

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS**  
**ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA**

Trabajo Final Integrador para la obtención del Grado Académico de

**Especialista en Docencia Universitaria.**

Título:

**Tratamientos de Efluentes: propuesta curricular  
basada en el trabajo colaborativo en grupos.**

Lugar de realización: Cátedra de Tratamientos de Efluentes

Alumna: Zerbato, Mariel Guadalupe

Licenciada en Biotecