con abundante citoplasma y núcleo bien delimitado.
- Células procariotas: bacterias, que pueden encontrarse con diferentes formas (co-co, bastones), aisladas o agrupadas (cadenas, racimos) (Microscopía óptica. Nivel Celular, s.f.,p.1)

En la actividad 3, se podría inferir la presencia de una expectativa de **nivel uno**, ya que se les brinda a los estudiantes los procedimientos a emplear y se solicita la esquematización de lo observado con ayuda de la bibliografía. También, se realizan dos preguntas que podrían en cierta medida invitar a la racionalización, hipotetización y un posible aprendizaje significativo, como las siguientes:

“¿Cómo se calcula el aumento total de la imagen que se está observando bajo el MO? Proporciona un ejemplo”.

“¿Qué ventajas tiene la utilización de colorantes? ¿Cómo actúa el azul de metileno sobre la muestra?”

La actividad 4, también requiere la utilización de pasos a seguir a modo de receta, pero no se visibiliza una problematización alguna, solamente se solicita la esquematización e identificación de las partes que conforman la muestra observada. En cambio, la actividad 5, menciona la elaboración de un cuadro comparativo de las

características distintivas de diferentes células, utilizando la bibliografía trabajada. Esta última estrategia, podría ser muy significativa, si los alumnos elaboran ellos mismos los criterios de comparación, si esto ocurre, se podría propiciar la racionalización, alcanzando niveles de aprendizajes más complejos.

Para concluir, en líneas generales, se puede inferir que existe una prevalencia del **posicionamiento racionalista**. Cabe destacar, que la postura **relativista** solamente se visibiliza en la introducción del trabajo práctico y no en las actividades propuestas. Ante dicha situación, sería conveniente contrastar la dinámica de trabajo planificada en la guía con práctica misma de laboratorio, obteniendo de esta manera un análisis más rico en su completitud.

### **Trabajo práctico n°2 (TP2): Reconocimiento de componentes orgánicos**

En la guía dos, se puede caracterizar a todas las actividades de laboratorio como situaciones de aprendizajes de **experiencias y ejercicios prácticos**, según Caballer y Oñorbe (1999), ya que sirven para reforzar, aplicar teoría y utilizar una serie de procedimientos que se ponen en juego. Con respecto al carácter metodológico, al recuperar las ideas de López Rúa (2012), la mayoría de las actividades son de tipo **cerradas, de verificación o semiabiertas**. Un ejemplo de actividad cerrada y de verificación se observa en el procedimiento 2- III, denominado investigación de los azúcares reductores, donde se le ofrece al estudiante los pasos a seguir a modo de receta, conocimientos que se ponen en juego e incluso resultados a obtener, es decir, se le anticipa las posibles soluciones de la experiencia de la siguiente manera.

“Estos resultados nos indican que los azúcares: glucosa, maltosa y lactosa tienen carácter reductor. La reacción es negativa si queda azul o cambia a un azul verdoso”. (Reconocimiento de componentes orgánicos. Nivel Celular, s.f.,p.2)

Además, todas las actividades propuestas presentan un título que te adelanta sobre la experiencia a observar, por ejemplo: “Identificación de glúcidos, de lípidos” entre otros.

En cambio, las actividades semiabiertas están presentes en forma de interrogantes en algunas situaciones experimentales, por ejemplo, en el procedimiento 1 “Reacción de Fehling” una vez realizada la experiencia, se solicita que investiguen a qué se debe el cambio de coloración de la muestra. Analizando estas actividades, es relevante destacar que se emplean procedimientos a modo de receta y no se evidencia una situación problemática propiamente dicha, a pesar de ello, se establecen

interrogantes que podría generar conflicto cognitivo en los estudiantes, invitando de alguna manera a la formulación de hipótesis.

En cuanto a los objetivos, se menciona que los estudiantes puedan verificar a través de la experimentación la teoría sobre los compuestos orgánicos, reconocer la presencia de estos compuestos en distintos alimentos mediante reactivos, registrar e interpretar los resultados observados. Estos objetivos se correlacionan con las actividades desarrolladas en la guía y con las expectativas de logro por parte de los estudiantes, en líneas generales, utilizando la clasificación propuesta por Herron (1971), en todas las actividades los estudiantes alcanzarían una expectativa de logro de **nivel 0 y 1**, ya que se le brinda la pregunta, pasos a seguir e incluso respuesta a obtener y fenómeno a observar. Por ejemplo, en el procedimiento 2: III “Investigación de los azúcares reductores”, se menciona que después de observar, “los resultados obtenidos nos indican que los azúcares: glucosa, maltosa y lactosa tienen carácter reductor, la reacción es negativa si queda azul verdoso, en cambio sí se colorea en azul violeta en presencia de yodo, significa que la reacción es positiva en presencia de almidón”.

Analizando lo descrito anteriormente, la misma guía te anticipa lo observado o te explica la causa del fenómeno producido. En función de estos aspectos problematizados, se podría mencionar que existe una tendencia del **posicionamiento racionalista** sustentado por Popper, ya que todas las actividades parten de una situación generalizada que se utiliza para dar explicaciones a casos particulares, mediante la observación con su carga teórica y experimentación. Además, al emplearse procedimientos preestablecidos, se propicia la enseñanza del **conocimiento como un producto acabado**, sin tener en cuenta su proceso, considerándose al progreso científico como lineal y acumulativo. A partir de ello, se puede inferir, que las situaciones experimentales de laboratorio son llevadas a cabo con la finalidad de poner a prueba las hipótesis que ya fueron altamente confirmadas por la comunidad científica y el rol del docente pareciera que podría consistir en guiar a los estudiantes a que obtengan los resultados esperados, sin dar lugar a que exista un error en el experimento.

Para concluir, es importante mencionar que, al estudiar estas instancias de aprendizajes, surgen diferentes interrogantes, muchas de ellas se podrían responder a partir de la observación de clase o entrevista al docente, por ejemplo:

¿En la práctica áulica, verdaderamente los estudiantes siguen los pasos a seguir a modo de receta o más bien se plantean a modo de sugerencia? ¿Cómo será la

dinámica de trabajo utilizada en las experiencias de laboratorio? ¿Qué ocurre si se obtienen resultados no esperados al finalizar una actividad experimental? ¿Se permiten margen de error? ¿Puede fallar una experiencia? entre otros.

### **Trabajo práctico n°3 (TP3): Bioenergética. Fermentación.**

Con respecto al trabajo práctico número tres, según Oñorbe (1999), se puede identificar a las actividades de laboratorio como **experiencias y ejercicio práctico**. Por ejemplo, en la actividad 1, se intenta que los estudiantes utilicen la teoría a una situación experimental y los contenidos que se deben emplearse se recuperan al inicio de la guía.

En cuanto a su metodología, pareciera que se observan nuevamente situaciones de aprendizaje de tipo **cerradas, verificación y semiabiertas**, categorías de análisis recuperadas de López Rúa (2012). Se consideran actividades cerrada ya que se establecen los pasos a seguir a modo de receta y conocimientos que se ponen en juego, prevaleciendo el método hipotético deductivo como una forma de explicar en ciencias. También, se podría clasificar como actividades de verificación porque están destinadas a verificar o comprobar teorías o leyes a través de la experimentación. Lo mencionado anteriormente, se puede visualizar durante la experiencia de fermentación, donde se explicitan los procedimientos a seguir, se invita a los estudiantes a deducir las consecuencias observacionales, utilizando teorías generales como “el proceso de fermentación” para dar explicaciones a casos particulares. Estos resabios, podrían estar enmarcados dentro de la **perspectiva racionalista** sustentada por Popper (1983).

En cambio, las actividades semiabiertas, podrían encontrarse en los dos últimos interrogantes:

“**¿Qué proceso estuviste estudiando con este experimento? Explica en que consiste**  
**¿Cómo explicarías las diferencias obtenidas en los tubos de ensayos?**  
**¿Por qué es ventajoso para el organismo realizar la Fermentación?**”  
(Bioenergética. Fermentación, s.f.,p.2)

Estas preguntas propiciarían el conflicto cognitivo a los alumnos, llevando a que generen posibles hipótesis. Analizando la situación, sería conveniente que la palabra fermentación en la segunda pregunta no esté presente, ya que permite anticipar o deducir la respuesta de la primera incógnita, incluso se puede responder sin realizar la experiencia porque al inicio de la guía está presente la información teórica sobre el proceso de fermentación a observar.

En cuanto a la producción de conocimientos, se desarrolla como un **proceso lineal y acumulativo**, sin tener en cuenta el contexto histórico, político y social, entre otros. En función de los objetivos propuestos, se pretende que, a partir de la experiencia de laboratorio, los estudiantes deben verificar el proceso experimental de fermentación, diferenciar respiración anaeróbica de la aeróbica, registrar lo observado e interpretar los datos obtenidos a través de informes. Dichos objetivos se vinculan con las actividades desarrolladas en la guía y con las expectativas de logro por parte de los estudiantes.

Al analizar las categorías de aprendizajes elaboradas por Herron (1971), los estudiantes pueden alcanzar diferentes niveles de aprendizajes en función de las propuestas didácticas presentes. En esta guía, podría inferirse que se llegó al **nivel de aprendizaje cero**, ya que, durante la experiencia, se le brindó los procedimientos a seguir e incluso posibles indicios o respuestas a los interrogantes presentes, acompañado con fotos ilustrativas de lo que tendría que suceder en la situación de laboratorio.

Para finalizar el análisis de esta guía, es relevante destacar la importancia de esta temática y lo atractivo de la experiencia realizada para los estudiantes del profesorado. Al trabajo analizado, se podría realizar algunas modificaciones pertinentes para lograr más autonomía en los estudiantes y generar un mayor conflicto cognitivo, por ejemplo: eliminando el contenido teórico presente en la guía, imágenes ilustrativas de la experiencia que te anticipa lo que va a suceder, como también reformular o elaborar algunas preguntas problematizadoras, incorporando las siguientes: ¿Qué son las levaduras? ¿Qué proceso se pudo determinar a partir de la experiencia de laboratorio? ¿Por qué ocurre? ¿Por qué se agrega a la experiencia azúcar? ¿Qué pasa si agrego sal en vez de azúcar o agua hirviendo? Al responder algunas de estas incógnitas, se transmitiría una imagen de ciencia más real, susceptible a errores en toda situación experimental.

#### - **Trabajo práctico nº4 (TP4): El transporte de agua a través de las membranas plasmáticas de las plantas**

En la presente guía, se puede identificar a las dos actividades de laboratorio como situaciones de aprendizajes de **experiencias y ejercicios prácticos** según Oñorbe (1999), ya que pretenden reforzar y aplicar la teoría en resolver una serie de procedimientos que se ponen en juego en la guía de laboratorio.

Con respecto al carácter metodológico, al recuperar las ideas de López Rúa (2012)

se puede inferir la prevalencia de actividades de tipo **cerrada, transmitiéndose una imagen de ciencia como producto**. En cuanto a la producción del conocimiento, se puede considerar como lineal y acumulativo, esta situación se observa en la experiencia de ósmosis de las células vegetales, donde los estudiantes deben confeccionar los preparados utilizando una serie de procedimientos presentes el trabajo práctico, observar los cambios producidos y luego responder preguntas a modo de cierre de la actividad.

Existe correlación de los objetivos con los contenidos y procedimientos a realizar. La finalidad de esta actividad experimental es que los estudiantes observen el proceso de ósmosis en las células vegetales, analizando el efecto del medio sobre la tonicidad celular. La experiencia parte de la observación en el microscopio de diversos cortes de cebolla, donde se ponen en juego la carga teórica del observador, seguidamente se solicita la esquematización de lo observado, para luego invitar responder las siguientes preguntas:

- a) ¿Cómo se distribuye el pigmento en todo el preparado de la observación A? Caracteriza las antocianinas indicando su ubicación intracelular y funciones
- b) ¿Qué cambios experimentaron las células epidérmicas de cebolla en relación con la repartición del pigmento, en la observación B? Explica este fenómeno relacionando los siguientes términos: gradiente de concentración, ósmosis, plasmólisis, membrana plasmática, medio intracelular/ extracelular, vacuola, pared celular, pigmentos, células vegetales". (El transporte de agua a través de las membranas plasmáticas de las plantas, s.f.,p.3)

Al estudiar las actividades propuestas, existen elementos que permiten identificar las expectativas de logro a alcanzar por parte del estudiante. Ante ello, se puede inferir el nivel de logro **número cero y uno**, establecido por Herron (1971), esto se observa en la estructura general del trabajo práctico al brindarse la pregunta, el método y el estudiante debe hallar la respuesta. También, al inicio de la guía está presente una breve introducción teórica de los contenidos a utilizar e imágenes ilustrativas a modo de ejemplo sobre los fenómenos a observar, por lo tanto, te anticipa a la experiencia.

En cambio, la segunda incógnita presente, podrían invitar a los estudiantes a una instancia de mayor conflicto cognitivo e hipotetización, logrando una expectativa de logro **número dos**, donde los alumnos deben elaborar una respuesta a la pregunta,

utilizando diferentes términos mencionados en la guía y estableciéndose relaciones entre ellos. Ahora bien, sería interesante contrastar esta situación descrita con lo que verdaderamente ocurre en la práctica, ya que podría ser una situación que fomente la autonomía de los estudiantes, donde ellos mismos deberían seleccionar su propia estrategia de investigación que le permita confeccionar esas relaciones solicitadas y el docente guiar el proceso de aprendizaje.

Para concluir el estudio de este documento, en función de los elementos analizados, se podría llegar a pensar que prevalece la **perspectiva racionalista sustentada por Popper (1983)**.

#### - **Trabajo práctico nº5 (TP5): Extracción de moléculas de ADN**

El presente trabajo práctico de laboratorio, está conformado por actividades de tipo **experiencia y ejercicio práctico**, sustentado por la clasificación de Oñorbe (1999), ya que se les solicita a los alumnos que vinculen los contenidos abordados con la situación experimental a partir de los procedimientos a seguir a modo de receta que se brindan en la guía. Estas estrategias de enseñanzas, transmiten en cierta medida una imagen de **ciencia como producto**, sin tener en cuenta su contextualización.

Con respecto a la metodología de trabajo, al recuperar las ideas de López Rúa (2012), se podría definir a las propuestas de aprendizajes como **actividades cerradas y semiabiertas**. Un ejemplo de actividad cerrada, se observa en los procedimientos a realizar para la extracción del ADN, brindándole los pasos a seguir e incluso en la introducción del trabajo se mencionan los posibles conocimientos a poner en juego durante la experiencia.

En cambio, las actividades semiabiertas podrían encontrarse al finalizar el experimento a través de los siguientes interrogantes:

“¿Qué papel juega el detergente en la primera etapa de la extracción? ¿Para qué sirve la pizca de sal que ponemos en la mezcla? ¿Para qué se utiliza el alcohol? ¿Para qué se añade enzimas o juego de piña?” (Extracción de moléculas de ADN, s.f.,p.2)

Dichas incógnitas, podrían en cierta medida, incentivar a los estudiantes en la elaboración de diversas hipótesis que permitan dar respuestas a las preguntas solicitadas. Al recuperar los postulados de Herron (1971), se puede inferir, que las propuestas de aprendizajes presentes en la guía, logran una expectativa de logro por parte del estudiante, en un nivel **de cero y uno**. Esto se refleja durante el transcurso de la experiencia ya que se brinda la pregunta, el método y se solicita hallar la

respuesta, pero en otras actividades hasta se menciona las posibles respuestas.

En la introducción de la guía, se menciona una breve referencia sobre el ADN, su importancia en la genética y como los avances científicos contribuyen en mejorar la calidad de vida y económica de la sociedad. En este apartado, se puede establecer la contextualización del contenido teniendo en cuenta diversos aspectos políticos, económicos, sociales, culturales, entre otros, Entendiéndose a la producción de conocimientos como producto y proceso, pero luego, en el desarrollo general de las actividades, no se reflejan esta contextualización mencionada anteriormente, ya que se parte de la observación con su carga teórica, considerándose al **método como criterio de científicidad** y no se emplean situaciones problemáticas de interés por parte de los estudiantes. Por lo tanto, la producción de conocimiento que predomina durante todo el trabajo práctico, es más bien **lineal y acumulativo**. En relación a los objetivos, se pretendió realizar la extracción de ADN de productos alimenticios a través de diversas técnicas de laboratorio, observar el ADN presente en la muestra, desarrollar pensamientos científicos en los alumnos donde adquieran diferentes destrezas y habilidades para aplicar los conocimientos a las actividades de laboratorio y fomentar el trabajo grupal. Dichos objetivos se correlacionan con la experiencia realizada en esta propuesta de enseñanza.

Para concluir este análisis, se puede inferir que existen algunos resabios de posturas positivistas, principalmente, el **posicionamiento racionalista fundamentado por Popper (1983)**, prevaleciendo la lógica deductiva para explicar en ciencias ya que las situaciones experimentales planteadas son casos generalizados para dar respuestas a situaciones particulares. Además, pareciera que también están presentes algunos resabios de la **postura relativista sustentada por Thomas Kuhn (1977)**, Cabe destacar, que esta última postura mencionada, solamente se visibiliza en la introducción del trabajo práctico y no en la propuesta completa de aprendizaje. Ante dicha situación, sería conveniente contrastar la dinámica de trabajo planificada en la guía con práctica misma de laboratorio, obteniendo de esta manera un análisis más rico en su completitud.

## **Interpretaciones finales de esta etapa**

Para concluir con las interpretaciones finales de los trabajos prácticos de laboratorio, es importante destacar, que este análisis documental se parte de las prácticas de los docentes a los efectos de abrir significados, de encontrar nuevos caminos para desarrollar enseñanzas significativas y de calidad que promuevan el interés en los estudiantes.

En todo proceso de enseñanza y aprendizaje en ciencias, es usual que los profesores lleven a cabo dinámicas de trabajo, utilizando guías de laboratorio donde se establezcan los procedimientos a seguir a modo de receta, como también, preguntas poco significativas que no fomenten la autonomía ni reflexión por parte del estudiante. Desde mi experiencia personal, al desempeñarme como docente en el nivel secundario y universitario, en muchas ocasiones, empleo estas formas de trabajo en situaciones experimentales. Es por esto que, al analizar los trabajos prácticos de laboratorio, no se abordaron de forma aislada, sino más bien, contextualizadas en diferentes niveles institucionales, partiendo desde el diseño curricular del profesorado y la planificación anual de clase. Ahora bien, para poder lograr un análisis más completo, habría que contrastar lo plasmado en el papel con lo que verdaderamente ocurre en las prácticas áulicas y reflexionar sobre diversos aspectos a considerar por parte del docente al momento de elaborar las guías de laboratorio.

Este contexto de análisis, permite generar diversos interrogantes que se pondrían responder durante el proceso de investigación; como, por ejemplo: ¿Qué cuestiones se tienen en cuenta al planificar las actividades de laboratorio?, ¿Habrá una tensión entre las concepciones que el docente dice adherir y lo que verdaderamente ocurre en la práctica?, ¿Existirán discrepancias entre las concepciones de ciencia entre los profesores de cátedra? ¿repercute la trayectoria educativa de cada docente al momento de enseñar ciencias? ¿se enseña de la misma forma que aprendí? ¿los profesores tienen la preparación pedagógica-didáctica y científica para llevar a cabo las situaciones experimentales? ¿la universidad, cuenta con los instrumentos de laboratorio o con un espacio destinado para dichas prácticas? ¿los estudiantes que ingresan a la facultad, están preparados en habilidades y capacidades para resolver situaciones experimentales? ¿los docentes, tienen en cuenta el contexto del estudiante para problematizar sobre su realidad? ¿cuál es la importancia de la guía de laboratorio en toda situación experimental? ¿se permite la autonomía y errores en los estudiantes? entre otros.

## **Resultados comparativos de los distintos trabajos prácticos de laboratorio**

Una vez analizado individualmente cada guía de laboratorio, se procede a realizar un cuadro comparativo de producción propia donde se plasman los diferentes criterios de estudio y los posibles posicionamientos epistemológicos que subyacen en dichos documentos. A partir de ello, se puede evidenciar la ausencia del paradigma de la complejidad y la predominancia de las posturas positivistas y relativistas. En coincidencia con las ideas de Espinosa-Ríos, González-López y Hernández-Ramírez (2016), es de vital importancia la manera en que se desarrollan las prácticas de laboratorio en clase como estrategia didáctica para lograr la construcción del conocimiento escolar, ya que puede provocar en los estudiantes actitudes pasivas, poco reflexivas, negándose así la posibilidad de concebir esta práctica como una actividad humana en constante desarrollo, inmersa en un contexto histórico, social y cultural.

Para concluir, de los resultados obtenidos en esta primera etapa de investigación, permite señalar que, en la mayoría de los documentos analizados, ya sea el plan del Profesorado, planificación anual de la asignatura y trabajos prácticos de laboratorio, se pudo identificar la prevalencia de las perspectivas positivistas, relativista y una ausencia del paradigma de la complejidad.

**Tabla 4**

**Cuadro comparativo de los resultados obtenidos al analizar los trabajos prácticos de laboratorio.**

Trabajos prácticos de laboratorio												
	Situaciones de laboratorio Caballer y Oñorbe (1999)			Carácter metodológico de la práctica Camaño (1992,2003) y Perales (1994) en López Rúa, A (2012)				Expectativas de logro por el estudiante Herron (1971)				
	Ejercicios prácticos	Experiencias	De Investigación	Abierto	Cerrado	Semabierto	Verificación	Nivel cero	Nivel uno	Nivel dos	Nivel tres	
TP 1	X	X			X		X	X	X			
TP2	X	X			X	X	X	X	X			
TP3	X	X			X	X	X	X				
TP4	X	X			X			X	X	X		
TP5	X	X			X	X		X	X			

Trabajos prácticos de laboratorio

	Lugar de la observación y metodología			Producción del conocimiento	
	Perspectiva positivista	Monismo metodológico	Situación problemática que surge del interés de los alumnos y diversidad metodológica en función del contexto social, ético, político y social. Morin(2000)	Perspectiva positivista	Las teorías concebidas como paradigmáticas necesarios para interpretar la realidad. La comunidad científica determina la científicidad de las teorías Khun (1977)
Inductivismo: Se parte de la observación sin su carga teórica. Un solo método para cualquier ciencia. Comte (1965)	Método hipotético deductivo. Se parte de una situación problemática, se plantean hipótesis (conjeturas) que se ponen a prueba mediante la observación y experimentación. <u>Observación con su carga.</u>	La actividad científica está centrada en resolver problemas dentro del paradigma. El método se crea a posteriori de la actividad científica. (Khun) 1977	Producción del conocimiento es lineal y acumulativo.		
TP 1	X			X	
TP2	X			X	
TP3	X			X	
TP4	X			X	
TP5	X			X	

Trabajos prácticos de laboratorio

	Relación a los objetivos y contenidos e imagen de ciencias.			
	Perspectiva positivista	Conocimiento como producto y proceso.	Explicaciones influenciadas por el contexto social, político, ético. El conocimiento no es lineal, se tiene en cuenta como producto y proceso. Morin( 2000)	
Conocimiento como producto/verdades incuestionables. Ciencia causalista y predictiva. Comte (1965)	Conocimiento como producto, sin tener en cuenta el contexto histórico. La ciencia como un reflejo de la realidad. No se habla de verdades absolutas, sino hipótesis corroboradas. Popper (1983)	Conocimiento como producto y proceso. La ciencia como una construcción histórica y social. Las teorías como paradigmas necesarios para interpretar la realidad. Khun (1977)		Racionalista (Popper) y relativista (Khun)
TP 1	X	X		Racionalista (Popper)
TP2	X			Racionalista (Popper)
TP3	X			Racionalista (Popper)
TP4	X			Racionalista (Popper)
TP5	X	X		Racionalista (Popper) y relativista (khun)

Nota: Tabla de producción propia de los resultados comparativos provenientes de análisis de las guías de laboratorio.

## **5. 2) Segunda etapa de la investigación- Observaciones de clase**

Esta etapa de investigación, se desarrolla en el cursado anual de la asignatura de Biología Celular y Molecular durante el segundo cuatrimestre del año 2024, cuando los alumnos llevaron adelante sus clases prácticas de laboratorio. En dicho periodo, se realizaron dos observaciones de participación no activa, donde el observador está presente pero no interactúa en la situación estudiada, con la finalidad de no perder de foco el objeto de estudio, sin alterar la dinámica de clase. Cabe aclarar, que el trabajo práctico que utilizaron los alumnos en las instancias observadas, no se encuentra entre las guías de laboratorio analizadas previamente en esta investigación. Esto se debe, ya que la temática, división celular y ciclo celular, no fue abordada años anteriores.

Al implementar este instrumento de recolección de datos, se logra contrastar el que hacer de esta práctica con lo planificado en las guías de laboratorio e identificar de esta forma los posibles posicionamientos epistemológicos que subyacen en la experiencia en función de las estrategias y dinámicas de clase que se ponen en juego.

Se entiende por observación a una técnica o instrumento que consiste en observar un hecho, caso o fenómeno, recabar información y registrar para su posterior análisis. Constituye un elemento indispensable para el proceso de investigación en el aula, donde el observador pone en juego todos los sentidos y su papel puede variar en relación al objeto de estudio. Recuperando las ideas de Hernández Sampieri (2006) un investigador cualitativo, puede observar diferentes ámbitos durante su proceso de investigación. En el presente estudio se realizan observaciones en el ámbito de las prácticas educativas, entendiéndose como una unidad de análisis conductual que refiere a una actividad continua, definida por los miembros de una sociedad como rutinaria. (Hernández Sampieri ,2006)

Para llevar a cabo lo anteriormente, se utiliza la siguiente guía de observación de producción propia, recuperando las categorías de análisis principales en la presente investigación:

**Tabla 5**  
**Grilla de observación de las instancias prácticas de laboratorio**

<b>Guía de observaciones</b>				
<b>Estudio sobre las concepciones epistemológicas presentes en los trabajos prácticos de laboratorio en el Profesorado en Biología- UADER</b>				
<b>Cátedra:</b> Biología Celular y Molecular				
<b>Fecha:</b>				
<b>Cantidad de alumnos:</b>				
<b>Propuesta de enseñanza:</b> Instancia de laboratorio				
<b>Trabajo práctico n° 5</b>				
<b>Duración total de la observación:</b>				
<b>Criterios de observación</b>	<b>Posibles variables a observar</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Acciones o comentarios de los alumnos/docente presentes en la clase</b>
Contextualización de la instancia práctica de laboratorio	-Actividades prácticas elaboradas en laboratorio  - Instalaciones y equipamientos			
Estrategia general de trabajo	-Actividades desarrolladas al finalizar un tema, como complemento de la teoría  - Actividad prácticas siguiendo unidades conceptuales, procedimentales y actitudinales contextualizadas  -Actividades prácticas individual - Actividades prácticas en grupo			
Carácter metodológico y dinámica de clase	- Se parte de situaciones problemáticas de interés de los estudiantes  - Se tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos - Se utilizan guías de laboratorio de forma estructurada - Se desarrollan dinámicas de trabajo flexibles - Se promueve la autonomía en los estudiantes - Se realiza un seguimiento de los alumnos durante la actividad de laboratorio - Se emplean los procedimientos explícitos en la guía - El docente realiza preguntas reflexivas, fomentando un pensamiento crítico en los estudiantes -Se permite que los alumnos formulen hipótesis - Se permite cuestionamientos sobre la actividad de laboratorio			
Vínculo entre objetivos, contenidos y estrategia de trabajo	- Desarrolla coherencia entre objetivos, contenidos y actividades - Se propicia la repetición de leyes - Promueve al conocimiento en contrastante evolución - Propicia la vinculación entre teoría y práctica a través de las preguntas y actividades realizadas.			
Otros....				

**Nota: Grilla de producción propia, empleada para las observaciones de las instancias prácticas de laboratorio**

- **Resultados de las observaciones de clases prácticas de laboratorio en la cátedra de Biología Celular y Molecular**

Las observaciones de las clases de laboratorio, se desarrollan durante dos martes consecutivos con una duración de dos horas reloj. Dichos encuentros, se llevan a cabo en la Facultad de Ciencias y Tecnología, UADER, donde se abordó la temática: división celular.

Con la información obtenida de este instrumento de investigación, se completó la rúbrica, arrojando las siguientes interpretaciones y conclusiones iniciales de esta etapa de la investigación. (Anexo 3)

Las clases observadas, se llevan a cabo en el laboratorio de Biología, espacio compartido con otras carreras presentes en la facultad. El aula, se encontraba equipada con mobiliarios; como pizarrones, bancos, sillas e instrumentos y materiales de laboratorio.

Para realizar esta práctica, los estudiantes se organizan en dos grupos de trabajo, ya que se contaba con dos microscopios disponibles y los materiales a utilizar eran reducidos. A pesar que la entrega del informe final, se solicitó que sea de manera individual, la propuesta grupal, propició un aprendizaje significativo entre pares.

Las instancias de laboratorio presente en la asignatura, por lo general, se planifican al finalizar la unidad didáctica, (Camaño, 2003 y Perales, 1994) la denominan **cíclica**, ya que los trabajos prácticos se desarrollan siguiendo un hilo conductor entre los contenidos, procedimientos y actitudes científicas contextualizadas en el programa de cátedra. Dichas situaciones, podrían definirse como **experiencias y de investigación** (Caballer y Oñorbe ,1999). Entender a esta práctica como experiencia, se debe, a que existen actividades y preguntas, destinadas a reforzar y aplicar la teoría. Por ejemplo, cuando el docente menciona la siguiente incógnita: “¿qué cambios ocurre en la etapa G2 del ciclo celular? ¿cuál es la función de las histonas?” o cuando se solicita esquematizar lo observado e identificar las características distintivas de las células apoyándose con la bibliografía. También, esta propuesta de enseñanza, podría ser considerada como investigación, ya que, se utilizan metodologías a elección por parte de los educandos, esto se visualiza, al momento de diseñar y poner en práctica una segunda experiencia de la cebolla, teniendo en cuenta otras condiciones ambientales sugeridas por los alumnos, por ejemplo, algunos estudiantes deciden determinar el crecimiento radicular de la cebolla en condiciones de bajas y altas temperaturas, modificando el ph del agua, disponibilidad de luz, entre otros.

Con respecto al carácter metodológico y dinámica de clase, se pudo inferir la prevalencia de actividades de tipo **cerradas y semiabiertas** (López Rúa, 2012), porque en un momento del trabajo práctico, los estudiantes utilizan los procedimientos a seguir a modo de receta. A su vez, se observa la constante presencia de situaciones problemáticas o preguntas semiabiertas elaboradas por el docente, con la finalidad de que los educandos puedan emitir algunas hipótesis inmersas en un paradigma. En relación a las expectativas de logro por parte de los alumnos, se podrían llegar a cumplir el **nivel uno** (Herron ,1971), esto se puede fundamentar, ya que en la actividad experimental se brinda la pregunta, el método a utilizar y ellos solo deben hallar la respuesta.

La guía de laboratorio empleada, es enviada previamente a los estudiantes, con la finalidad de conseguir el material natural solicitado y realizar una lectura del trabajo con anterioridad a la clase. A pesar que está presente esta guía y la relevancia que cobra como recurso en dicha práctica, no se la utiliza de forma estructurada, sino más bien, se visualiza una dinámica de clase flexible, en constante dinamismo. Esta situación se pudo determinar en diferentes momentos de la práctica, como, al comienzo de la clase, el docente solicita la lectura del título e introducción del trabajo e invita a los estudiantes a que respondan una serie de preguntas orales, con la finalidad de contextualizar el contenido a abordar, despertar el interés y recuperar las ideas previas de los educandos. Por ejemplo, al observar las raíces de la cebolla, material natural que llevan para la experiencia, se realiza la siguiente pregunta: “¿cuáles son los factores ambientales pueden influir en el crecimiento radicular de la cebolla?, ¿cuál es la vinculación de la división celular con la mitosis? ¿el ph del agua repercute en el crecimiento radicular? ¿a qué se llamamos procesos?”

Para dar respuesta a dichos interrogantes, con los aportes de los estudiantes, se confecciona un mapa conceptual en el pizarrón retomando los contenidos trabajados en las clases teóricas inmersos en paradigmas vigentes, logrando de esta manera una articulación constante entre la teoría y práctica.

Además, el educador realiza preguntas reflexivas que fomentan el pensamiento crítico en los estudiantes, como: “¿por qué se le agrega ácido clorhídrico a la muestra y no otra sustancia? ¿con qué finalidad? ¿qué pasaría si agregamos azul de metileno? ¿por qué hacemos esta muestra? ¿qué dificultades se te presentaron durante la experiencia? ¿cómo lo superaste? “, entre otros. Dichas estrategias mencionadas anteriormente, no están en el trabajo práctico de laboratorio, pero favorecen al proceso de enseñanza y aprendizaje.

Es importante destacar, que generalmente, toda propuesta de enseñanza de laboratorio, requiere de actividades que emplean habilidades científicas, donde docente debe guiar de diferentes maneras el proceso experimental, a través de preguntas, brindando los materiales necesarios, secuenciando los procedimientos a seguir, velando por las normas de seguridad, entre otros. Lo fundamental de esta práctica, es lograr que la actividad experimental no sea una instancia puramente aplicacioncita, destinada a aplicar los contenidos abordados en la teoría a la práctica, sino más bien, una situación de aprendizaje gestionada por el docente, donde se invite a los estudiantes a generar su autonomía y conflicto cognitivo a partir de diversas actividades y destrezas científicas.

Esta propuesta de laboratorio, no se inicia con una situación problemática de interés de los estudiantes, pero durante la práctica, se presentaron momentos o instancias donde surgen incógnitas por parte de los alumnos y son abordadas junto al docente de cátedra. Esto se visualiza a través de las expresiones de los educandos, como, por ejemplo; “si de todas las cebollas que trajimos por grupos están en agua, en condiciones de oscuridad y luz, ¿por qué cada grupo obtuvo diferentes crecimientos radiculares, si teníamos supuestamente las mismas condiciones? ¿qué otros factores ambientales pueden influir y no fueron tenidas en cuenta en esta experiencia?”. Estas preguntas, cautivó el interés, permiten que los estudiantes problematiquen y elaboren hipótesis para dar respuesta a sus incógnitas. En conjunto con el docente y con la búsqueda bibliográfica, se mencionan otros factores que podrían influir en el crecimiento de las raíces, como la temperatura, salinidad del agua y disponibilidad de luz, entre otros. Ante la nueva pregunta y sus hipótesis, surge la posibilidad de realizar una nueva experiencia para la próxima clase contemplando los factores mencionados anteriormente, debatiéndose en la próxima clase los cambios producidos. En función de lo descripto anteriormente, se puede determinar, que existen elementos que permiten acercarse al **posicionamiento racionalista de Popper (1983)**, ya que se reconocen situaciones problemáticas, hipótesis que se ponen a prueba mediante la observación y experimentación, utilizándose un método científico para resolver la experiencia. También, pueden visualizarse algunos aspectos que podrían llegar a sustentarse en la teoría Kuhniana, donde la solución del problema se encuentra enmarcada en el paradigma vigente.

Con respecto a la concepción de ciencia, **se acerca a posicionamientos Kuhnianos, en tanto a la imagen de ciencia que se transmite**, al retomar cuestiones históricas que permiten contextualizar el contenido. Esta noción, se logra

determinar durante el transcurso de las clases, principalmente, a partir de comentarios o preguntas que se realizan por parte del docente, por ejemplo: explica brevemente la contextualización histórica de las enzimas y su importancia en el metabolismo celular, haciéndose foco, en la conceptualización del modelo llave-cerradura para describir la especificidad de las enzimas con el sustrato. Además, se menciona que “la biotecnología cumple un rol importante en los avances científicos, quizás todavía existen enzimas que no se sabe de su existencia o actúan de forma diferente a lo esperado, por lo tanto, los conocimientos están en constante cambio”.

En un momento de la clase observada, se llevan a cabo los procedimientos de preparado de una muestra, donde no todos los estudiantes logran los mismos resultados u observaciones esperadas. Ante dicha situación, el docente pregunta “¿por qué no se logró ver en el microscopio los resultados que ustedes esperaban? ¿eso significa que la experiencia no salió?”. Estas incógnitas, dieron lugar a que se genere un debate sobre las posibles variables que actúan al momento de preparar una muestra y que la teoría podría fallar, lo que lleva a pensar en **una imagen de ciencia como una actividad humana, en constante ensayo y error**.

Para concluir este análisis, es de suma importancia destacar la heterogeneidad que debe tener toda propuesta de enseñanza y aprendizaje, ya que no hay concepciones epistemológicas puras, sino más bien, una combinación de unas de ellas. A pesar que la cátedra se divide en teoría y práctica, incluso en días y horarios diferentes, las instancias “prácticas” no eran destinadas exclusivamente para realizar experiencias de laboratorio, sino también, tenían la finalidad de enriquecer a los estudiantes en otros conocimientos, habilidades y procedimientos indispensables para su formación académica, por ejemplo: se destinaban encuentros para abordar contenidos teóricos, aclarar dudas, aprender a elaborar informes, citar bibliografía, realizar mapas conceptuales, analizar artículos científicos donde vinculen los contenidos de la cátedra con la vida diaria, entre otros.

Al finalizar las observaciones, se analiza desde otra mirada la problemática a investigar, ya que existen dinámicas, preguntas y actividades que están presentes en la práctica misma, pero ocultas en las guías de laboratorio. Ahora bien, al llevar a cabo las entrevistas, estas cuestiones analizadas, se complementan, permitiéndome comparar los resultados obtenidos en las etapas anteriores y tener una visión de la problemática en su totalidad.

### **5. 3) Tercera etapa de la investigación- Entrevistas a docentes de la cátedra**

En la tercera etapa de la investigación, se realizan entrevistas semiestructuradas a dos Profesores de la cátedra de Biología Celular y Molecular perteneciente al Profesorado en Biología, FCyT, sede Oro Verde. Un docente se desempeñó realizando las clases teóricas, mientras que, el otro llevaba a cabo las clases prácticas.

La elección de este instrumento fue acorde a la recolección de datos cualitativos, la flexibilidad de las entrevistas permitió que se realizaran diversos ajustes, aclaraciones y consultas durante su implementación. En coincidencia con Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista (2006), “Este tipo de entrevistas se basan en una gula de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados”.

Las entrevistas, se llevan a cabo con la finalidad de identificar los posibles posicionamientos epistemológicos presentes en las voces de los profesores de cátedra al momento de elaborar e implementar las clases prácticas de laboratorio. Para el análisis, se establecen los siguientes ejes temáticos abordados en la entrevista, como también, se recuperan otros criterios ya utilizados en las instancias anteriores.

## **Formato de la entrevista:**

### **Entrevistas a los docentes de la cátedra**

Las preguntas que integran esta entrevista fueron de producción propia teniendo en cuenta los fundamentos teóricos empleados en el marco teórico con la finalidad de identificar las concepciones epistemológicas que sustentan las prácticas de laboratorio.

**Entrevistado:**

**Título académico:**

**Sexo:**

**Antigüedad en la docencia:**

**Función que desempeña en la cátedra:**

**Antigüedad en la cátedra:**

**Preguntas:**

- **Organización de cátedra: vinculación teoría y práctica**

- 1) En la planificación de clase, se organiza el dictado de la cátedra en teoría y práctica. ¿Por qué cree usted que se presenta de esta manera a la asignatura?
- 2) ¿Existe vinculación entre ambas dinámicas de trabajo? ¿De qué forma lo realizan?
  - **Concepción de ciencia presente en la actividad de laboratorio**
- 4) En la cátedra ¿Qué componentes se tienen en cuenta para elaborar las guías de laboratorio?
- 5) ¿Cómo se organizan las instancias prácticas de laboratorio? (Momento en el que se plantea, distribución en bloques o unidades)
- 6) En cuanto a la metodología de trabajo utilizada ¿Qué tipos de actividades se emplean en dicha práctica?
  - **Actividad de laboratorio como situación de aprendizaje**
- 7) Al transcurrir el tiempo ¿Han sufrido modificaciones las guías de trabajos prácticos de laboratorio? ¿A qué se debió?
- 8) ¿Cuál es el sentido de realizar las actividades de laboratorio?
- 9) ¿Con qué finalidades se realizan las instancias de laboratorio?
- 10) En algunos trabajos de laboratorio, se especifica una breve introducción de los contenidos teóricos ¿Con qué finalidad/finalidades se brinda esa información a los estudiantes?

**Interrogante que surgió durante la entrevista:**

- 11) ¿En la cátedra, se les da lugar o apertura a las ideas de los alumnos previos de los alumnos? ¿de qué forma?

Nota: Elaboración propia

- **Análisis de las entrevistas realizadas a docentes**

Tal como se explicitó en el apartado anterior, se realizaron entrevistas en momentos diferentes a dos profesores de la cátedra de Biología Celular y Molecular. Las mismas, se desarrollaron el mes de septiembre de 2024, bajo la modalidad virtual de videollamada, por cuestiones de tiempos y facilidad hacia a los docentes.

El estudio de las entrevistas se organizó a partir de tres categorías principales: **organización de cátedra (vinculación teoría y práctica), concepción de ciencia presente en la actividad de laboratorio y actividad de laboratorio como situación**

**de aprendizaje.** Con la información obtenida de este instrumento de recolección de datos, se analizaron y compararon los decires de los dos entrevistados, articulándose con lo expuesto en el marco teórico.

-Las notas en crudo de las entrevistas individuales están disponibles en el anexo 4.

- Organización de cátedra: vínculo teoría y práctica

La planificación de cátedra presente en Biología Celular y Molecular, se encuentra distribuida en instancias teóricas y prácticas. En función de las voces de los profesores entrevistados, se logró determinar, que la principal causa de esta organización curricular se debe a que las clases teóricas son destinadas a la enseñanza de los conceptos básicos de la materia, es decir, contenidos teóricos, que luego serán utilizados o recuperados en las instancias prácticas. Esto se refleja en las siguientes expresiones:

“Desde la cátedra, se cree que la **parte práctica viene a reforzar el concepto teórico**, es por esto, que se le da la importancia que requiere. En su momento, además de las actividades de laboratorio, existían instancias de coloquios que reforzaban los conceptos teóricos sin que se desarrolle una clase de teoría propiamente dicha. Luego, se hacia la parte práctica de laboratorio, donde se trabajaba algunas actividades experimentales de temáticas troncales de la materia...”  
(Entrevista E, comunicación personal,2024)

“Ese es el problema que tenemos, que **los contenidos básicos no están muy afianzados**, entonces siempre tenés que volver a retomar contestemente y deja muy poco margen por la carga horaria de dos horas por día...” (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

Lo descripto anteriormente, permite inferir que las instancias prácticas de laboratorio pueden ser consideradas desde esta cátedra, como **experiencias** (Caballer y Oñorbe ,1999), ya que son situaciones de aprendizajes destinadas a reforzar y aplicar la teoría. Además, se mencionó, que esta lógica curricular ya se encuentra planteada en el plan de estudio del profesorado, diferenciándose la carga horaria entre la teoría y la práctica, incluso designando a profesores diferentes.

“Entonces, yo creo que, al dividirse la cátedra en dos partes, ayudaría a los estudiantes a pesar que yo trabajo en la práctica un poco de teoría, vamos haciendo ese ida y vuelta, pero a la vez, no deja de ser una **lógica tradicional la forma planteada desde los inicios del plan del Profesorado de Biología**. Y bueno,

seguimos todavía esa lógica al estar separada la carga horaria en dos días diferentes..." (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

En relación al vínculo establecido entre la teoría y práctica, se puede concluir, que los dos entrevistados coincidieron en que los conceptos teóricos sirven de nexo, conexión con la parte práctica o experimental, cobrando importancia el cronograma de cátedra planificado para favorecer esa articulación.

"Hacemos ese vínculo a partir de ciertos **conceptos teóricos que son utilizados en la práctica...**"

"Muchas veces, **la experimentación te permite mostrar de forma experimental lo que se aborda en la teoría.**" (Entrevista E, comunicación personal,2024))

"Bueno, por ejemplo, con mi colega, **planificamos el cronograma de la cátedra.** Entonces pensamos en función de los ejes temáticos, que son siete, como podemos articular con la práctica" (Entrevista D, comunicación personal,2024)) (el resaltado es nuestro)

Por lo expresado recientemente, según el carácter metodológico, también hay elementos que podrían categorizar a las prácticas como instancias de **verificación** (López Rúa, 2012) destinadas a verificar o comprobar por medio de la experimentación leyes, teorías y principios, esperándose una respuesta única.

Otra estrategia descripta en la entrevista, requerida para vincular la teoría y práctica, son las clases sincrónicas, realizadas en aquellos períodos de discontinuidad académica, ya sea por paros u algún otro conflicto. También, en la práctica, se analiza junto a los estudiantes diferentes artículos científicos relacionados con los contenidos básicos de la materia y con otras disciplinas, favoreciendo de esta manera la articulación teoría y práctica.

"Una manera de articular, es al utilizar material digital, principalmente, **artículos relacionados con la materia que son trabajados en la práctica.** Lo interesante de abordar esos artículos, es traer por un lado un conocimiento actualizado y buscar un vínculo entre la teoría y la vida cotidiana. Por ejemplo, un artículo se refería a los virus y la modificación que sufrieron mejorando la calidad de vida o modificaciones biológicas que tienen las plantas y su relación nutricional" (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

"No podemos dejar de pensar que todo se conecta con todo, a través de los textos, **podemos ayudar a la complejidad de los temas que se abordan en otras materias.** Este año, la cursada nos coincide con las tres anatomías; animal, vegetal y humana, que están relacionadas con los temas de molecular, entonces, hicimos un

práctico de bacterias para trabajar la relación entre la formación de caries y las bacterias que habitan en la cavidad bucal" (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

Para finalizar este eje de análisis, es relevante destacar, que un entrevistado, menciona una noción de práctica diferente a la utilizada generalmente, referenciándola como una instancia que no solamente implica desarrollar actividades de laboratorio, sino un espacio, donde se emplean diferentes estrategias de enseñanzas para construir conocimientos.

"Esta dinámica de trabajo en la práctica, no es solamente hacer actividades de laboratorio, sino también, hacer talleres, seminarios, charlas y búsqueda bibliográfica que enriquezcan en conocimiento a los alumnos. Por lo menos, esta es **la noción de "práctica" que queremos transmitir desde la cátedra, no solamente hacer experimento**, podemos enriquecer desde otra forma, con exposiciones y coloquios. Por ejemplo, este es un grupo que tiene muchas cualidades para las exposiciones orales, si bien el problema de la escritura es algo que se mantiene, este año en particular, los trabajos grupales los favorecen. En ocasiones, para analizar los artículos, utilizamos rutinas de pensamientos como actividades" (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

- Concepción de ciencia presente en la actividad de laboratorio

En las entrevistas, se identificaron diferentes decires, actitudes y decisiones pedagógicas, que permitieron construir el concepto de ciencia que sustentan estos profesores. Algunos de estos elementos de análisis, son los componentes y organización curricular para elaborar las guías de laboratorio y los tipos de tipos de actividades que se emplean en dichas prácticas.

Respecto a los componentes que se tienen en cuenta para elaborar las guías de laboratorio, se logró determinar, que ambos entrevistados expresaron que el programa de cátedra, la disponibilidad de materiales con la que se cuenta en la facultad y el contexto político y social que está atravesando el ámbito universitario, son factores condicionantes al momento de realizar una práctica de laboratorio. El profesor encargado de la teoría, menciona, que también se tiene en cuenta el plan o diseño curricular del profesorado, mientras que, el docente de la práctica expresa que no lo consulta para planificar sus clases, sino más bien, la realiza en función de los intereses de los estudiantes y sus contenidos previos.

“Eso es dinámico, porque tiene que ver con la disponibilidad de cosas que hay. Al momento de hacer la planificación y cronograma de actividades, hacemos un relevamiento de la infraestructura, herramientas, materiales y disponibilidad económica que tenemos, que actualmente es muy precaria y en base a esos aspectos, planificamos las actividades. También tenemos en cuenta la **planificación, programada de clase y plan o diseño curricular del** profesorado, ya que, en este último documento se establecen los contenidos mínimos de la cátedra” (Entrevista E, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

“Bueno, por ejemplo, un elemento importante es saber las **trayectorias de los estudiantes**. Trato de indagar si todos realizaron esta sola carrera o vienen de otras carreras previas, como también que materias del profesorado ya cursaron para tener una idea de los **contenidos básicos** que podrían manejar. Otro aspecto importante para hacer las guías, fue determinar **los intereses de ellos**. Los contenidos de vegetal llaman muy poco su atención, es por esto, que ocupamos trabajos más bien relacionado al reino animal, y vamos variando las temáticas” ... (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

“**El diseño curricular del Profesorado en Biología**, sé que está presente en la planificación de cátedra, pero al momento de hacer los trabajos de laboratorio no lo tenemos en cuenta ya que es muy antiguo y reducido” (Entrevista D, comunicación personal,2024)

Al analizar estos relatos, existen elementos que permiten inferir un acercamiento a los posicionamientos Kuhnianos, ya que cobra relevancia la contextualización del conocimiento en función del entorno social, político, económico, ético, presente al momento de diseñar un plan de trabajo y seleccionar las temáticas a abordar en función de los intereses de los estudiantes. Visualizándose, una idea de **ciencia como una construcción histórica y social**.

La organización de las instancias prácticas de laboratorio, es otro eje de análisis las entrevistas. En función de los decires de los profesores, se puede determinar que, con frecuencia, las prácticas de laboratorio se realizan al finalizar una unidad didáctica, pero existen algunas experiencias particulares que se desarrollan al terminar un tema específico. Si se emplean para dar cierre a la unidad didáctica, recuperando la clasificación de Camaño, 2003 y Perales, 1994 se las podrían denominar como **experiencias cíclicas**, ya que los trabajos prácticos se llevan a cabo siguiendo un hilo conductor entre los contenidos, procedimientos y actitudes científicas contextualizadas en el programa de cátedra. En cambio, si se implementan

como cierre de un tema, se las podría considerar **frontales**, ya que se desarrollan como complemento de la teoría.

“Por lo general, las **actividades de laboratorio se dan al finalizar una unidad didáctica**. Incluso hay unidades donde se pueden desarrollar más de una actividad de laboratorio y hay otras, donde no podemos realizar ningún práctico. La idea es integrar en esas instancias todos los contenidos trabajados en la unidad” (Entrevista E, comunicación personal,2024) (lo resaltado es nuestro)

“La organización de los prácticos depende la dinámica institucional, **a veces lo hacemos para complementar la teoría**, pero por lo general se hacen al finalizar una unidad o varias unidades” (Entrevista D, comunicación personal,2024) (lo resaltado es nuestro)

En referencia al tipo de actividades que se ponen en juego en las situaciones de laboratorio, recuperando los decires expresados por los entrevistados, se puede concluir que la observación, es la actividad principal en todo trabajo de laboratorio, cobrando protagonismo la implementación del método científico, a modo de receta, haciéndose hincapié en los resultados. Estos elementos, permiten inferir un acercamiento al **posicionamiento racionalista de Popper**, ya que, la mayoría de las actividades de laboratorio, se inician con una situación experimental generalizada que sirve para dar explicaciones a casos particulares (MHD), donde se realiza una observación selectiva sustentada por su carga teórica y se ponen a prueba las hipótesis mediante la experimentación, siguiendo un método.

“**Principalmente la observación, es fundamental. Uno se basa en el método científico...**” “Los estudiantes deben seguir ese método, ese protocolo o receta que le damos, pero, sobre todo, remarcamos la importancia de la conclusión. **Lo importante es entender, que un resultado negativo, es un resultado**. Ya que, en una situación experimental, no todos los estudiantes llegan a observar lo mismo, entonces hay que hacer hincapié en los resultados, independientemente de lo que uno espera o no, sigue siendo un resultado. El no tener un resultado esperado, también es muy valioso, porque te permite sacar conclusiones comparando con el otro grupo de estudiantes, que si llegaron a los resultados que tenían que obtener” (Entrevista E, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

Además, los entrevistados, mencionaron la importancia del resultado obtenido en toda situación experimental, deduciéndose la prevalencia una **concepción del conocimiento, más bien como producto**, dejando aún lado, la noción de proceso. Aunque la situación experimental puede ser destinada a comprobar hipótesis que ya

están altamente confirmadas en el mundo científico, es relevante destacar, que el docente da lugar a que la experiencia no salga como se lo esperaba, teniendo presente que el conocimiento obtenido en ciencias no es una verdad absoluta, incuestionable.

También, el profesor de la práctica, comentó que en toda situación experimental cobra protagonismo **la modelización en ciencia**, ya que permite estudiar los fenómenos naturales. Expresaron, que existen actividades o momentos que invitan a los estudiantes problematizar sobre diversas situaciones o fenómenos.

“Bueno ahí tenés, por ejemplo, observación en el laboratorio, pero este año, decidimos no esquematizar lo observado porque nos parecía que nos quedamos muy atrás de todo. Yo entiendo que **la modelización es importante en biología, porque ayuda a explicar los fenómenos**, pero porque no utilizar las tecnologías y trabajar con las fotografías real, viste. Esa fotografía la podés insertar en el informe, contextualizarla, referenciarla y darle un sentido, esas actividades que parecen sencillas como utilizar el Word, pero hay que promoverlas desde las cátedras.

**Las instancias de problematización, también están presentes.** Por ahí, al momento de sentarme a planificar no se me ocurre mucho, pero durante la clase práctica surgen esas problemáticas en el mismo desarrollo. Surgen las preguntas y relaciones entre temas.

Es muy difícil redactarlas en ocasiones” (Entrevista D, comunicación personal,2024) (lo resaltado es nuestro)

A pesar que se utilicen modelos conceptuales inmersos en paradigmas, destinados a interpretar la realidad, logrando un mayor acercamiento a los **posicionamientos kuhnianos**, se podría inferir, que, en algunas situaciones experimentales o análisis de artículos presentes en las prácticas, existieron iniciativas de que los estudiantes problematizan diferentes fenómenos de la vida diaria e intenten obtener posibles respuestas. Esta situación, se podría llegar a determinar por los dichos de los docentes y al observar las clases de laboratorio donde se elaboraron preguntas problematizadoras, por ejemplo: al realizar la experiencia sobre el crecimiento radicular de la cebolla, es una situación de la vida diaria que se tomó para problematizar y analizar ¿cuáles son los factores ambientales pueden influir en el crecimiento radicular de la cebolla? Esta pregunta, quizás permitió en los estudiantes entender que los problemas son de la realidad, y uno al hacer ciencia, capta esos problemas e intenta dar una respuesta al fenómeno observado.

- Actividad de laboratorio como situación de aprendizaje

Toda actividad de laboratorio, a lo largo del tiempo sufre modificación y está bien que eso ocurra. Las situaciones prácticas de aprendizajes en la cátedra de Biología Celular y Molecular, no fue la excepción.

Los entrevistados, explicitaron que, en líneas generales, si hubo modificaciones en las guías y esto se debió a múltiples causas. El docente encargado de las clases teóricas, mencionó, que algunos de los cambios ocurridos se debieron a la rotación del docente JTP, por motivos jubilatorios. Además, el trabajo práctico está determinado por el contexto institucional y contenidos previos que manejan los estudiantes, poniéndose en juego al momento de la práctica.

**“Si, hubo muchas modificaciones de las guías,** es multifactorial la cosa. Los contenidos de la materia son los mismos, por lo general, la planificación es similar en todos los años. Hace un tiempo atrás, había otro docente como jefe de laboratorio, donde se realizaban pocos trabajos experimentales, de a poco, se dejó a un lado las actividades experimentales y se reemplazó por coloquios, guías, análisis de artículos científicos, fue variando en el tiempo...” (Entrevista E, comunicación personal,2024)

“A fines del 2023, cuando **se jubiló la profesora titular, se incorporó a la práctica un nuevo profesor**, con él logramos reactivar las instancias de laboratorio. Esto me gusto, porque ese docente, está dando clases actualmente en las escuelas secundarias, entonces, tiene conocimientos del contexto educativo actual, permitiéndonos dar otro enfoque a la cátedra. Actualmente, hay más instancias de laboratorio, se mezclan con otras actividades y estrategias ya utilizadas, como simuladores...” (Entrevista E, comunicación personal,2024)

“Otro aspecto que influye en la modificación de las guías, se debe a los **contenidos previos de los estudiantes**. Lo que se ve actualmente, es que los alumnos, llegan a cursar la materia con escasos contenidos básicos, por lo tanto, debemos arrancar desde cero.

**Toda la planificación la adaptamos al contexto,** es nuestra guía, pero sujetas a modificación, por ejemplo, si hay paro de colectivos, decidimos dar clases ya sea teórico o práctico de forma virtual con los materiales o herramientas disponibles (Entrevista E, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

En cambio, el docente actual de JTP, comenta que desde el primer momento que formó parte del equipo de cátedra, modificó las guías o realizó algunas desde cero, **utilizando un nuevo enfoque o paradigma en las instancias prácticas.**

“Si, por ejemplo, desde que ingresé a la cátedra el año pasado, modifiqué bastante las guías que se usaban y algunas las hice desde cero. **Intenté darle otro enfoque a la práctica, plantear mejores preguntas, actividades y objetivos, buscando coherencia en todos los apartados de la guía.** El tema de la escritura es complejo, mejoró mucho mi escritura en relación al inicio, pero el tema de los verbos, también condiciona la práctica. Todo esto siempre se revisa, desde mi punto de vista, la **práctica no tiene que ver solamente con la actividad de laboratorio, sino que ellos asumen su aprendizaje, tiene que ver con el “hacer”** y en ese hacer, se pone en juego muchas estrategias de trabajo, como exposiciones, rutinas de pensamientos, búsqueda, selección y procesamiento de información. Estas actividades no estaban antes en los trabajos prácticos de laboratorio, a partir de este año intenté que estén presentes” (Entrevista D, comunicación personal,2024) (lo resaltado es nuestro)

Otro aspecto de análisis, son las finalidades con que se realizan estas propuestas de enseñanzas. Toda actividad de laboratorio, se lleva a cabo con el objetivo de cumplir con diferentes finalidades planteadas por el docente, en función de las entrevistas realizadas, se logró identificar que ambos entrevistados, coinciden en que las actividades de laboratorio se emplean para reforzar teorías y afianzar destrezas manipulativas científicas en los estudiantes. Además, permite la observación, debate y vinculación de la teoría con el práctico. Nuevamente, en este aspecto, se denota la tendencia aplicacioncita, donde las situaciones experimentales son instancias destinadas a aplicar la teoría.

**“Principalmente para reforzar la teoría y afianzar destrezas científicas en los estudiantes,** ya que lo van a necesitar como futuros docentes cuando les toquen trabajar en las escuelas secundarias”. (Entrevista E, comunicación personal,2024)

“...Además, las actividades pretenden ser problematizadoras, permitir la observación, el debate y que puedan **vincular la teoría con el práctico”**. (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

En coherencia con lo mencionado anteriormente, los entrevistados expresaron el sentido que le otorgan a esta práctica, focalizándose en las destrezas manipulativas. Siendo una instancia destinada al aprendizaje de procedimientos científicos y a la realización de actividades experimentales que puedan ser replicables por los estudiantes en otras situaciones.

“Perfecto, hay un sentido directo que es la **parte manipulativa**, eso es así, por ejemplo; cuestiones básicas como el uso del microscopio, no tienen práctica. No solamente es necesario los contenidos teóricos, sino también, la **parte**

**procedimental** es importante, es por esto, que en las instancias manipulativas es importante afianzar estas destrezas experimentales" (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

"Además, de reforzar la teoría, una particularidad de la práctica, es lograr un **acercamiento de los estudiantes a las instancias de laboratorio**, ya que, durante el cursado de la carrera, quizás muy pocas veces lo realizan. Se pretende trabajar situaciones experimentales, que se puedan llevar adelante en las escuelas secundarias cuando se reciban como profesionales" (Entrevista E, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

También, se mencionó, que las prácticas de laboratorio, sirven para problematizar, elaborar informes, proponer dinámicas de debates y verbalizaciones, destinadas a detectar errores conceptuales.

"Lo más complicado es problematizar en el laboratorio, por redescubrimiento. A veces me doy cuenta que cuando hacemos un coloquio, debate e intercambios de ideas, los estudiantes cuando verbalizan el contenido, **surgen preguntas problematizadoras**"

"Además, al **trabajar las verbalizaciones con los estudiantes**, puedo detectar errores conceptuales que muchas veces se arrastra. El hacer una actividad práctica de laboratorio, también tiene como finalidad que aprendan a hacer los informes finales que se solicitan, ya que la escritura falta mucho trabajar" (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

En algunos trabajos de laboratorio, se especifica una breve introducción de los contenidos teóricos a abordar, en referencia a este aspecto, los dos entrevistados expresaron que esa información se utiliza para generar un vínculo entre la teoría y la práctica, como también contextualizar el contenido a trabajar. Entendiendo al acto de experimentar como una forma de poner en práctica la teoría.

"Muchas veces, **la experimentación te permite mostrar de forma experimental lo que se aborda en la teoría**". (Entrevista E, comunicación personal,2024)

"Si, lo he visto en los trabajos del año pasado, tiene una lógica más tradicional ya que adelantas con esa introducción muchas cosas. Pero es un trabajo complejo la introducción, **el pensar que colocar en la introducción para que te permita enmarcar el contenido sin adelantar demasiado lo que se va a trabajar**. No es fácil.

Este año, puse introducción, más escueta, pero soy consciente de eso, hay que ser muy cuidadoso porque los podría condicionar o adelantar al desarrollo...” (Entrevista D, comunicación personal,2024)

“Muchas veces, el profesor coloca esa **introducción teórica para recuperar los contenidos básicos** que muchas veces no manejan los estudiantes y por miedo a que los estudiantes no puedan hacer el práctico, contextualizamos previamente leyendo esa introducción o recuperando por preguntas de forma oral. Por ejemplo, yo les anticipo las guías, pero, así y todo, ocurre que muchas veces no la leen e incluso no la descargan. Por eso, ese texto al inicio te enmarca, te hace conectar, tomar apuntes y sirve de anclaje en otras situaciones”. (Entrevista D, comunicación personal,2024)

También en las entrevistas, expresaron que, desde la cátedra, se da lugar o apertura a las ideas previas de los estudiantes a través de diferentes actividades como situaciones problemáticas, expresando lo siguiente:

“**Si, siempre tenemos en cuenta las ideas previas y sus intereses.** Por ejemplo, para el caso de metabolismo; tenemos una actividad donde los estudiantes deben diseñar estrategias de enseñanzas de ese tema para dos módulos de clase en una escuela secundaria. Además, debe incluir el diseño de experimentos para demostrar los procesos de respiración y fotosíntesis.

**Es una actividad abierta en función de sus intereses,** para que ellos se sientan autónomo en algunas cosas, a pesar que nosotros acompañamos al proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta idea fue interesante, hubo lindas producciones y tratamos de sacar por un momento el formato de laboratorio de receta que siempre usamos para que ellos sean creativos en su planificación” (E) (el resaltado es nuestro)

“Sabes que si, como te dije, muchas problematizaciones que surgen en las clases es por los mismos intereses de los estudiantes. Además, las **actividades de metacognición**, es una estrategia relevante ya que ellos registran sus ideas y eso me sirve como insumo para mejorar las prácticas. Por ejemplo, si aparecen interrogantes que jamás me lo pensé, lo registro para trabajarla y repensarlo el próximo año. **A veces va surgiendo ideas o preguntas mientras hacemos el trabajo de laboratorio**, pero yo voy guiando esa problematización, cosa que sea un ida y vuelta y retroalimentación constante. Esas guías son estructuradas en cierta forma, pero siempre dejo el espacio, igualmente son flexibles”. (Entrevista D, comunicación personal,2024) (el resaltado es nuestro)

Para finalizar este análisis, se puede concluir, que los profesores entrevistados de la cátedra de Biología Celular y Molecular, presentan posicionamientos epistemológicos similares que se ponen en juego al momento de desarrollar la materia. Es relevante destacar, que, en coincidencia con lo expresado por los entrevistados, toda situación de laboratorio requiere de una guía que permita estructurar y secuenciar las estrategias a emplear durante la experiencia, usarla no significa caer en la lógica positivista, también se tiene en cuenta la dinámica de trabajo presente, las actividades y preguntas que se realizan, recursos a emplear, ideas previas de los estudiantes, entre otros.

Al finalizar esta instancia del estudio, surgieron diferentes interrogantes como; ¿habrá coincidencia en las concepciones epistemológicas presentes en las etapas anteriores?, ¿el docente es consiente que su práctica de laboratorio está atravesada por diferentes posicionamientos epistemológicos?, ¿Cómo se logra deconstruir estos supuestos en torno a la concepción de ciencia? , la escuela secundaria ¿prepara a los estudiantes para futuros estudios superiores o universitarios?, ¿qué tipos de alumnos formamos en la facultad?, ¿qué imagen de ciencia transmitimos a nuestros estudiantes?, entre otros.

Ahora bien, para intentar dar respuestas a mis interrogantes y lograr un análisis más completo de esta práctica, en la cuarta y última etapa de estudio, se realizó una triangulación de todos los datos obtenidos en la investigación, comparando la información recabada de las guías, observaciones y voces de los profesores.

#### **5.4) Cuarta etapa de la investigación- Triangulación de datos**

##### **- Resultados de la triangulación de datos sobre las concepciones epistemológicas encontradas en las diferentes etapas de la investigación**

Una vez finalizada las etapas anteriores, se procedió a elaborar la triangulación de la información obtenida de las observaciones de clases, análisis de planificaciones y entrevistas realizadas a los profesores. La misma se llevó a cabo, con el fin de comparar las concepciones epistemológicas presentes en las prácticas de laboratorio, poniéndose en tensión los decires de las voces de los entrevistados con el hacer concreto en las clases y planificaciones desarrolladas.

**Tabla:6****Síntesis de las concepciones epistemológicas observadas**

<b>Periodos de la investigación</b>	<b>Posicionamientos epistemológicos predominantes</b>
<b>Primera etapa</b> -Análisis de documentos (planificación de clase y guía de laboratorio)	Concepciones Kuhnianas y Racionalista
<b>Segunda etapa:</b> -Observaciones de clases de laboratorio en Biología Celular y Molecular	Concepciones Kuhnianas y Racionalistas
<b>Tercera etapa:</b> -Entrevistas a docentes de la cátedra	Concepciones Kuhnianas y Racionalistas

Nota: Producción propia

En función de los datos obtenidos con los instrumentos de investigación utilizados, se puede concluir, que existieron diferentes elementos de análisis que me permitieron inferir acercamientos a posicionamientos kuhnianos y Popperianas, sin visualizarse la presencia del paradigma de la complejidad en ninguna de las etapas de la investigación. Cabe aclarar, que el análisis de la información obtenida durante el estudio, es una mera interpretación personal de la situación problemática a responder, donde se logró inferir diferentes tendencias epistemológicas que coexisten en conjunto sin preponderar una sobre la otra.

Estos resultados, posibilitan reflexionar sobre “el decir” y “el hacer” docente, ya que, como se observó en este estudio, por lo general, existe una correlación entre lo planificado y puesto en práctica, pero también, se visualizaron dinámicas, estrategias, recursos y preguntas, que no estaban presentes en las guías o previstas por el docente, pero surgieron durante la clase y dieron lugar a aprendizajes más significativos.

## **Capítulo 7: Conclusiones**

El presente trabajo de investigación, se considera un aporte para el ámbito de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la cátedra de Biología Celular y Molecular en el Profesorado en Biología, perteneciente a la Universidad Autónoma de Entre Ríos. La finalidad del estudio, fue identificar las posibles concepciones epistemológicas que subyacen en las guías de laboratorio planteadas en la asignatura mencionada anteriormente.

Al analizar las instancias de laboratorio, se logró reflexionar sobre las actividades propuestas y posicionamientos presentes en dicha práctica, que influyen en las decisiones didácticas y pedagógicas que el profesor realiza. Además, la investigación es de utilidad y antecedente teórico para el profesorado, abriendose figuras proyectivas hacia futuros estudios requeridos en el campo educativo. Con los resultados obtenidos, no se pretendió lograr la generalización, sino más bien, el análisis de un caso particular en la asignatura, donde se intentó dar respuestas a los interrogantes y cumplir con objetivos que direccionaron esta investigación.

Recuperando los dos primeros objetivos específicos, que consisten en: reconocer y clasificar las actividades de laboratorio en función de diferentes ejes de análisis, así como identificar las posturas epistemológicas que subyacen en los trabajos prácticos y en las voces de los profesores con respecto a la concepción de ciencia, se puede concluir que, de cinco trabajos prácticos estudiados, dos son desarrollados como ejercicios prácticos o de experiencia, destinados a lograr en los estudiantes un aprendizaje técnico de resolución ya establecido o con el fin de reforzar y aplicar la teoría, predominando las actividades de tipo cerradas que se combina, pero en menor medida con actividades semiabiertas y de verificación. En relación a las expectativas de logro a alcanzar por los alumnos, planteadas por Herron (1971), se logró inferir que tres trabajos prácticos se emplearon logrando el nivel uno de aprendizaje, otra guía pretendió llegar al nivel uno, mientras que el último trabajo abordado fue planificado con el fin de obtener el nivel dos de aprendizaje.

Otro eje de estudio, consistió en analizar el lugar que ocupa la observación y metodología en esta práctica, identificándose la predominancia del método hipotético deductivo, ya que las actividades experimentales presentes en la cátedra, parten en su mayoría de una situación problemática particular, donde se plantean hipótesis que se ponen en juego a modo de conjeturas, mediante una experimentación y observación impregnada con su carga teórica. Con respecto al contexto de producción de conocimientos, en todas las guías, se pudo observar, que existe una

tendencia a la perspectiva positivista, considerándose al conocimiento como lineal y acumulativo.

En relación a los objetivos, contenidos e imagen de ciencia presente en los trabajos prácticos, se logró determinar que, en la mayoría de las guías, se transmite un conocimiento como producto, sin darle importancia al contexto histórico, llegando a pensar en una imagen de ciencia como un reflejo de la realidad, donde no habría verdades absolutas, sino más bien, hipótesis corroboradas. También, es importante destacar, que esta imagen de ciencia varía dentro del mismo trabajo práctico, ya que, en algunas guías, se presentan apartados que hacen referencia a la contextualización del contenido, entendiendo al conocimiento como producto y proceso, focalizándose en el aprendizaje de teorías como paradigmas necesarios para interpretar la realidad observada. Por los aspectos mencionados anteriormente, se podría concluir, que, los trabajos de laboratorio de Biología Celular y Molecular, tienen un acercamiento a las concepciones epistemológicas de Popper y Kuhn, sin visualizarse claramente el paradigma de la complejidad.

En cambio, al llevarse a cabo las instancias de observaciones de clases y decires expresados por los docentes de la cátedra en las entrevistas, se recuperaron diversas preguntas, comentarios, respuestas, expresiones y situaciones problemáticas, que no estaban presentes en las guías de laboratorio analizadas anteriormente, pero dichos elementos, me permitieron reflexionar nuevamente sobre la imagen de ciencia que se construye con estas prácticas, donde logré determinar una noción de ciencia más bien centrada en el producto y proceso, en constante evolución, susceptible a errores, sin dejar de lado los intereses de los educandos. De esta manera, reaparece nuevamente una tendencia a los posicionamientos relativistas sustentados por Kuhn.

Estos resultados obtenidos, me llevaron a repensar que, en toda propuesta de enseñanza y aprendizaje, no existen posicionamientos epistemológicos completamente puros, sino que prevalece una heterogeneidad de concepciones que coexisten, sin ser superior una sobre la otra, pero que, en conjunto, sustentan las bases del accionar docente. Es por ello, que es importante reflexionar sobre el rol del educador, ya que, en ocasiones, existe una distancia entre lo que dice y hace el docente, es decir, entre lo “planificado y “puesto en práctica”. Este hallazgo, se reflejó al momento de comparar lo plasmado en papel, observado en clases y decires de los docentes, permitiendo entender la complejidad del “ser docente”, siendo una actividad multifactorial e impredecible. Ante esta situación de tensión, entre las concepciones que el profesor cree adherir y lo que ocurre en las propuestas de enseñanzas, todo

docente, debería realizar procesos de autorreflexión personal para tomar conciencia sobre la noción de ciencia que verdaderamente subyace en las prácticas educativas y poder modificarla, ya que, por lo general, se encuentra estructurada desde las trayectorias escolares particulares de cada educador, tornándose compleja su identificación y problematización.

A pesar que toda propuesta de enseñanza requiere una planificación previa para evitar imprevistos y direccionar la clase hacia los objetivos propuestos, pero al momento de trasladar al aula aquello planificado, surgen dinámicas e instancias de aprendizajes que muchas veces, no fueron pensadas con anticipación en el plan de clase, pero podrían favorecer como no, los procesos de enseñanzas y aprendizajes en ciencias. Todo docente, debe estar abierto ante estas instancias de aprendizajes, para poder guiarlas, reestructurarlas y hacerlas propias, independientemente de los enfoques epistemológicos y didácticos que subyacen en cada actividad, ya que surgen desde la espontaneidad de la misma aula.

Es relevante destacar, que, en estos últimos años, la cátedra transcurre por una serie de cambios reflexivos por parte de los profesores, principalmente por el docente encargado de los trabajos prácticos, donde manifiesta una lucha constante y consiente sobre la concepción de ciencia que sustentan a esta práctica, modificándose las guías de laboratorio utilizadas, recursos didácticos, contenidos teóricos , entre otros aspectos, focalizándose en mejorar la enseñanza de los contenidos contextualizados, en constante construcción, teniendo en cuenta las necesidades de los estudiantes.

Respecto al último objetivo específico, a partir de los resultados alcanzados, se sugieren aportes reflexivos que puedan favorecer la confección o reelaboración de las guías prácticas de laboratorio utilizadas en la cátedra de Biología Celular y Molecular, por lo tanto, se propone:

Al interior de la carrera y de la facultad:

- ✓ Socializar la necesidad de acelerar la actualización del plan de estudio perteneciente al profesorado en Biología de la FCyT, con la finalidad de brindar a los docentes y estudiantes diversas sugerencias en relación a fundamentos teóricos, conocimientos científicos, recursos, bibliografía, estrategias metodológicas a implementar, entre otros; incorporando perspectivas epistemológicas y didácticas acordes a las necesidades de la sociedad actual.
- ✓ Sostener acciones de articulación entre la asignatura de Biología Celular y Molecular con otras cátedras troncales del profesorado, como; Biología

General, Epistemología, Anatomía humana y Vegetal, con el fin de fomentar el desarrollo de los contenidos con propuestas didácticas contextualizadas y situadas para la enseñanza de las ciencias.

- ✓ Compartir la presente investigación como insumo y herramientas para trabajar con la comunidad en general, miembros de la carrera y estudiantes de futuras cohortes.
- ✓ Indagar desde la cátedra, cuáles son los intereses, necesidades, expectativas, dinámicas sugeridas y falencias que presentan los estudiantes, ya que dicha información podría enriquecer aún más las propuestas de clases.
- ✓ Realizar las actividades de laboratorio en el profesorado que inviten a los estudiantes a observar los fenómenos de la realidad y problematizar sobre ella, para luego dar respuesta a dichos problemas.
- ✓ Comunicar desde la cátedra hacia la universidad, cuales son los recursos necesarios para realizar las instancias de laboratorio, garantizando en los estudiantes situaciones de aprendizajes más significativas para su formación docente.
- ✓ Revisar desde la Universidad la estructura general del plan del Profesorado, con el fin de lograr una mayor articulación teoría y práctica en todas las asignaturas.
- ✓ Crear desde la facultad diversas acciones de articulación y actualización docente en contenidos de Epistemología y Didácticas, compartiendo referentes teóricos.
- ✓ Generar desde la facultad y dentro de la cátedra, espacios formativos de autorreflexión docente junto a los colegas de las prácticas educativas, donde puedan reflexionar sobre la imagen de ciencia que subyace en sus propuestas de enseñanzas y deconstruir supuestos que se construyeron durante su biografía escolar.

## Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Adúriz Bravo, A. (2001). Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias. [Tesis de Doctorado] Universidad Autónoma de Barcelona. <http://www.tdx.cesca.es/TDX>
- Antúnez, G. C., Pérez, S. M. y Petrucci, D. (2008). Concepciones de los docentes universitarios sobre los trabajos prácticos de laboratorio. Revista Brasileira de Pesquisa.
- Aravena, M.; Kimelman, E.; Micheli, B.; Torrealba, R. y Zúñiga, J. (2006). Investigación Educativa I. Convenio Interinstitucional Ecuador-Chile. em Educação em Ciências, 8(1), 1-17.
- Barbera, O. y Valdés, P. (1996). “El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión”. Enseñanza de las Ciencias, No. 3, Vol. 14, pp. 365-379.
- Bunge. M. (1983). La investigación científica. Barcelona. Colección convivium: Ariel.
- Caballer, M. J. y Oñorbe, A. (1999). Resolución de problemas y actividades de laboratorio. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Capítulo IV. Barcelona: I.C.E. Universidad de Barcelona.
- Caamaño, A. (1992). “Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación”. Aula de innovación educativa, No.9, pp. 61-68.
- Caamaño, A. (2003). “Los trabajos prácticos en ciencias”. En: Jiménez-Aleixandre, M.P. (coord.). Enseñar ciencias (pp.95-118). Barcelona. Editorial Graó.
- Camilloni, A. (2014). Las Didácticas de las profesiones y la Didáctica General. Las complejas relaciones de lo específico y lo general en Civarolo, M. M. (Ed.), Didáctica general y didácticas específicas: la complejidad de sus relaciones en el nivel superior (pp. 21-31).

- Creswell, J. (2005). Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative Research (2a. ed.). Upper Saddle River: Pearson Education Inc. Citado en Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (4a. ed. --). México D.F.: McGraw-Hill.
- Chin, C. y Brown, D.E. (2000). "Learning in science: A comparison of deep and surface approaches". *Journal of Research in Science Teaching*, No. 2, Vol. 37, pp. 109-38.
- Comte, A. (1965). "Discurso sobre el espíritu positivo". Aguilar. Buenos Aires.
- Davini, M. C. (2002). De aprendices a maestros. Buenos Aires: Papers.
- De Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(1), 21-41.
- De Pro Bueno, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(3), 411-429.
- Diker, G y Terigi, F (2003) "La formación de maestros y profesores: hoja de ruta" Paidos. Buenos Aires.
- Espinosa- Ríos, E; González- López, K. y Hernández- Ramírez, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Laboratory practices didactic strategy in Building Scientific Knowledge School*. Universidad libre. Colombia
- Ferry, G. (1997). El trayecto de la formación. Los enseñantes entre la teoría y la práctica. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Paidós Mexicana.
- Flichman, E. y Pacifico, A. (1995) "Pensamiento Científico. La polémica epistemológica actual". Prociencia, Conicet, Ministerio de educación. Argentina.
- Garcia, J. E. (1994). El conocimiento escolar como proceso evolutivo; aplicación al conocimiento de nociones ecológicas. *Investigación en la escuela*, 23, pp. 65-76.
- Gil, D.; Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez- Torregrosa, J., Guisasola, J. et al. (1999). "¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de resolución de problemas de lápiz y papel y realización de laboratorio?". *Enseñanza de las Ciencias*, N° 2, Vol. 17, pp 311-390.

- González Eduardo, M. (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? Enseñanza de Ciencias. Universidad de Córdoba, Argentina.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. The School Review, 79(2), 171-212.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (4a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hodson, D (1994). “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”. Enseñanza de las Ciencias, No. 3, Vol. 12, pp. 299-313.
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En J. Perales Palacios, Didácticas de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza. Marfil.
- Idoyaga, I. y Maeyoshimoto, J. (2018). Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física. En M.G. Lorenzo; H.S. Odetti y A.E. Ortolani (Ed.). Comunicando la ciencia (55-67). Argentina: Ediciones UNL.
- Kuhn, T. (1980). “Los paradigmas científicos”, en Barnes, Khun, Merton y otros. Estudios sobre sociología de la ciencia. Alianza.
- Kuhn, T. (1977). Tensión esencial. Fondo de cultura económica. México.
- Lunetta, V.N. (1998). “The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching”. En: Frase, B.J. y Tobin, K.G. (eds.). International Handbook of Science Education. London: Kluber.
- Lindon Villorria, A. (1998). De la Investigación en Ciencias Sociales, de las ‘Tesis’ y la Metodología de la Investigación. Colegio Mexiquense, A.C.
- López Rúa, Ana Milena y Tamayo Alzate, Óscar Eugenio. (2012). “Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales”. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, No. 1, Vol. 8, pp. 145-166. Manizales: Universidad de Caldas.
- Mardones, J. M. (2003). “Filosofía de las ciencias humanas y sociales”. Anthropos. Barcelona.
- Marín, Miyerdady. (2008). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas en el laboratorio. Un caso particular la combustión. En: Maestría en Educación énfasis. Enseñanza de Ciencias Naturales. Universidad del Valle.
- Merino, J. M. y Herrero F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 6(3)630-648.

- Mertens, D. M. (2005). Research and evaluation in Education and Psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods (2a. ed.). Thousand Oaks: Sage. Citado en Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (4a. ed. --.). México.
- Moreira, M. A., (1980). A non-traditional approach to the United States, European Journal in Science Education, evaluation of laboratory instruction in general physics. European Journal in Science Education, 21, p. 441
- Morín, E. (2000). Los siete saberes para la educación del futuro. Santillana. Francia.
- Ortega, F., Márquez Bargalló, C. y Tamayo Alzate, E. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias, vol. 3, nº 32, pp. 53- 70.
- Pacífico, A. (2001). La epistemología en la formación de los profesores en el área de Ciencias Naturales en la provincia de Santa Fe desde la recuperación de la democracia. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Facultad de Humanidades y Ciencias. Tesis doctoral.
- Pacífico, A. (2017). La imagen de las ciencias en el diseño curricular y su incidencia en la formación de profesores de Biología. Universidad Nacional del Litoral. Publicado: X congreso internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias. Sevilla.
- Perales, F.J. (1994). "Los trabajos prácticos y la didáctica de las ciencias". Enseñanza de las Ciencias, No. 1, Vol12, pp. 122-125.
- Perafán, G.A. y A. Adúriz-Bravo (Comps). (2002). Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales (pp. 127-139). Santa fe de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Porlán- Ariza, R; Rivero-García, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. Enseñanza de Ciencias. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid. Miembros del Grupo DIE (Didáctica e Investigación Escolar) y del Proyecto Curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar).
- Porlán- Ariza, R; Rivero-García, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y

conclusiones. Enseñanza de Ciencias. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid. Miembros del Grupo DIE (Didáctica e Investigación Escolar) y del Proyecto Curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar).

- Popper, K. (1983). "Conjeturas y refutaciones". Paidos, Barcelona.
- Popper, K. (1959). "La lógica de la investigación científica". REI. Buenos Aires.
- Ravanal, E.; Quintanilla Gatica, M. y Labarrere Surday, A. (2012). Concepciones epistemológicas del profesorado de biología en ejercicio sobre la enseñanza de la biología. *Ciência & Educação*, Bauru. v. 18, n. 4, p. 875-895. Universidad de Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São Paulo, Brasil.
- Resolución UADER N° 1735/04 Plan de Estudios de la carrera de Profesorado en Biología.
- Schuster, A.; Puente, M.; Andrada, O. y Maiza, Melisa. (2013). La Metodología Cualitativa, Herramienta para investigar los fenómenos que ocurren en el aula. La investigación educativa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. Revista Electrónica Iberoamericana de Educación.
- Tamir, P. y García, M. (1992). "Características de los ejercicios de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias en Catalina (España)". Revista Internacional de Educación Científica, No. 4, Vol.14, pp 381-392.
- Travers, R. (1979). Introducción a la investigación educacional. Paidós. Buenos Aires.
- Teddlie, C., y Tashakkori, A. (2003). Major Issues and Controversies in the Use of Mixed Methods in the Social and Behavioral Studies. Citado en Hernández
- Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (4a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Valencia, K. y Torres, T. (2017). Impacto formativo de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias. Enseñanza de las ciencias, (Extra), 3033-3038.
- Williams, M., Unrau, Y. A. Y Grinnell, R. M. (2005). The qualitative research approach. En R. M. Grinnell y Y. A. Unrau (Eds.). Sodal work: Research and evaluation. Quantitative and qualitative approaches (7a. ed., pp. 75-87). Nueva York: Oxford University Press. Citado en Hernández Sampieri, R., Fernández

- Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (4a. ed. --.). México.
- Zabalegui, M. F y Fabro, A. P (2018). Concepciones epistemológicas y didácticas de estudiantes avanzados del profesorado de educación primaria rural, en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Uni-pluriversidad, 18(2), 87-101. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.18.2.06>
- Zabalegui, M. F. (2019). Concepciones sobre la enseñanza de Ciencias Naturales en estudiantes avanzados del Profesorado en Educación Primaria con Orientación Rural. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Facultad de Humanidades y Ciencias. Tesis doctoral.
- Zorrilla, E. G. y Mazzitelli, C. A. (2021). Trabajos Prácticos de Laboratorio y Modelos didácticos: una propuesta de clasificación. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 40, 133-148. DOI: 10.7203/DCES.40.18056

## **ANEXOS**

### **Anexo 1:**

**-Resolución UADER N° 1735/04 Plan de Estudios de la carrera de Profesorado en Biología.**

**-Planificación anual de la cátedra de Biología Celular y Molecular. FCyT- UADER**

2022 - FCYT-ORO VERDE - Profesorado en Biología - Biología Celular y Molecular



### **Planificación de cátedra brindada por el docente:**

Carrera: Profesorado en Biología (Plan 2001, Resol 695/03|1184-09)

Cátedra: **Biología Celular y Molecular**

Año Académico: **2022**

Equipo docente: Docente responsable de las clases teóricas.

Docente auxiliar responsable de las clases prácticas/laboratorio

Año de la carrera a la que pertenece la cátedra: 2 año

Régimen de la materia: Anual

Carga horaria semanal: 4 horas dividida en teórica/práctica

### **Fundamentación:**

El segundo año de la carrera Profesorado en Biología contempla la materia Biología Celular y Molecular en el marco de estudios de Ciencias Naturales. Esta disciplina se caracteriza tanto por el objeto de estudio en el que fija su atención, como por los métodos y estrategias que se ponen en juego para obtener nuevos conocimientos. La Biología Celular y Molecular abordará a lo largo del año, el estudio de la organización estructural y funcional de la célula, como unidad constituyente de los seres vivos, caracterizando los principales componentes químicos, su propiedades físico-químicas y funciones que cumplen en la misma.

El estudio de esta disciplina abarca un campo sistemático de saber científicos teórico-prácticos fundamentales para poder comprender los procesos físicos, químicos y biológicos de la materia viva. Conjuntamente con el proceder de estos contenidos, el planteamiento de esta cátedra se preocupa para generar sobre los estudiantes una actitud científica, que permita el entendimiento de la naturaleza de la

ciencia y el progreso de las capacidades y habilidades necesarias para realizar indagaciones con base científica.

La educación científica debe producir ciudadanos informados y responsables, quienes frente a posibles problemas podrán tomar decisiones fundamentales. Las ciencias naturales brindan elementos para estimular intelectualmente a los individuos. El futuro profesor deberá tener un perfil determinado, caracterizado por poseer conocimientos científicos actualizados. La tecnología es una dimensión que atravesará todo el currículo. Los estudiantes se apropiarán de sólidos saberes que darán cuenta del avance que en el siglo XXI están teniendo las ciencias y la tecnología.

Esta disciplina contribuirá a formar e informar al futuro docente quien deberá abordar el estudio de la realidad con una verdadera actitud científica. También, desde el espacio pedagógico y didáctico, esta cátedra brindará los conocimientos necesarios para que el estudiante pueda insertarse en su práctica, formando un profesional autónomo.

Por su ubicación en el Plan de estudios, esta asignatura, introduce a los estudiantes en el estudio de las bases químicas de la vida, la biología celular y molecular, la genética, la morfología y fisiología de los diferentes sistemas.

### **Objetivos:**

- Reconocer los aspectos teóricos de cómo funcionan las herramientas de Biología molecular más comunes y sencillas.
- Aplicar procedimientos de extracción y visualización de ADN mediante técnicas de estudio sencillas.
- Manejar el equipamiento habitual existente en un laboratorio
- Adquirir, comprender y aplicar los conceptos y principios básicos de la Biología Celular y Molecular
- Integrar conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas biológicos.
- Reconocer la importancia de métodos de Biología Molecular en la comprensión de la estructura y función de los ácidos nucleicos.
- Fortalecer y estimular al estudiante la necesidad de una actualización permanente y continua en el campo de la disciplina.
- Proveer al estudiante una formación de calidad y significación social, que le permita una actividad académico-profesional creativa, protagónica y comprometida con la realidad social en la que está inserto.

- Brindar herramientas para que el estudiante desarrolle capacidades adecuadas para la comunicación oral y escrita, dentro de un marco de análisis y elaboración de textos y exposición de los mismos.
- Ejercitar en el estudiante actitudes de reflexión crítica, de respeto mutuo (hacia el docente y entre sus pares), de independencia de criterios, de innovación y de creatividad (tanto en el trabajo individual como grupal).

**Programa de contenidos:**

**UNIDAD N<sup>a</sup> 1: INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA CELULAR Y MOLECULAR.  
INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO DE BIOLOGÍA Y MICROSCOPIA ÓPTICA**

Introducción a la Biología Celular y Molecular. Teorías acerca de la evolución celular. Hipótesis de Oparin y de Haldane. Niveles de organización de la materia. Teoría celular. Dominios y Reinos. La Célula. Célula procariota. Morfología, tamaño, agrupamientos celulares. Estructuras variables e invariables. Clasificación. Microscopía óptica: Utilidad. Manejo del microscopio óptico y lupa. Sistema óptico, mecánico y de iluminación. Técnicas. Microscopía electrónica transmisión y de barrido. Cultivo de microorganismos en el laboratorio. Medios de cultivos. Fraccionamiento subcelular.

**UNIDAD N° 2: COMPONENTES QUÍMICOS DE LAS CÉLULAS**

Composición química de la materia viva. Componentes inorgánicos: agua e iones. Agua: estructura química, propiedades de importancia biológicas. Iones: aniones y cationes. Componentes orgánicos: hidratos de carbono, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Estructura y clasificaciones. Localización a nivel celular. Propiedades e importancia biológica.

**UNIDAD N° 3: LAS CELULAS EUCAΡΙOTAS: ORGANIZACIÓN CELULAR**

Membrana plasmática. Composición química. Funciones. Modelos moleculares de la membrana. Función de permeabilidad selectiva: transporte activo y pasivo. Osmosis. Fenómenos de interrelación celular: glucocáliz y el reconocimiento celular. Uniones intercelulares. Sistema de endomembranas. Organelas involucradas. Tránsito vesicular. Secreción constitutiva y regulada. Conceptos. Translocación de proteínas y posttraduccionalhj. Núcleo. Nucléolo. Cromatina y cromosomas. Citoesqueleto. Microfilamentos y filamentos intermedios. Microtúbulos. Características generales. Organización molecular. Aspectos funcionales. Organelas microtubulares: cilios,

## UNIDAD N° 4: METABOLISMO CELULAR

Metabolismo celular. Enzimas. Relación enzima sustrato. Nociones básicas de la actividad enzimática. Regulación de la actividad. Efectos de la temperatura y el pH. Catabolismo y anabolismo. Metabolismo productor de energía: etapa aeróbica: glucólisis, ciclo de Krebs, descarboxilación oxidativa, cadena de transporte de electrones. Etapa anaeróbica: Fermentación láctica y alcohólica. La síntesis de ATP.

## UNIDAD N° 5: FLUJO DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA

El dogma central de la biología molecular. El código genético. Codones y anticodones. Retrotranscripción. Regulación génica en procariotas (operón lac) y en eucariotas. Características. Importancia de la regulación.

## UNIDAD N° 6: CICLO CELULAR. DIVISIÓN CELULAR. CICLOS BIOLÓGICOS.

Ciclo celular. Puntos de control y regulación del ciclo. Reproducción celular. El comportamiento cromosómico durante las divisiones celulares. Centríolos y centro organizador de microtúbulos. Células diploides y haploides. Diferencias entre células vegetales y animales en la mitosis y meiosis. Muerte celular por apoptosis y por necrosis. Importancia biológica.

## UNIDAD N° 7: PARTÍCULAS SUBCELULARES

Características generales de los virus. Composición y estructura. Diferencias entre virus y bacterias. Ciclos víricos y sus fases en bacteriófagos. Virus de importancia en humanos: familia de los herpesvirus, poxvirus, adenovirus, retrovirus. Virus y cáncer. Viroides: constitución química. Ciclo y formas de infección. Importancia, ejemplos. Priones: constitución química. Importancia, ejemplos, las encefalopatías.

### **Metodología de trabajo y estrategias pedagógicas:**

Desde el punto de vista del proceso enseñanza-aprendizaje debe existir una estrecha vinculación e integración entre teoría y práctica para lograr un aprendizaje significativo. Se van a plantear clases teóricas, teóricas / prácticas y clases prácticas de laboratorio. Las clases teóricas y teóricas / prácticas pretenden cumplir con el objetivo de otorgar un espacio para la reflexión acerca de los aspectos conceptuales y orientar al estudiante sobre cada contenido planteado en las diferentes unidades. Este tipo de clases serán de tipo expositivas / explicativas, brindándole al estudiante información a través de diversos recursos didácticos y pedagógicos que permitan

hacer comprensible el tema en desarrollo. Los recursos con los que cuenta actualmente la Facultad y de los cuales nos apropiaremos en cada clase son: pizarra, notebook y cañón, retroproyector.

Por las características de la asignatura, es fundamental la construcción de modelos, esquemas y microfotografías. Se plantea la lectoescritura, como herramienta para que los estudiantes puedan apropiarse del vocabulario propio de esta ciencia. La confección de cuestionarios para poder guiar el aprendizaje de nuestros estudiantes. Se plantean actividades grupales, para favorecer la integración entre los pares y el significativo proceso de enseñanza y aprendizaje.

Las clases prácticas de laboratorio, son clases de aplicación de los contenidos teóricos, se orientan al desarrollo de técnicas y metodologías aplicables al análisis de cada situación planteada, tales como, resolución de problemas, interpretación de gráficos, cortes y preparados histológicos, exposiciones, entre otros; y se basan principalmente en la participación activa del estudiante, que en forma individual o grupal deberá procesar y/o elaborar las consignas de las guías de trabajos prácticos. Los trabajos prácticos se desarrollarán en el laboratorio de biología de la Facultad. Este tipo de clases prácticas de laboratorio están basadas en el empleo de elementos ópticos como lupas y microscopios, elementos para la preparación de muestras tales como bisturí, fijadores, colorantes, agujas histológicas, aceite de inmersión, material de vidrio como pipetas, portaobjetos, cubreobjetos, vasos de precipitado, cajas de Petri, entre otros. Para cada una de las clases los estudiantes contarán con un apunte guía, elaborado por los docentes de la cátedra que tiene por objeto ordenar el trabajo y fomentar la integración teoría-práctica.

Como actividad de cierre por unidad de estudio, se propone la lectura y exposición de un seminario donde cada estudiante deberá relacionar los contenidos allí abordados con los trabajados en cada clase y exponerlos de manera comentada con sus compañeros. Los temas podrán ser propuestos por los docentes o por los mismos estudiantes, en caso de mostrar algún interés particular.

### **Sistema de Evaluación:**

Evaluaciones parciales: Durante el desarrollo anual de la cátedra se tomarán cuatro evaluaciones parciales, de tipo escritas. El objetivo será evaluar la capacidad de expresión en forma escrita y la capacidad de síntesis del conocimiento. Al finalizar cada cuatrimestre se tomará el recuperatorio de cada uno de los correspondientes parciales.

**Programa de trabajos prácticos:**

Actividades Coloquiales y/o Laboratorio

Nº 1: Medidas de Seguridad en el laboratorio y microscopía óptica.

Nº 2: Reconocimiento de biomoléculas: hidratos de carbono, lípidos y proteínas.

Nº 3: Metabolismo celular: Fermentación alcohólica y fermentación láctica.

Nº 4: Extracción de moléculas de ADN en células vegetales.

Nº 5: Mitosis en células vegetales. Reconocimiento de fases.

Nº 6: Cultivo de microorganismos.

Nº 7: Transporte a través de la Membrana plasmática. Ósmosis.

**Bibliografía:**

La Célula (2002) Cooper, G. 2da edición. Editorial Marbán.

Fundamentos de Biología Celular y Molecular De Robertis (2004) 4ta Edición. De Robertis E. M. F (h), Hib J., Poncio R. Editorial El Ateneo.

Biología Molecular de la Célula. (2004) 4t<sup>a</sup>. Edición. Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. Barcelona: Omega. 2004.

Biología (1993) Curtis H. & Barnes. S. N. 6ta Edición. Editorial Panamericana.

Molecular Cell Biology (1995) Lodish H., Baltimore D., Berk A., Zipursky S.L., Matsudaira P., Darnell J. Scientific American Books. 3ra Edition.

**Requisitos para rendir como estudiantes regulares, promocionales y libres:**

Promocionales:

- El alumno deberá tener el 80% de asistencia a clases de coloquio y laboratorio.
- El alumno deberá aprobar el 80% de los laboratorios e informes correspondientes con el 60% del puntaje como mínimo.
- El alumno deberá aprobar los parciales con un puntaje mínimo de 70%.

Regulares:

- El alumno deberá tener el 80% de asistencia a clases de coloquio y laboratorio.
- El alumno deberá aprobar el 80% de los laboratorios e informes correspondientes con el 60% del puntaje como mínimo.

- El alumno deberá aprobar los parciales con un puntaje mínimo de 60%, pudiendo recuperarlos al finalizar cada cuatrimestre. Libres:
- Que no cumplan los requisitos exigidos para ninguna de las condiciones anteriores.

**Cronograma de trabajo:**

**PRIMER CUATRIMESTRE**

Semana 1 Presentación cátedra.

Semana 2 Guía sobre Niveles de Organización.

Semana 3 Unidad N° 1: Microscopia

Semana 4 Unidad N° 1: Tipos celulares. Guía sobre Tipos Celulares/Artículo científico.

Semana 5 Unidad N° 2: H. de C. y Lípidos. TP: Reconocimiento de Componentes Orgánicos.

Semana 6 Unidad N° 2: Proteínas y AN. TP: Reconocimiento de Componentes Orgánicos.

Semana 7 Consulta

Semana 8 Primer Parcial

Semana 9 Unidad N° 3: Membrana plasmática. Trabajo de laboratorio

Semana 10 Unidad N° 3: Transporte a través de la membrana. Trabajo de laboratorio

Semana 11 Consulta

Semana 12 Segundo Parcial

Semana 13 Consulta

Semana 14 Recuperatorio Primer Parcial

Semana 15 Recuperatorio Segundo Parcial

**SEGUNDO CUATRIMESTRE**

Semana 1 Unidad N° 4: Metabolismo. Actividad a cargo de los estudiantes

Semana 2 Unidad N° 4: Metabolismo. Actividad a cargo de los estudiantes

Semana 3 Unidad N° 5: Núcleo celular. Coloquio

Semana 4 Unidad N° 5: Replicación. Coloquio

Semana 5 Unidad N° 5: Transcripción. Trabajo de Laboratorio

Semana 6 Unidad N° 5: Síntesis de proteínas. Coloquio

Semana 7 Tercer Parcial

Semana 8 Unidad N° 6: Ciclo celular

Semana 9 Unidad N° 6: Ciclo celular

Semana 10 Unidad N° 7: Virus

Semana 11 Consulta

Semana 12 Cuarto Parcial

Semana 13 Recuperatorio Tercer Parcial

Semana 14 Consulta

Semana 15 Recuperatorio Cuarto Parcial

**Funciones de cada integrante del equipo de cátedra:**

Profesor Responsable: a cargo de las clases teóricas, redacción de parciales, recuperatorios, finales. Coordinación de actividades con el equipo de cátedra.

Docente Auxiliar: a cargo de las clases de coloquios/trabajos de laboratorio. Elaboración de guías de coloquios y/o trabajo de laboratorio, corrección de guías de actividades.

Todos los docentes desarrollaron material didáctico utilizando materiales de su pertenencia para el desarrollo de algunas actividades. Además, se actualizó una carpeta con los contenidos teóricos como guía de estudio complementario, los que se encuentran disponibles. Las guías de coloquios y laboratorios son revisadas constantemente por los docentes.

**Cronograma de actividades de investigación y/o extensión:**

Durante este año, si está la posibilidad, los docentes tomarán cursos de formación y perfeccionamiento. Se está a la espera de la aprobación y financiación de un

proyecto interinstitucional presentado en el año 2021.

**Mecanismos de autoevaluación de cátedra:**

Para llevar a cabo un buen desarrollo de la cátedra se realizarán las siguientes actividades de evaluación:

Confección de un cronograma anual de la materia, que nos permita avanzar de manera continua la temática abordada clase a clase. Comunicaciones periódicas con el equipo de cátedra para coordinar tareas, evaluar la marcha del cursado, y realizar los ajustes necesarios.

Realización de una encuesta a los estudiantes, para conocer las diferentes opiniones (de carácter anónimo) tales como, características del cursado, seguimiento de los temas planteados, implementación general de la asignatura, entre otros indicadores de interés, que nos permitan mejorar nuestras prácticas educativas. Esto estará orientado hacia un carácter más objetivo.

## Anexo 2: Guía de trabajos prácticos de laboratorio



Profesorado en Biología. Biología Celular y Molecular (2023)

---

### Trabajo Práctico N° 1

---

## MICROSCOPIA ÓPTICA. NIVEL CELULAR

---

Debido a que la mayoría de las células son demasiado pequeñas para ser observadas a simple vista, su estudio ha dependido primordialmente del uso del microscopio. Es más, el descubrimiento real de las células surgió del trabajo con este instrumento óptico: Robert Hooke fue el primero que acuñó el término de «célula» siguiendo sus observaciones de una pieza de corcho en 1665. Más adelante, la microscopía contribuyó a sentar las bases de la Teoría Celular de la biología celular contemporánea.

El microscopio óptico continúa siendo básico e indispensable, que con mejoras técnicas permite la visualización de los detalles aumentados de las estructuras celulares. (Cooper y Hausman, 2006).

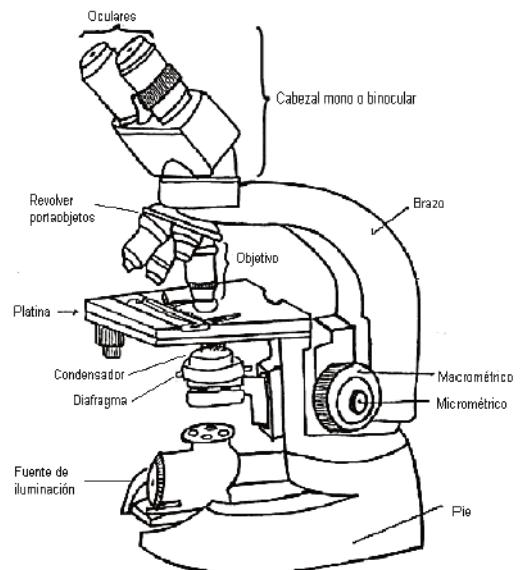
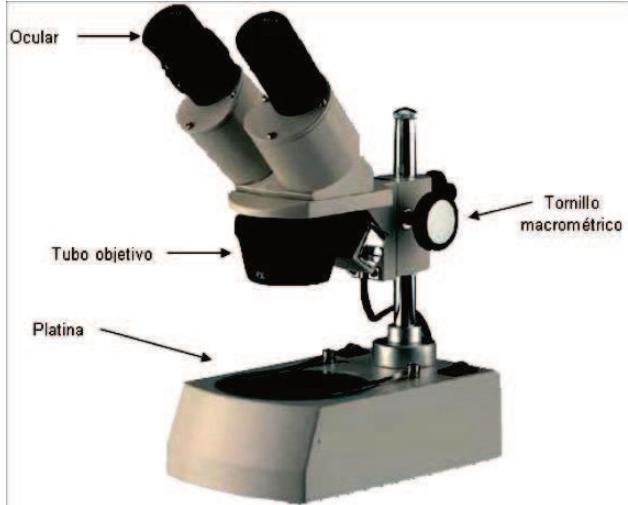
### Objetivos de aprendizaje

- Caracterizar los tipos básicos celulares, procariota y eucariota (vegetal, animal y fúngica) a partir de la realización de montajes sencillos y un buceo bibliográfico.
- Adquirir destrezas relacionadas con el manejo del instrumental óptico y de laboratorio.

### Actividades

1. Repaso de las partes del Microscopio Óptico Compuesto (MO) y Microscopio Binocular Estereoscópico (lupa) y funciones

a- En las siguientes figuras se presentan las partes de un microscopio óptico. Sus piezas constituyentes se agrupan en tres sistemas: el mecánico, el de iluminación y el óptico. Describelas brevemente especificando para qué sirven.



## 2. Observación de diferentes tipos celulares presentes en la mucosa bucal

### Materiales

- Microscopio óptico
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Hisopo estéril
- Mechero bunsen o de alcohol
- Encendedor de bolsillo
- Pinza de madera
- Colorante azul de metíleno
- Agua destilada

- a) Con un hisopo estéril frota la mucosa bucal y las encías para realizar un extendido de la muestra sobre un portaobjetos.
- b) Fija la muestra al calor flameado 3 veces aproximadamente (el calor no debe ser directo, sólo se pasa por la llama; el excesivo calor puede cambiar la morfología celular).
- c) Colorea el extendido utilizando azul de metíleno y deja actuar al colorante por 1 minuto.
- d) Lava con abundante agua destilada.

e) Deja secar, luego observa al microscopio a diferentes aumentos y gráfica.

En este extendido podrías distinguir los siguientes tipos celulares:

- Células eucariotas animales: células epiteliales, que presentan forma plana con abundante citoplasma y núcleo bien delimitado.
- Células procariotas: bacterias, que pueden encontrarse con diferentes formas (coco, bastones), aisladas o agrupadas (cadenas, racimos).

Por razones de seguridad es importante no compartir material y poner a lavar o desechar el material empleado para extraer la muestra.

### **3. Observación de tejido epidérmico de cebolla**

#### Materiales

- Microscopio óptico
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Caja de Petri
- Agujas de disección
- Pinzas
- Colorante safranina, azul de metileno
- Goteros
- Cebolla Allium cepa

a) Separa una de las catáfilas de la cebolla y desprender la membrana fina que está adherida por su cara inferior; deposita el fragmento de membrana en un portaobjetos con unas gotas de agua.

b) Escurre el agua, añade una gota de colorante sobre la membrana y deja actuar durante 5 minutos aproximadamente. No debe secarse la epidermis por falta de colorante o por evaporación del mismo.

c) Con el gotero baña la epidermis con agua abundante hasta que no suelte colorante.

d) Coloca sobre la preparación un cubreobjetos evitando que se formen burbujas y llevarla al microscopio.

e) Observa la preparación a distintos aumentos, empezando por el más bajo.

g) Esquematiza e identifica las estructuras intracelulares observadas, comparándolas con lo encontrado en la bibliografía.

- ¿Cómo se calcula el aumento total de la imagen que se está observando bajo el MO? Proporciona un ejemplo.

- ¿Qué ventajas tiene la utilización de colorantes? ¿Cómo actúa el azul de metileno sobre la muestra?

#### **4. Observación microscópica de células fúngicas**

##### Materiales

- Moho negro del pan *Rhyzopus sto-lonifer*
- Lupa binocular
- Microscopio óptico
- Aguja de disección
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Colorante azul de metileno
- Cinta adhesiva transparente

Si se deja un trozo de pan en un lugar húmedo, con el paso del tiempo es probable que crezca sobre él una “pelusa blanca” que luego se oscurece, correspondiente al hongo *Rhyzopus stolonifer* (o “moho negro del pan”). Esa pelusa es el micelio del hongo, y su oscurecimiento se debe a la formación de esporangios, estructuras que dan lugar a millones de esporas (una forma de reproducción de estos organismos)

##### Preparación en fresco de mohos

- a) Con la ayuda de una lupa, toma con una aguja de disección, una porción muy pequeña de la muestra y extender el material recogido en el portaobjetos.
- b) Coloca una gota de agua y una de colorante.
- c) Aplica el cubreobjetos y observa al microscopio a diferentes aumentos. Gráfica y referencia de lo observado.

##### Preparación en cinta adhesiva

- a) Colocar sobre un portaobjetos una gota de colorante.
- b) Cortar un trozo de cinta adhesiva transparente de aproximadamente 2 cm y toca, con el lado adhesivo de la cinta, la superficie del pan enmohecido.
- c) Pega la cinta adhesiva sobre la gota del portaobjetos; elimina el colorante sobrante con un papel de filtro.
- d) Observa al microscopio óptico a diferentes aumentos, esquematiza y referencia.

## **5. Comparación de diferentes tipos celulares**

Tomando como referencia la bibliografía, realiza un cuadro comparativo describiendo las principales diferencias entre las células procariotas y eucariotas, y de estas últimas, entre las células vegetales, animales y fúngicas.

### **Fuentes de consulta**

- ALBERTS, B., LEWIS J., RAFF, MROBERTS, K. y WALTER, P. (2004). Biología molecular de la célula. 4ta. Edición. Ediciones Omega S.A: Barcelona.
- AUDERSIRK, T., AUDERSIRK, G. y BYERS, B. E. (2008). Biología: Ciencia y Naturaleza. 2da. edición. Pearson Educación de México.
- AQUIAHUAT, M. y otros. (2012). Manual de prácticas de laboratorio. Microbiología general. Universidad Autónoma Metropolitana.
- CASTRO, R., HANSEL, M. y RICOTA, G. (1994). Actualizaciones en Biología. Buenos Aires: EUDEBA, 255 p.
- COOPER, G. M. y HAUSMAN, R. E. (2006). La célula. Madrid: Ed. Marbán.
- CURTIS, H., BARNES, N. S., SCHNEK, A y MASSARINI, A. (2008). Curtis Biología. 7ma. edición. Madrid: Médica Panamericana.



## **TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO**

### ***Trabajo práctico N° 2***

#### **Reconocimiento de componentes orgánicos.**

##### **Objetivos:**

Al finalizar la práctica el estudiante será capaz de:

1. Verificar experimentalmente la teoría sobre la identificación de los principales grupos funcionales en compuestos orgánicos.
2. Reconocer la presencia de compuestos orgánicos en distintas muestras de alimentos mediante la utilización de reactivos específicos.
3. Registrar lo observado mediante el uso de cámaras fotográficas.
4. Interpretar los resultados obtenidos.

---

#### **a) Identificación de glúcidos.**

##### **Materiales.**

Muestras de azúcares:

Glucosa: (frutos: nuez)

Maltosa (Cerveza)

Lactosa (Leche)

Sacarosa (azúcar de mesa)

Almidón (Papa, arroz).

Tubos de ensayo, gradilla, vaso para calentar, mechero.

Reactivos de Fehling A y Fehling B

Lugol

HCl diluido.

Los carbohidratos (hidratos de carbono o glúcidos), son compuestos de amplia distribución en la naturaleza, la mayoría son de origen vegetal formados durante el proceso de fotosíntesis. Son primordiales en la alimentación ya que al ser oxigenados en las células liberan energía para las funciones de los organismos. Son importantes en la industria como en el caso de la elaboración del papel a partir de la celulosa. Son

polihidroxialdehidos, polihidroxicetonas o compuestos que, por hidrólisis se convierten en aquellos. Un carbohidrato que no es hidrolizable a compuestos más simples se denomina **monosacárido**. Un carbohidrato que por hidrólisis da dos moléculas de monosacárido se llama **disacárido**, mientras que el que dan muchas moléculas de monosacáridos se conoce como **polisacárido**.

Se clasifican en:

- Monosacáridos: azúcares simples no hidrolizables como las triosas o pentosas.
- Disacáridos: sacarosa, maltosa, lactosa.
- Polisacáridos: almidón, glucosa, celulosa, quitina.

Los azúcares presentes en una muestra de azúcar comercial o de algún producto azucarado se determinan cuantitativamente por métodos físicos (ópticos) o por métodos químicos. Los ensayos que se llevan a cabo con los hidratos de carbono son de tres tipos

- Estudio de las propiedades ópticas y de las formas de los cristales aislados de las soluciones en que se encuentran, o estudio de los cristales de ciertos derivados.
- Estudio de la fermentación por acción de levaduras, hongos o bacterias.
- Estudio de los colores característicos y de los precipitados que se forman cuando se los trata con: iodo, fenoles o aminas aromáticas, soluciones alcalinas o débilmente ácidas de íones metálicos pesados (Cu, Bi, Hg, Fe) etc. Este trabajo práctico se basará en el Fe.

### Procedimiento 1.

#### I. Reacción de Fehling: Determinación de Azúcares Reductores.

- Tomar la muestra que se quiera analizar (normalmente una cantidad de 3 ml)
- Añadir 1 ml de Fehling A y 1 ml de Fehling B. El líquido del tubo de ensayo adquirirá un fuerte color azul.
- Calentar el tubo al baño María o directamente en un mechero de laboratorio.
- La reacción será positiva si la muestra se vuelve de color rojo ladrillo.
- La reacción será negativa si la muestra queda azul o cambia a un tono azul verdoso.

**Reacción de Fehling**

El reactivo de Fehling, es una solución descubierta por el químico alemán Hermann von Fehling y que se utiliza como reactivo para la determinación de azúcares reduktores.

Si un azúcar reduce el licor de Fehling a óxido de cobre rojo, se dice que es un azúcar reductor.

Reacción de Fehling positiva

Reacción de Fehling negativa

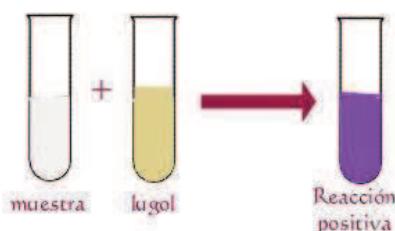
Investiga y luego responde:

Explicar en que se basa el cambio de coloración.

**II. Reacción de Lugol:**

Se utiliza para identificar polisacáridos. El almidón en contacto con unas gotas de Reactivo de Lugol (disolución de yodo y yoduro potásico) toma un color azul violeta característico.

- A) Poner en un tubo de ensayo 3 ml del glúcido a investigar.
- b) Añadir unas gotas de lugol.
- c) Si la disolución del tubo de ensayo se torna de color azul violeta, la reacción es positiva.



Investiga y luego responde:

Explicar en que se basa el cambio de coloración.

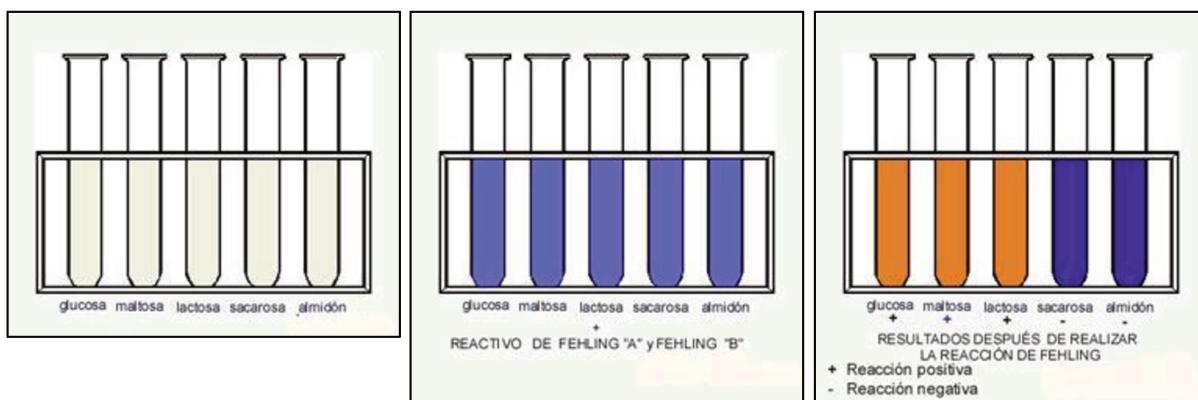
**Procedimiento 2.**

**III. Investigación de azúcares reductores.**

Colocar muestras de glúcidos (glucosa, maltosa, lactosa, sacarosa, almidón) en los tubos de ensayo. Pueden prepararse soluciones al 1 %.

- Realizar la Prueba de Fehling.
- Después de calentar observar los resultados.
- Estos resultados nos indican que los azúcares: glucosa, maltosa y lactosa tienen carácter reductor.
- La reacción es negativa si queda azul o cambia a un azul verdoso.

#### IV. Investigación de polisacáridos: Almidón.



El polisacárido almidón se colorea de azul violeta en presencia de yodo, debido no a una reacción química, sino a la fijación del yodo en la superficie de la molécula del almidón, fijación que solo tiene lugar en frío.

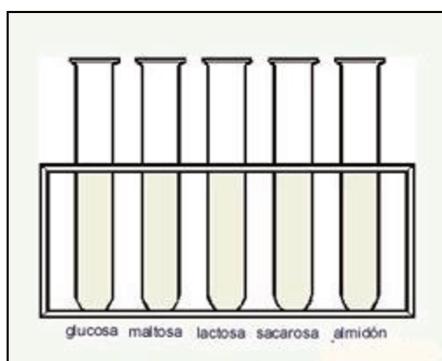


Figura A

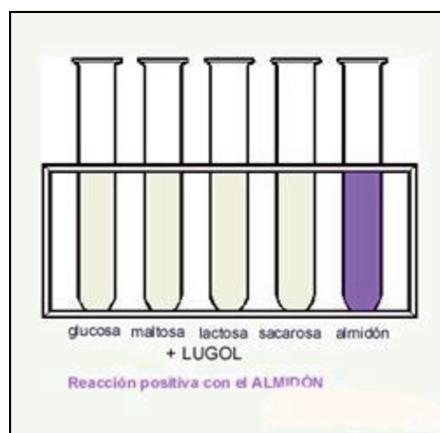


Figura B

#### Técnica.

Colocar en una gradilla muestras de distintos glúcidos. Figura A

Añadir 5 gotas de Lugol en cada uno de los tubos de ensayo.

Observar los resultados. Figura B.

Con este método puede identificarse el almidón.

#### **Investiga y luego responde:**

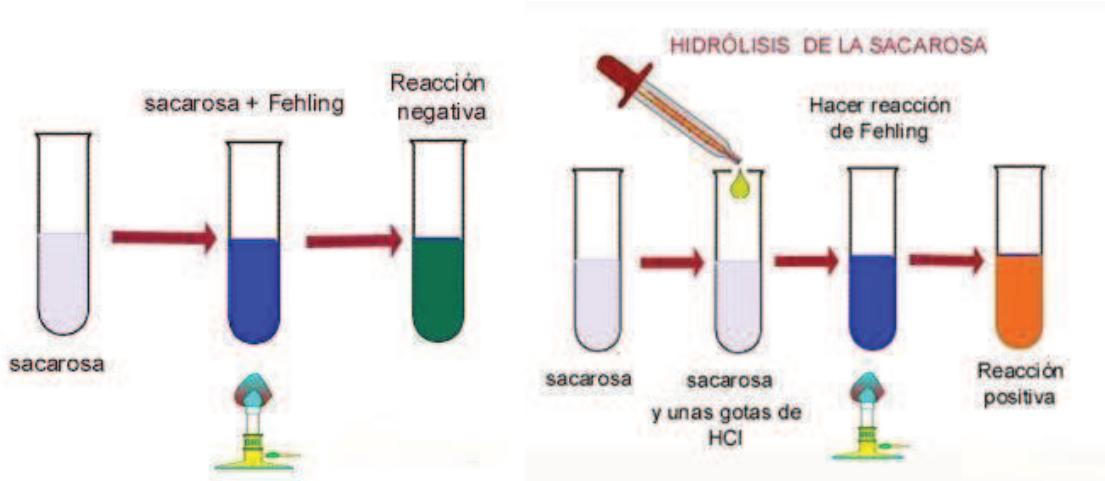
Explicar que son los azúcares reductores. Enunciar cinco de ellos.

#### **Procedimiento 3.**

#### V. Hidrólisis de disacáridos

Algunos disacáridos como por ejemplo la sacarosa, carecen de poder reductor, pero procediendo a su hidrólisis se puede comprobar como los monosacáridos resultantes

recuperan su capacidad. El ácido clorhídrico nos permitirá hidrolizar la sacarosa en los dos monosacáridos que la componen, la glucosa y la fructosa que sí tienen poder reductor.



### Técnica.

- Disolver sacarosa en agua.
- Poner en un tubo de ensayo 3 ml de la solución de sacarosa y en otro, que servirá como control, 3 ml de agua. Rotular cada uno de ellos.
- Añadir a ambos tubos unas gotas de ácido clorhídrico al 5 %, calentar ligeramente y esperar unos minutos.
- Añadir a cada tubo 1 ml de la solución de Fehling A.
- Añadir a cada tubo 1 ml de la solución de Fehling B.
- Agitar suavemente y calentar en el mechero.

### Investiga y luego responde.

¿Cuáles fueron los resultados obtenidos? Explica por qué para cada solución.

### Identificación de lípidos.

Los lípidos cumplen una importante función biológica como componentes estructurales de la membrana, almacenamiento de combustible, cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos,

Generalmente se encuentran distribuidos en la naturaleza como ésteres de ácidos grasos de cadena larga. Su hidrólisis alcalina (conocida como saponificación) origina un alcohol y la sal de sodio o potasio de los ácidos grasos constituyentes.

A los lípidos se los puede dividir en tres grandes grupos:

- a. Lípidos simples: comprenden los lípidos más abundantes. Ejemplo: grasas, triacilglicéridos y ceras.
- b. Lípidos compuestos: comprenden los fosfolípidos.
- c. Lípidos derivados: comprenden productos del hidrólisis de las dos primeras clases y otros compuestos como aldehídos grasos, cetonas, alcoholes, vitaminas liposolubles.

Al igual que la glucosa, los ácidos grasos son una fuente de energía importante para muchas células y son almacenados en forma de triacilgliceroles dentro del tejido adiposo. Los ácidos grasos también son precursores de los fosfolípidos y muchos otros lípidos con diversas funciones.

Los ácidos grasos están constituidos por una cadena hidrocarbonada unida a un grupo carboxilo (-COOH). Difieren en longitud, aunque los ácidos grasos predominantes en las células tienen un número par de átomos de carbono, generalmente 14, 16, 18 o 20. Los ácidos grasos a menudo son designados por la abreviatura Cx:y, donde "x" es el número de carbonos en la cadena "e`y" es el número de enlaces dobles. Los ácidos grasos que contienen 12 o más átomos de carbono son casi insolubles en soluciones acuosas debido a sus largas cadenas hidrofóbicas de hidrocarburos.

Los ácidos grasos sin dobles enlaces carbono-carbono se denominan **saturados**; aquellos con al menos un doble enlace son **insaturados**. Los ácidos grasos insaturados con más de un doble enlace carbono-carbono se denominan poliinsaturados.

## Materiales

- 2 tubos de ensayo.
- aceite.
- Sudán III.

## Procedimiento de reconocimiento y propiedades de lípidos.

Los lípidos son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos como la acetona y el formol. Además, se tiñen de rojo con el colorante Sudán III.

El procedimiento que se realizará en el laboratorio es el siguiente:

1. Preparar dos tubos de ensayo y añadir 2 ml de aceite a cada uno.

2. Agregar a uno de ellos 2 ml de agua y al otro 2 ml de algún disolvente orgánico (éter). Agitar los tubos y dejar reposar. Anotar resultados.
  3. A continuación, añade unas gotas de Sudán II al tubo de aceite y al tubo de agua y anota el resultado.
  4. Regístralos mediante fotografías.
- 

### **Investiga y luego responde.**

¿Cuáles fueron los resultados obtenidos? Explica por qué para cada tubo.

---

### **3. Identificación de Proteínas.**

Las proteínas son polímeros lineales que contienen de diez a varios miles de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos.

Los componentes químicos monoméricos de las proteínas son 20 **aminoácidos**, los cuales tienen una estructura característica consistente en un **átomo de carbono α (C α)** central unido a cuatro grupos químicos diferentes: un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ), un grupo carboxilo ( $\text{COOH}$ ), un átomo de hidrógeno (H) y un grupo variable denominado **cadena lateral** o grupo **R**.

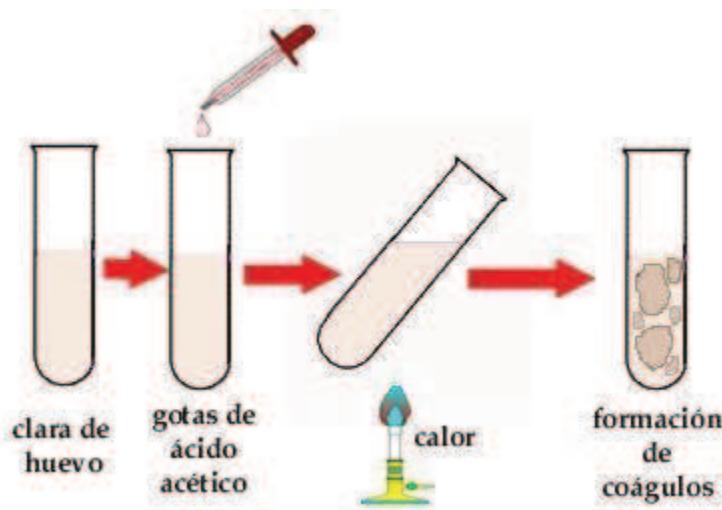
Las proteínas debido al tamaño de sus moléculas, forman en el agua soluciones coloidales. Estas pueden participar con formación de coágulos al ser calentadas a temperaturas superiores a los 70º C o al ser tratadas con soluciones salinas, ácidas o alcoholes. La coagulación de las proteínas es un proceso irreversible y se debe a su desnaturización, produciéndose la destrucción de su estructura terciaria o cuaternaria.

### **Materiales.**

- Huevo.
- Tubos de ensayo.
- Ácido acético.

### **Procedimiento**

1. Colocar 3 ml de disolución de albúmina en un tubo de ensayo.
2. Añadir 5 gotas de ácido acético y calentar el tubo en el mechero.
3. Anotar los resultados y registrarlos mediante fotografías.



### **Investiga y luego responde.**

¿Cuáles fueron los resultados obtenidos? Explica los cambios ocurridos en el tubo de ensayo.

### Bibliografía.

- Díaz Canales, R. (1967). *Prácticas de laboratorio de Biología*. México. Compañía Editorial Continental.
- González, M. P. (2003). *Prácticas de laboratorio y de aula*. Madrid: Narcea.
- [www.Juntadeandalucía.es/averroes](http://www.Juntadeandalucía.es/averroes)
- Cooper, G. M. y Hausman R. E. 2005. *La Célula*. Editorial Marbán. 5º ed. Madrid.
- Curtis, H. y Barnes, N.S. 2001. *Biología*. Editorial Médica Panamericana. 6º edición en español.
- De Robertis, E. M. F; Hib J., Poncio R. 2000. *Biología celular y Molecular*. Editorial El Ateneo. 13 ºed.
- Lodish H.; Berk A.; Matsudaira P.; Kaiser C.A.; Krieger M.; Scott M.; Zipursky S. y Darnell J. 2006. *Biología Celular y Molecular*. 5º edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.

## BIOLOGÍA CELULAR Y MOLECULAR

### Trabajo práctico N°3

#### Bioenergética. Fermentación.

##### Objetivos

- Verificar experimentalmente el proceso de fermentación
- Diferenciar respiración anaeróbica de la aeróbica
- Registrar lo observado mediante el uso de cámaras fotográficas
- Interpretar los resultados obtenidos a través del armado de informes

##### Material

- 6 tubos de ensayo
- Azúcar
- Agua
- Levaduras
- 6 globos de goma blanda
- Erlenmeyer
- Agua
- Mechero
- Trípode

En una fermentación, la sustancia fermentada actúa tanto de donador de electrones como aceptor de electrones. No todas las sustancias pueden fermentar, por ejemplo los ácidos grasos están demasiado reducidos para ser fermentables. Sin embargo, muchos compuestos pueden llevar a cabo este proceso y un excelente ejemplo son los azúcares, especialmente las hexosas como la glucosa.

Una ruta bioquímica muy usada para la fermentación de la glucosa, es el glucólisis (figura 1), también denominada vía de Embden-Meyerhof, en atención a sus descubridores.

La glucólisis es un proceso tipo anaeróbico que se puede dividir en tres etapas principales, cada una de las cuales comprende una serie de reacciones enzimáticas.

- La etapa I incluye una serie de reacciones preparatorias que no implican ni oxidación ni reducción y que no liberan energía, pero que a partir de glucosa conducen a la producción de dos moléculas de un intermediario clave, el *gliceraldehído -3-fosfato*.

- En la etapa II ocurre un proceso redox, la energía se conserva en forma de ATP y se forman dos moléculas de piruvato.
- En la etapa III tiene lugar una segunda reacción redox y se originan los procesos de fermentación.

Si no hay O<sub>2</sub>, en el medio, el ácido pirúvico puede convertirse en etanol (alcohol etílico) en uno o varios ácidos orgánicos diferentes, de los cuales el ácido láctico es el más común. Esta vía, en la cual el aceptor final de electrones es un compuesto diferente del oxígeno, se denomina anaeróbica. El producto de la reacción depende del tipo de célula. Por ejemplo, las levaduras, presentes como “florescencias” en el hollejo de las uvas, pueden crecer con O<sub>2</sub> o sin él, es decir, son organismos anaerobios facultativos. Cuando los jugos azucarados de las uvas y de otras frutas se extraen y se almacenan en condiciones anaeróbicas, las levaduras transforman la glucosa en etanol y convierten el jugo de fruta en vino.

La formación de alcohol a partir de azúcar se llama fermentación alcohólica (figura 2). Dada la importancia económica de la industria vitivinícola, la fermentación fue el primer proceso enzimático intensamente estudiado.

En el proceso de fermentación láctica (figura 3) se forma ácido láctico a partir del ácido pirúvico. Esta reacción se produce en varios tipos de microorganismos y en algunas células animales cuando el O<sub>2</sub> es escaso o está ausente. Por ejemplo, ocurre en las células musculares de los vertebrados durante ejercicios intensos, como en una carrera. Cuando corremos rápido, aumentamos la frecuencia respiratoria, y de ese modo se incrementa el suministro de O<sub>2</sub>. Pero incluso este incremento puede no ser suficiente para satisfacer los requerimientos inmediatos de las células musculares.

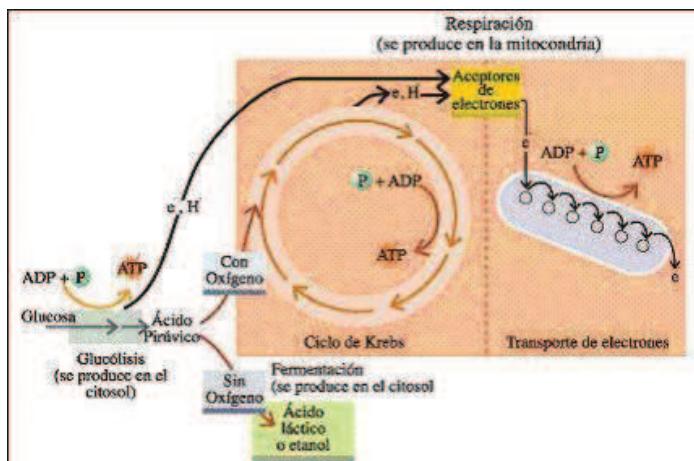


Figura 1.

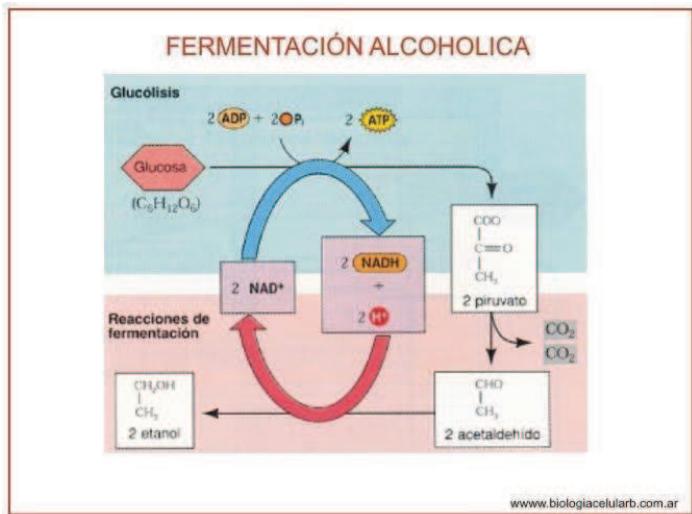


Figura 2.

## Fermentación láctica

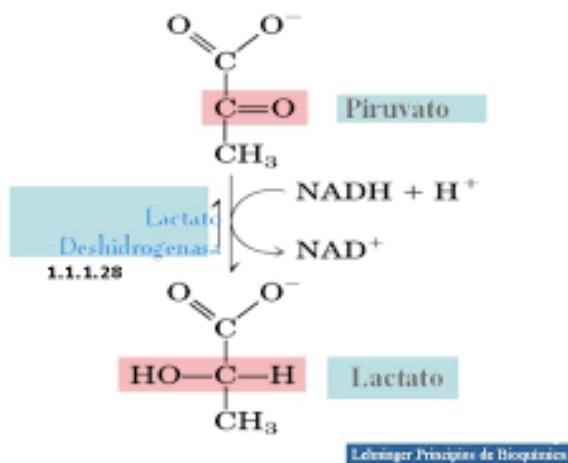


Figura 3.

## Procedimiento

1. Tomar 6 tubos de ensayo (los que deben estar alineados en una gradilla) y rotula del 1 al 6 respectivamente (figura 4).
2. Previamente a la experiencia estira los globos (infla/desinfla).
3. En el tubo 1 coloca agua y un globo desinflado en la boquilla del tubo (figura 5).
4. En el tubo 2 coloca azúcar de mesa y sitúa un globo como se explica en el paso anterior.
5. En el tubo 3 coloca levadura fresca y repite lo mismo con la ubicación del globo.
6. En el tubo 4 coloca agua y azúcar repitiendo el procedimiento del globo.

7. En el tubo 5 coloca agua y levadura y repite la ubicación del globo en la boquilla del tubo.
8. En el tubo 6 coloca agua, azúcar y levadura y repite el procedimiento con el globo.
9. Observar la textura de cada tubo, luego coloca cada uno en un Erlenmeyer con agua (previamente calentada).



**Figura 4**



**Figura 5**

### Actividad

1. ¿Qué proceso estuviste estudiando con este experimento? Explica en qué consiste.
2. ¿Cómo explicarías las diferencias obtenidas en los diferentes tubos de ensayo?
3. ¿Por qué es ventajoso para un organismo realizar fermentación?

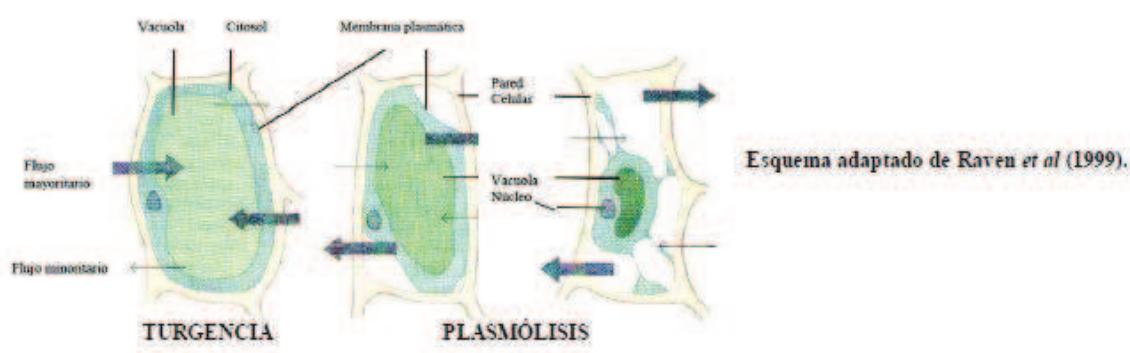
### Bibliografía

- Madigan M, Martinko J., Dunlap P, Clark D. Brock. *Biología de los microorganismos*. 2009. Pearson Educación S.A. Madrid. España.
- Curtis. Barnes. Schnek. Massarini. *Biología*. 2013. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.

**Trabajo Práctico N° 4****EL TRANSPORTE DE AGUA A TRAVÉS DE LAS MEMBRANAS PLASMÁTICAS  
DE LAS PLANTAS**

Las membranas plasmáticas presentan permeabilidad selectiva, es decir, permiten el paso del agua y de algunos iones y moléculas pequeñas, pero impiden selectivamente el paso a otras muchas moléculas e iones.

Desde el punto de vista biológico, el criterio de clasificación de las soluciones se basa en la presión osmótica que tienen con respecto al protoplasma celular. Si las soluciones tienen diferente concentración de soluto, la de mayor concentración es hipertónica y la de menor, hipotónica. Si las dos soluciones tienen la misma concentración de soluto, ambas son isotónicas. Al poner células en el seno de soluciones de diferente concentración, podemos observar modificaciones en el protoplasma de las mismas.

**Objetivos de aprendizaje**

- Observar el proceso de ósmosis en la célula vegetal analizando el efecto del medio sobre la tonicidad celular a partir de la realización de un experimento.

## **Actividades**

### **1. Fenómenos osmóticos en células vegetales**

#### Materiales

- Microscopio óptico
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Cebolla morada o colorada *Allium cepa*
- Agujas de disección
- Bisturíes
- Goteros o pipetas
- Agua destilada
- Solución de azúcar o sal al 30 %
- Cajas de Petri
- Papel absorbente
- Frasco de vidrio
- Cuchara

#### **A- Turgencia**

- a) Con la punta de un bisturí, realiza una incisión no muy profunda en la cara interna de la cebolla morada. Con la punta de las pinzas rasga y conseguí un pequeño fragmento de la epidermis.
- b) Colocá el material obtenido en un portaobjeto, previamente situar en el portaobjeto una gota de agua destilada, colocar el cubreobjeto.
- c) Observa directamente la preparación sobre el microscopio a distintos aumentos, empezando por el más bajo.
- d) Esquematiza tomando como referencia las estructuras identificadas, basándote en la bibliografía.

#### **B- Plasmólisis**

- a) Prepara un segundo fragmento de epidermis de cebolla y colócalo en un portaobjeto en el que previamente hayas colocado unas gotas de solución de azúcar o sal común concentrada con la ayuda de un gotero.
- b) Coloca un cubreobjetos y observa al microscopio empezando por el más bajo.

La preparación microscópica suele tener un aspecto, en general, bastante parecido a la que hemos visto anteriormente. Continúa mirando la preparación por el microscopio por espacio de un par de minutos.

c) Esquematiza las estructuras identificadas.

**Responde para profundizar tu análisis:**

- ¿Cómo se distribuye el pigmento en todo el preparado de la observación A? Caracteriza las antocianinas indicando su ubicación intracelular y funciones.
- ¿Qué cambios experimentaron las células epidérmicas de cebolla en relación con la repartición del pigmento, en la observación B? Explica este fenómeno relacionando los siguientes términos: gradiente de concentración, ósmosis, plasmólisis, membrana plasmática, medio intracelular/ extracelular, vacuola, pared celular, pigmentos, células vegetales.

**Fuentes de consulta**

- ALBERTS, B., LEWIS J., RAFF, M., ROBERTS, K. y WALTER, P. (2004). Biología molecular de la célula. 4ta. Edición. Ediciones Omega S.A: Barcelona.
- AUDERSIRK, T., AUDERSIRK, G. y BYERS, B. E. (2008). Biología: Ciencia y Naturaleza. 2da. edición. Pearson Educación de México.
- AQUIAHUAT, M. y otros. (2012). Manual de prácticas de laboratorio. Microbiología general. Universidad Autónoma Metropolitana.
- CASTRO, R., HANSEL, M. y RICOTA, G. (1994). Actualizaciones en Biología. Buenos Aires: EUDEBA, 255 p.
- COOPER, G. M. y HAUSMAN, R. E. (2006). La célula. Madrid: Ed. Marbán.
- CURTIS, H., BARNES, N. S., SCHNEK, A y MASSARINI, A. (2008). Curtis Biología. 7ma. edición. Madrid: Médica Panamericana.
- RAVEN, P. H.; EVERET, R. F. y EICHHORN, S. E. (1999). Biología de plantas. Freeman and Company Worth Publishers.

---

**TRABAJO PRACTICO DE LABORATORIO Nº 5.**

**EXTRACCIÓN DE MOLÉCULAS DE ADN.**

**OBJETIVOS.**

- Realizar la extracción de ADN a partir de un producto alimenticio vegetal de consumo diario y reflexionar sobre su composición con técnicas sencillas.
- Observar la estructura fibrilar del ADN.
- Establecer la relación entre el proceso de extracción y las propiedades físico-químicas del ADN.
- Desarrollar el pensamiento científico en el alumno, adquiriendo habilidades para combinar los conceptos aprendidos y aplicarlos en las actividades de laboratorio.
- Brindar herramientas de implementación de trabajos prácticos cuya transposición didáctica pueda ser realizada a diferentes niveles de enseñanza.
- Priorizar la modalidad de trabajo grupal con el fin de brindar al alumno, la posibilidad de enriquecerse estimulando su capacidad de transmitir y compartir sus conocimientos.

**MATERIAL**

- *Allium cepa* nv, cebolla.
- *Musa paradisiaca* nv. Banana.
- Detergente líquido o champú.
- Sal de mesa.
- Agua destilada 240 ml.
- Alcohol 96 % (frío).
- Jugo de piña.
- Vasos de precipitado de 500 ml.
- Tubos de ensayo con tapa.
- Hoja de bisturí y mango o cuchillo.

- Filtros de café.
- Varillas de vidrio.
- Mortero.
- Azul de metileno.

## INTRODUCCIÓN.

El ácido desoxirribonucleico o ADN es la molécula que contiene el código genético de todas las células, sin importar que el organismo sea multicelular o unicelular, eucariota o procariota. En las células eucariotas se encuentra asociado a proteínas histónicas formando la cromatina, que se halla en el interior del núcleo de la célula. La obtención del ADN celular es una etapa clave en muchos procedimientos de biología molecular e ingeniería genética, utilizado para el desarrollo, producción y aplicación de un gran número de productos biotecnológicos que han significado un avance para la sociedad, generando mejoras en la calidad de vida y la economía.

En los laboratorios de biología molecular, se utilizan diferentes técnicas para la extracción del ADN, una de ellas es la extracción de ADN mediante electroforesis en geles, para lo cual se utiliza electroforesis en geles de agarosa o poliacrilamida. Este proceso consiste en la separación de moléculas de ácidos nucleicos según la movilidad de éstas en un campo eléctrico a través de una matriz, en la cual quedan separadas según tamaños moleculares y cargas eléctricas, esta técnica también es empleada para separar proteínas.

Para la extracción de ADN que realizaremos, se emplea una metodología muy sencilla, en la cual se llevarán a cabo los mismos pasos que en un laboratorio biotecnológico, pero empleando los materiales que tenemos en nuestro laboratorio. El método varía dependiendo de las características de los tejidos a partir de los cuales se necesita extraer el ADN. Sin embargo, cualquier protocolo tiene las siguientes etapas básicas.

1. Las células deben ser lisadas para liberar el núcleo.
2. Se debe romper la cubierta nuclear para liberar el ADN, en este punto el ADN debe ser protegido de enzimas que podrían degradarlo (nucleasas).
3. Una vez que el ADN es liberado, se precipita con alcohol (etanol) para purificarlo y concentrarlo.
4. Dependiendo de las aplicaciones posteriores, puede ser necesario someter el ADN a etapas de purificación adicionales.

## **PROCEDIMIENTO.**

1. Extraer la parte central de la cebolla y cortarla en cuadrados/ cortar en trozos la banana.
2. Colocar por separado lo obtenido en el punto anterior dentro del recipiente de la batidora o mortero. Agregar agua destilada hasta la mitad del mismo, 50 ml aproximadamente. Licuar/morterizar por 15-20 segundos, hasta resultar una solución lo más homogénea posible.
3. Seguidamente en un vaso de precipitado preparar una solución consistente de 1 cucharada de detergente y  $\frac{1}{2}$  cucharada de sal, agregar 20 ml de agua destilada y batir sin formar espuma durante 30 segundos.
4. A la solución preparada en el paso 3, agregar 3 cucharadas de la mezcla de cebolla o de banana obtenida en el paso 2.
5. Mezclar la solución por 2-5 minutos.
6. Colocar un filtro de café dentro de otro vaso de precipitado. Doblar el borde del filtro alrededor del mismo para que no toque fondo.
7. Filtrar la mezcla vertiéndose dentro del filtro y dejar que la solución drene por algunos minutos hasta que sean 20 ml aproximadamente de filtrado.
8. Tomar 5 ml de la solución obtenida en el punto 7 y colocarlos en un tubo de ensayo grande.
9. Añade unos ml de jugo de piña y mezcla bien durante 2 minutos aproximadamente (con movimientos lentos y oscilantes).
10. A continuación, y con una pipeta añade de manera cuidadosa y sobre las paredes del tubo de ensayo 10 ml de alcohol frío.
11. Dejar la solución reposar por 2 a 3 minutos sin mover.
12. Levantar con una varilla de vidrio el resultado obtenido de esta experiencia.
13. Posteriormente para comprobar la eficiencia del método que hemos utilizado para la extracción de las moléculas de ADN de las células vegetales, añadir unas gotas de azul de metileno en la interfase de la solución, para teñir las fibras que no hemos conseguido extraer con la varilla de vidrio y que aún quedan en la muestra.



## **ACTIVIDAD.**

1. ¿Qué papel juega el detergente en la primera parte de la extracción?
2. ¿Para qué sirve la pizca de sal que ponemos en la mezcla?
3. ¿Para qué se utiliza el alcohol?
4. ¿Para qué se añaden enzimas o jugo de piña?

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- Alberts, B; Johnson, A; Levis, J.; Raff, M.; Roberts y K.; Walter, P. 2004. Biología Molecular de la Célula. 4ta edic. Ediciones Omega. S.A.
- Carlson, S. 1998. Deshilando el tejido de la vida. Investigación y Ciencia. 266, 84-85. Barcelona, España. Disponible en: <http://www.investigacionyciencia.es>. Consultado en mayo de 2010.
- Curtis, H. y Sue Barnes, N. 2000. Biología. 6ta. Edición. Editorial Médica Panamericana S.A.
- Golombek, D. y Schwarzbaum, P. 2004. “El Cocinero Científico. Cuando la ciencia se mete en la cocina. Apuntes de alquimia culinaria”. Editorial Siglo XXI, Buenos Aires.
- Lodish, H.; Berk, A.; Zipursky, S.L.; Matsudaira, P.; Baltimore, D. y Darnell, J. 2002. Biología celular y molecular. 4<sup>ta</sup> ed. Editorial Médica Panamericana.
- Watson, J.D.; Tooze, J. y Kurtz, D.T. AND Recombinante. Introducción a la ingeniería genética. Editorial Labor. Barcelona.

### Anexo 3: Tabla 7- Guía de observación (notas en crudo)

<b>Guía de observaciones</b> <b>Estudio sobre las concepciones epistemológicas presentes en los trabajos prácticos de laboratorio en el Profesorado en Biología- UADER</b>				
<b>Cátedra:</b> Biología Celular y Molecular <b>Trabajo práctico nº 5</b> <b>Cantidad de alumnos:</b> 11 estudiantes		<b>Propuesta de enseñanza:</b> Instancia de laboratorio <b>Fecha:</b> 27/08/24 – 3/09/24 <b>Duración total de la observación:</b> 4 horas reloj		
<b>Criterios de observación</b>		<b>Posibles variables a observar</b>		
<b>Contextualización de la instancia práctica de laboratorio</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actividades prácticas elaboradas en laboratorio</li> <li>-Instalaciones y equipamiento</li> </ul>	X	<p>Las dos clases se desarrollaron en el laboratorio</p> <p>Se brindó los recursos necesarios para la actividad</p>
<b>Estrategia general de trabajo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actividades desarrolladas al finalizar un tema, como complemento de la teoría</li> <li>- Actividad prácticas siguiendo unidades conceptuales, procedimentales y actitudinales contextualizadas</li> <li>-Actividades prácticas individual</li> <li>- Actividades prácticas en grupo</li> </ul>	X	<p>Se consultó al docente y mencionó que se realiza la actividad al finalizar la unidad didáctica</p>
<b>Carácter metodológico y dinámica de clase</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se parte de situaciones problemáticas de interés de los estudiantes</li> <li>- Se tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos</li> <li>- Se utilizan guías de laboratorio de forma estructurada</li> <li>- Se desarrollan dinámicas de trabajo flexibles</li> <li>- Se promueve la autonomía en los estudiantes</li> <li>- Se realiza un seguimiento de los alumnos durante la actividad de laboratorio</li> <li>- Se emplean los procedimientos explícitos en la guía</li> </ul>	X	<p>De los alumnos surgió diferentes incógnitas; ej: "¿por qué cada grupo obtuvo diferentes crecimientos radiculares, si teníamos supuestamente las mismas condiciones? ¿qué otros factores ambientales pueden influir y no fueron tenidas en cuenta en esta experiencia?"</p>
			X	<p>Las ideas previas se recuperaron con diversas estrategias como mapas conceptuales y preguntas "¿Cuál es el papel de las histonas en el ciclo celular? ¿Qué cambios ocurría en la G1?".</p>
			X	<p>En la práctica, además de haber procedimientos explícitos, también surgieron actividades que no estaban en el tp. Ej: mapa conceptual, la segunda experiencia de la cebolla con nuevas condiciones ambientales y preguntas "¿qué vinculación hay entre la división celular y la mitosis?"</p>

Carácter metodológico y dinámica de clase	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se parte de situaciones problemáticas de interés de los estudiantes</li> <li>- Se tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos</li> <li>- Se utilizan guías de laboratorio de forma estructurada</li> <li>- Se desarrollan dinámicas de trabajo flexibles</li> <li>- Se promueve la autonomía en los estudiantes</li> <li>- Se realiza un seguimiento de los alumnos durante la actividad de laboratorio</li> <li>- Se emplean los procedimientos explícitos en la guía</li> <li>- El docente realiza preguntas reflexivas, fomentando un pensamiento crítico en los estudiantes</li> <li>- Se permite que los alumnos formulen hipótesis</li> <li>- Se permite cuestionamientos sobre la actividad de laboratorio</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<p>De los alumnos surgió diferentes incógnitas; ej: "¿por qué cada grupo obtuvo diferentes crecimientos radiculares, si teníamos supuestamente las mismas condiciones? ¿qué otros factores ambientales pueden influir y no fueron tenidas en cuenta en esta experiencia?"</p> <p>Las ideas previas se recuperaron con diversas estrategias como mapas conceptuales y preguntas "¿Cuál es el papel de las histonas en el ciclo celular? ¿Qué cambios ocurría en la G1?".</p> <p>En la práctica, además de haber procedimientos explícitos, también surgieron actividades que no estaban en el tp. Ej: mapa conceptual, la segunda experiencia de la cebolla con nuevas condiciones ambientales y preguntas "¿qué vinculación hay entre la división celular y la mitosis?"</p> <p>"¿Por qué se le agrega ácido clorhídrico a la muestra? ¿con qué finalidad? ¿por qué hacemos esta muestra? ¿qué dificultades se te presentaron durante la experiencia? ¿cómo lo superaste?"</p> <p>Por ejemplo, los alumnos mencionaron a la temperatura, salinidad del agua, disponibilidad de luz, el ph del agua que podrían influir en el ciclo celular.</p> <p>Comentarios del docente como: "¿por qué no se logró ver en el microscopio los resultados esperados? ¿Eso significa que la ciencia falló?</p>
Vínculo entre objetivos, contenidos y estrategia de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrolla coherencia entre objetivos, contenidos y actividades</li> <li>- Se propicia la repetición de leyes</li> <li>- Promueve al conocimiento en contrastante evolución</li> <li>- Propicia la vinculación entre teoría y práctica a través de las preguntas y actividades realizadas.</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<p>Se transmite una imagen de ciencia como producto y proceso. Por ejemplo, el docente menciona: "el avance de la biotecnología y su relación con las enzimas"</p>
Otros....			

Nota: Tabla de producción propia realizada con variables observados en las clases de laboratorio.

#### Anexo 4: Formulario de la entrevista- Notas en crudo

##### **Entrevistas a los docentes de la cátedra**

Las preguntas que integran esta entrevista fueron de producción propia teniendo en cuenta los fundamentos teóricos empleados en el marco teórico con la finalidad de identificar las concepciones epistemológicas que sustentan las prácticas de laboratorio.

##### **Entrevistado: 1 (uno)**

**Título académico: Doc. en Ciencias Biomédicas y Lic. en Biotecnología**

**Sexo: masculino**

**Antigüedad en la docencia: 17 años aproximadamente**

**Antigüedad en la cátedra: 9 años aproximadamente**

**Función que desempeña en la cátedra: Profesor titular**

##### **Preguntas:**

- Organización de cátedra: vinculación teoría y práctica

**1) En la planificación de clase, se organiza el dictado de la cátedra en teoría y práctica. ¿Por qué cree usted que se presenta de esta manera a la asignatura?**

##### **Respuesta del entrevistado: (E)**

Desde la cátedra, se cree que la parte práctica viene a reforzar el concepto teórico, es por esto, que se le da la importancia que requiere. En su momento, además de las actividades de laboratorio, existían instancias de coloquios que reforzaban los conceptos teóricos sin que se desarrolle una clase de teoría propiamente dicha. Luego, se realizaba la parte práctica de laboratorio, donde se trabajaba algunas actividades experimentales de temáticas troncales de la materia.

**2) ¿Existe vinculación entre ambas dinámicas de trabajo? ¿De qué forma lo realizan?**

##### **Respuesta del entrevistado: (E)**

Hacemos ese vínculo a partir de ciertos conceptos teóricos que son utilizados en la práctica. Por ejemplo, se puede ver que, en las guías de los trabajos de laboratorio, en su mayoría presenta una introducción al desarrollo del contenido experimental que

tiene que ver con el desarrollo teórico. Además, dentro de los objetivos del trabajo experimental, se establece la idea de reforzar cuestiones teóricas.

Muchas veces, la experimentación te permite mostrar de forma experimental lo que se aborda en la teoría.

- Concepción de ciencia presente en la actividad de laboratorio

**3) En la cátedra ¿Qué componentes se tienen en cuenta para elaborar las guías de laboratorio?**

**Respuesta del entrevistado:**

Eso es dinámico, porque tiene que ver con la disponibilidad de cosas que hay. Al momento de hacer la planificación y cronograma de actividades, hacemos un relevamiento de la infraestructura, herramientas, materiales y disponibilidad económica que tenemos, que actualmente es muy precaria y en base a esos aspectos, planificamos las actividades. Antes había más actividades de laboratorio en comparación con las prácticas actuales, pero si es cierto que hoy existe material audiovisual que en su momento no lo había, entonces podes ir jugando con lo que tenes y podés llegar a tener para hacer la planificación”.

También para elaborar las guías, tenemos en cuenta la planificación, programada de clase y plan o diseño curricular del profesorado, ya que, en este último documento se establecen los contenidos mínimos de la cátedra. En función de esos contenidos, hay algunas temáticas que se pueden llevar a la práctica experimental y otros no, por cuestiones de tiempo y recursos. Aquellos que no se pueden trabajar con una experiencia, se abordar con otras estrategias, como simuladores y coloquios, entre otros.”

“Además, al ser una materia muy abstracta para los chicos, sino tuvieran la práctica, sería complicado que puedan aprender. Dar una clase puramente teórica, se aburrirían y no llamaría su atención.

**4) ¿Cómo se organizan las instancias prácticas de laboratorio? (Momento en el que se plantea, distribución en bloques o unidades)**

**Respuesta del entrevistado:**

Por lo general, las actividades de laboratorio se dan al finalizar una unidad didáctica. Incluso hay unidades donde se pueden desarrollar más de una actividad de

laboratorio y hay otras, donde no podemos realizar ningún práctico. La idea es integrar en esas instancias todos los contenidos trabajados en la unidad.

**5) En cuanto a la metodología de trabajo utilizada ¿Qué tipos de actividades se emplean en dicha práctica?**

**Respuesta del entrevistado:**

Principalmente la observación, es fundamental. Uno se basa en el método científico, ya que cuando iniciamos la materia, lo primero que hacemos es mostrarles a los estudiantes el método científico, la observación, deducción, experimentación; en cada uno de los pasos que va haciendo a nivel de mesada, si se quiere decir.

Los estudiantes deben seguir ese método, ese protocolo o receta que le damos, pero, sobre todo, remarcamos la importancia de la conclusión. Lo importante es entender, que un resultado negativo, es un resultado. Ya que, en una situación experimental, no todos los estudiantes llegan a observar lo mismo, entonces hay que hacer hincapié en los resultados, independientemente de lo que uno espera o no, sigue siendo un resultado. El no tener un resultado esperado, también es muy valioso, porque te permite sacar conclusiones comparando con el otro grupo de estudiantes, que si llegaron a los resultados que tenían que obtener.

- Actividad de laboratorio como situación de aprendizaje

**7) Al transcurrir el tiempo ¿Han sufrido modificaciones las guías de trabajos prácticos de laboratorio? ¿A qué se debió?**

**Respuesta del entrevistado:** "Si, hubo muchas modificaciones de las guías, es multifactorial la cosa. Los contenidos de la materia son los mismos, por lo general, la planificación es similar en todos los años. Hace un tiempo atrás, había otro docente como jefe de laboratorio, donde se realizaban pocos trabajos experimentales, de a poco, se dejó a un lado las actividades experimentales y se reemplazó por coloquios, guías, análisis de artículos científicos, fue variando en el tiempo. Estas situaciones, vinculaban la teoría con la práctica, pero más que nada, se dejaron de hacer algunas actividades de laboratorio porque no había material o infraestructura en la facultad.

A fines del 2023, cuando se jubiló la profesora titular, se incorporó a la práctica un nuevo profesor, con él logramos reactivar las instancias de laboratorio. Esto me gusto, porque ese docente, está dando clases actualmente en las escuelas secundarias, entonces, tiene conocimientos del contexto educativo actual, permitiéndonos dar otro

enfoque a la cátedra. Actualmente, hay más instancias de laboratorio, se mezclan con otras actividades y estrategias ya utilizadas, como simuladores. Estamos en ese momento de transición, pero sin perder en vista la importancia de todas esas actividades, relacionándose con la teoría.

Otro aspecto que influye en la modificación de las guías, se debe a los contenidos previos de los estudiantes. Lo que se ve actualmente, es que los alumnos, llegan a cursar la materia con escasos contenidos básicos, por lo tanto, debemos arrancar desde cero. Esta situación, hace que nos atrasemos en el cronograma anual, ya que nos lleva casi la mitad del primer cuatrimestre retomar esos conceptos, todo lo que es macromoléculas, importancia química de las mismas, célula, membrana, el dogma de la biología, antes ya lo tenían incorporados, pero ahora no. Son contenidos difíciles de aprender, pero necesarios para entender las actividades de laboratorio y como futuros docentes, porque son temas que se enseñan en las escuelas secundarias. Incluso, en muchas ocasiones los alumnos traen en sus ideas previas, conceptos errores que arrastran durante toda su trayectoria escolar.

Toda la planificación la adaptamos al contexto, es nuestra guía, pero sujetas a modificación, por ejemplo, si hay paro de colectivos, decidimos dar clases ya sea teórico o práctico de forma virtual con los materiales o herramientas disponibles.

#### **8) ¿Con qué finalidad o finalidades se realizan las actividades de laboratorio?**

Principalmente para reforzar la teoría y afianzar destrezas científicas en los estudiantes, ya que lo van a necesitar como futuros docentes cuando les toquen trabajar en las escuelas secundarias.

#### **9) ¿Cuál es el sentido de realizar las actividades de laboratorio?**

##### **Respuesta del entrevistado:**

Además, de reforzar la teoría, una particularidad de la práctica, es lograr un acercamiento de los estudiantes a las instancias de laboratorio, ya que, durante el cursado de la carrera, quizás muy pocas veces lo realizan. Se pretende trabajar situaciones experimentales, que se puedan llevar adelante en las escuelas secundarias cuando se reciban como profesionales.

Es por esto, que, si miras varias de las actividades que se realizan en el laboratorio, son cosas sencillas que en cualquier establecimiento educativo lo van a encontrar. Entonces, la idea es esa, darles herramientas a los estudiantes y mostrarle que con materiales sencillos puedan hacer una actividad de laboratorio, por ejemplo, hay

escuelas que no tienen ni una lupa o microscopio para que utilice el docente. Intentamos que los estudiantes puedan rescatar algo de la cátedra para que después, en un futuro, lo puedan aplicar en las escuelas secundarias.

También, desde la materia, diferenciamos la práctica hacia quien está destinada, por ejemplo, el enfoque que le damos en el profesorado es diferente al presente en la licenciatura en Biología.

**10) En algunos trabajos de laboratorio, se especifica una breve introducción de los contenidos teóricos ¿Con qué finalidad/finalidades se brinda esa información a los estudiantes?**

Este aspecto de análisis, ya fue respondido durante la entrevista en la pregunta 2, por lo tanto, no fue realizada nuevamente.

**Interrogante que surgió durante la entrevista:**

**11) ¿En la cátedra, se les da lugar o apertura a las ideas de los alumnos previos de los alumnos? ¿de qué forma?**

**Respuesta del entrevistado:** Si, siempre tenemos en cuenta las ideas previas y sus intereses. Por ejemplo, para el caso de metabolismo; tenemos una actividad donde los estudiantes deben diseñar estrategias de enseñanzas de ese tema para dos módulos de clase en una escuela secundaria. Además, debe incluir el diseño de experimentos para demostrar los procesos de respiración y fotosíntesis.

Es una actividad abierta en función de sus intereses, para que ellos se sientan autónomo en algunas cosas, a pesar que nosotros acompañamos al proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta idea fue interesante, hubo lindas producciones y tratamos de sacar por un momento el formato de laboratorio de receta que siempre usamos para que ellos sean creativos en su planificación.

### **Entrevistas a los docentes de la cátedra**

Las preguntas que integran esta entrevista fueron de producción propia teniendo en cuenta los fundamentos teóricos empleados en el marco teórico con la finalidad de identificar las concepciones epistemológicas que sustentan las prácticas de laboratorio.

**Entrevistado: 2 (dos)**

**Título académico: Prof. en Biología**

**Sexo: masculino**

**Antigüedad en la docencia: 5 años aproximadamente**

**Antigüedad en la cátedra: 1 años aproximadamente**

**Función que desempeña en la cátedra: Profesor JTP**

#### **Preguntas:**

- Organización de cátedra: vinculación teoría y práctica

**1)En la planificación de clase, se organiza el dictado de la cátedra en teoría y práctica ¿Por qué cree usted que se presenta de esta manera a la asignatura?**

**Respuesta del entrevistado:**

Yo creo que tiene que ver, la base de la materia, es decir, es necesario saber los contenidos de la materia para luego ver su organización. Eso veíamos con el otro profe de cátedra, que había muchas dificultades en los estudiantes con los contenidos básicos, por ejemplo: diferencia entre células eucariotas o procariotas, algunas cosas concretas de procesos metabólicos que nunca se terminaron de entender o están prendidos con alfileres, viste.

Entonces, yo creo que, al dividirse la cátedra en dos partes, ayudaría a los estudiantes a pesar que yo trabajo en la práctica un poco de teoría, vamos haciendo ese ida y vuelta, pero a la vez, no deja de ser una lógica tradicional la forma planteada desde los inicios del plan del Profesorado de Biología. Y bueno, seguimos todavía esa lógica al estar separada la carga horaria en dos días diferentes.

Por lo menos, creo que esa es la razón de la organización, incluso, con colegas charlamos que ese es el problema que tenemos, que los contenidos básicos no están muy afianzados, entonces siempre tenés que volver a retomar contestemente y deja muy poco margen por la carga horaria de dos horas por día.

**2) ¿Existe vinculación entre ambas dinámicas de trabajo? ¿De qué forma lo realizan?**

**Respuesta del entrevistado:**

Bueno, por ejemplo, con mi colega, planificamos el cronograma de la cátedra. Entonces pensamos en función de los ejes temáticos, que son siete, como podemos articular con la práctica.

Este año, pasó particularmente, que lo tuvimos que reacomodar por el paro de colectivo. Hubo un momento en el primer cuatrimestre; por ejemplo, que no nos podíamos encontrar, a veces nos encontrábamos los lunes en la teoría o los martes en la práctica, pero pasaban semanas sin vernos. También la conectividad, era muy difícil en esos días de paro, ya que hacíamos clases virtuales sincrónicas, tanto para los alumnos como para nosotros.

Cuando volvíamos a la presencialidad, teníamos que reestructurar el programa y retomar en lo que habíamos quedado. Entonces, siempre desde la cátedra planificamos en conjunto, pero como sabemos, es un recorrido tentativo, intentábamos de esta manera vincular la teoría con la práctica a pesar de las adversidades. Otra manera de articular, es al utilizar material digital, principalmente, artículos relacionados con la materia que son trabajados en la práctica. Lo interesante de abordar esos artículos, es traer por un lado un conocimiento actualizado y buscar un vínculo entre la teoría y la vida cotidiana. Por ejemplo, un artículo se refería a los virus y la modificación que sufrieron mejorando la calidad de vida o modificaciones biológicas que tienen las plantas y su relación nutricional.

Al abordar estos textos actuales, la idea era transmitir que, a pesar que nosotros estudiamos la Biología Celular y Molecular en sus cuestiones básicas, es súper fundamental y compleja, siendo la base del entendimiento de otras disciplinas o niveles de organización. Por ejemplo, podemos estudiar un fenómeno en función de cada nivel, ya sea de tejido, órgano etc.

No podemos dejar de pensar que todo se conecta con todo, a través de los textos, podemos ayudar a la complejidad de los temas que se abordan en otras materias. Este año, la cursada nos coincide con las tres anatomías; animal, vegetal y humana, que están relacionadas con los temas de molecular, entonces, hicimos un práctico de bacterias para trabajar la relación entre la formación de caries y las bacterias que habitan en la cavidad bucal.

Esta dinámica de trabajo en la práctica, no es solamente hacer actividades de laboratorio, sino también, hacer talleres, seminarios, charlas y búsqueda bibliográfica

que enriquezcan en conocimiento a los alumnos. Por lo menos, esta es la noción de “práctica” que queremos transmitir desde la cátedra, no solamente hacer experimento, podemos enriquecer desde otra forma, con exposiciones y coloquios. Por ejemplo, este es un grupo que tiene muchas cualidades para las exposiciones orales, si bien el problema de la escritura es algo que se mantiene, este año en particular, los trabajos grupales los favorecen. En ocasiones, para analizar los artículos, utilizamos rutinas de pensamientos como actividades.

- Concepción de ciencia presente en la actividad de laboratorio

#### **4) En la cátedra ¿Qué componentes se tienen en cuenta para elaborar las guías de laboratorio?**

##### **Respuesta del entrevistado:**

Bueno, por ejemplo, un elemento importante es saber las trayectorias de los estudiantes. Trato de indagar si todos realizaron esta sola carrera o vienen de otras carreras previas, como también que materias del profesorado ya cursaron para tener una idea de los contenidos básicos que podrían manejar. Por ejemplo, el segundo de clase, elaboré un seminario a partir de un artículo con la finalidad de vincular el sistema inmunológico dado en anatomía con los de esta cátedra.

Otro aspecto importante para hacer las guías, fue determinar los intereses de ellos. Los contenidos de vegetal llaman muy poco su atención, es por esto, que ocupamos trabajos más bien relacionados al reino animal, y vamos variando las temáticas. Un día hacemos un tp de bacterias, plantas, otro de células etc.

El programa de contenidos de la materia, también se tiene en cuenta, sigue un diseño tradicional que debería cambiarse, no sé cómo, pero tengo alguna idea. Pero bueno, desde la facultad nos piden un formato estructurado con ciertas exigencias a seguir. Siempre tuve la idea de juntarnos a planificar con otros docentes de otras cátedras, pero por cuestión de compatibilidad horaria, no se pudo. Eso es un desafío, algo pendiente, que nos permitiría vincular varias cuestiones, pero hay intensiones.

El diseño curricular del Profesorado en Biología, sé que está presente en la planificación de cátedra, pero al momento de hacer los trabajos de laboratorio no lo tenemos en cuenta ya que es muy antiguo y reducido.

#### **5) ¿Cómo se organizan las instancias prácticas de laboratorio? (Momento en el que se plantea, distribución en bloques o unidades)**

**Respuesta del entrevistado:**

Depende, porque la sincronización está. Por ejemplo, cuando trabajamos bacterias, pasamos por varios puntos del programa porque requería varios contenidos, como morfología de bacterias, tipos de bacterias, agrupaciones, temas relacionados al metabolismo. Eso que bacterias estaba al inicio del programa, se recuperó contenidos que incluso estaban al final, eso da un indicio de la complejidad de la asignatura. Por ejemplo, los próximos temas, tienen que ver con la síntesis de proteínas, pero ciclo celular estaba planificado pero las semanas que quedan, no se va a desarrollar, entonces, para asegurarme ese desarrollo, lo tomé e hice un práctico para trabajar en el laboratorio.

Entonces la organización de los prácticos depende la dinámica institucional, a veces lo hacemos para complementar la teoría, pero por lo general se hacen al finalizar una unidad o varias unidades.

**6) En cuanto a la metodología de trabajo utilizada ¿Qué tipos de actividades se emplean en dicha práctica?****Respuesta del entrevistado:**

Bueno ahí tenés, por ejemplo, observación en el laboratorio, pero este año, decidimos no esquematizar lo observado porque nos parecía que nos quedamos muy atrás de todo. Yo entiendo que la modelización es importante en biología, porque ayuda a explicar los fenómenos, pero porque no utilizar las tecnologías y trabajar con las fotografías real, viste. Esa fotografía la podés insertar en el informe, contextualizarla, referenciarla y darle un sentido, esas actividades que parecen sencillas como utilizar el Word, pero hay que promoverlas desde las cátedras.

Las instancias de problematización, también están presentes. Por ahí, al momento de sentarme a planificar no se me ocurre mucho, pero durante la clase práctica surgen esas problemáticas en el mismo desarrollo. Surgen las preguntas y relaciones entre temas.

Es muy difícil redactarlas en ocasiones.

## Actividad de laboratorio como situación de aprendizaje

**7) Al transcurrir el tiempo ¿Han sufrido modificaciones las guías de trabajos prácticos de laboratorio? ¿A qué se debió?**

**Respuesta del entrevistado:**

Si, por ejemplo, desde que ingresé a la cátedra el año pasado, modifiqué bastante las guías que se usaban y algunas las hice desde cero. Intenté darle otro enfoque a la práctica, plantear mejores preguntas, actividades y objetivos, buscando coherencia en todos los apartados de la guía. El tema de la escritura es complejo, mejoró mucho mi escritura en relación al inicio, pero el tema de los verbos, también condiciona la práctica.

Todo esto siempre se revisa, desde mi punto de vista, la práctica no tiene que ver solamente con la actividad de laboratorio, sino que ellos asumen su aprendizaje, tiene que ver con el “hacer” y en ese hacer, se pone en juego muchas estrategias de trabajo, como exposiciones, rutinas de pensamientos, búsqueda, selección y procesamiento de información. Estas actividades no estaban antes en los trabajos prácticos de laboratorio, a partir de este año intenté que estén presentes.

**8) ¿Con qué finalidad o finalidades se realizan las actividades de laboratorio?**

Claro, más que nada con el fin de que los estudiantes adquieran destrezas manipulativas, cuestión muy importante en la formación docente y en el profesorado, no se le da la relevancia que merece. Además, las actividades pretenden ser problematizadoras, permitir la observación, el debate y que puedan vincular la teoría con el práctico.

**9) ¿Cuál es el sentido de realizar las actividades de laboratorio?**

**Respuesta del entrevistado:**

Perfecto, hay un sentido directo que es la parte manipulativa, eso es así, por ejemplo; cuestiones básicas como el uso del microscopio, no tienen práctica. No solamente es necesario los contenidos teóricos, sino también, la parte procedural es importante, es por esto, que en las instancias manipulativas es importante afianzar estas destrezas experimentales.

Lo más complicado es problematizar en el laboratorio, por redescubrimiento. A veces me doy cuenta que cuando hacemos un coloquio, debate e intercambios de ideas, los estudiantes cuando verbalizan el contenido, surgen preguntas

problematizadoras. A lo mejor, no se siguen el protocolo estricto de la investigación, quizás nos falta afianzar en esta dinámica, es algo a trabajar desde mi parte ya que hace poco tiempo que estoy en la cátedra y tengo mucho más por aprender.

Igual, yo creo, desde mi experiencia como estudiante, esta materia jamás se trabajó así, como se da hoy en día. A pesar de las luces y sombras, hubo un cambio significativo y de a ratos se vuelve interesante. Además, al trabajar las verbalizaciones con los estudiantes, puedo detectar errores conceptuales que muchas veces se arrastra. El hacer una actividad práctica de laboratorio, también tiene como finalidad que aprendan a hacer los informes finales que se solicitan, ya que la escritura falta mucho trabajar.

**10) En algunos trabajos de laboratorio, se especifica una breve introducción de los contenidos teóricos ¿Con qué finalidad/finalidades se brinda esa información a los estudiantes?**

Si, lo he visto en los trabajos del año pasado, tiene una lógica más tradicional ya que adelantas con esa introducción muchas cosas. Pero es un trabajo complejo la introducción, el pensar que colocar en la introducción para que te permita enmarcar el contenido sin adelantar demasiado lo que se va a trabajar. No es fácil.

Este año, puse introducción, más escueta, pero soy consciente de eso, hay que ser muy cuidadoso porque los podría condicionar o adelantar al desarrollo. Por ejemplo, en el trabajo práctico de laboratorio de mitosis, le hice una introducción, pero luego solicité en una actividad que modifiquen esa introducción, de modo que, agreguen otro aspecto que me interesó en función de la bibliografía y el desarrollo del práctico. Entonces para ellos, es un desafío organizar la introducción para cumplir con los criterios de evaluación, procesar la información no es una tarea fácil para enmarcar el ciclo celular. Luego trabajar más la parte de mitosis, que lo llevamos para el lado del crecimiento, es decir, llegar después a la función de la mitosis, porque si yo pusiera desde el inicio en la introducción, “la mitosis sirve como función biológica” no sirve de nada, qué queda después. Esa lógica no es tan fácil, pero uno trata de no cometer esos errores, pero es parte del crecimiento profesional ya que estos esquemas es lo que aprendimos.

Muchas veces, el profesor coloca esa introducción teórica para recuperar los contenidos básicos que muchas veces no manejan los estudiantes y por miedo a que los estudiantes no puedan hacer el práctico, contextualizamos previamente leyendo esa introducción o recuperando por preguntas de forma oral. Por ejemplo, yo les

anticipo las guías, pero, así y todo, ocurre que muchas veces no la leen e incluso no la descargan. Por eso, ese texto al inicio te enmarca, te hace conectar, tomar apuntes y sirve de anclaje en otras situaciones.

**Interrogante que surgió durante la entrevista:**

**11) ¿En la cátedra, se les da lugar o apertura a las ideas de los alumnos previos de los alumnos? ¿de qué forma?**

**Respuesta del entrevistado:**

Sabes que si, como te dije, muchas problematizaciones que surgen en las clases es por los mismos intereses de los estudiantes. Además, las actividades de metacognición, es una estrategia relevante ya que ellos registran sus ideas y eso me sirve como insumo para mejorar las prácticas. Por ejemplo, si aparecen interrogantes que jamás me lo pensé, lo registro para trabajarla y repensarlo el próximo año.

A veces va surgiendo ideas o preguntas mientras hacemos el trabajo de laboratorio, pero yo voy guiando esa problematización, cosa que sea un ida y vuelta y retroalimentación constante. Esas guías son estructuradas en cierta forma, pero siempre dejo el espacio, igualmente son flexibles.

La estructura de la guía es importante, porque te organiza y te ordena, es muy difícil trabajar esa idea de redescubrimiento. La otra vez, hicimos un trabajo de tinción de bacterias y no pudimos tenerlas, no anduve el reactivo, sospecho que estaba vencido. Pero esa situación, nos sirvió para problematizar que muchas veces las “recetas no salen” y reflexionar sobre las causas del porque no se obtuvo los resultados esperados. Entonces, podes hacer una relectura de las ideas. Por ejemplo, algunos consultaron en diferentes bibliografías porqué podría fallar la tinción, pudiendo determinar algunas hipótesis que fueron: el cultivo de bacterias podría ser relativamente viejo o los productos de tinción estaban vencidos. Estas instancias de preguntas, me sirven para mejorar aún más la cátedra.

Incluso, en ocasiones también para recuperar los contenidos, que son muchos, hago la pregunta, ¿Qué es lo importante de aprender de este tema?, por ejemplo, si se desarrolla glucólisis y toda la ruta metabólica, pero el estudiante no comprende la función de las enzimas en ese proceso, no sirve de nada que lo aprenda de memoria sino le da una mirada más bien integral. Para lograr esto, requiere un espacio con más tiempo y los tiempos educativos son bastante tiranos, más en el nivel secundario.

En la práctica, ocupo la guía como lo básico en término de intenciones y actividades, y de ahí va surgiendo cosas, yo eso lo recupero y todo el tiempo vamos y volvemos en las unidades. De esta manera, todos nos potenciamos. Además, suponemos que utilizamos la receta de investigación de base, pero con el solo hecho de agregar una pregunta significativa, te hace enfocar esa actividad de otra forma. Por ejemplo, cuando se trabaja cromatografía, los estudiantes hicieron todos los pasos procedimentales, pero no entendían por qué se agregó alcohol y no otra cosa, eso nos permitió problematizar. La idea es generar conciencia mientras lo van haciendo.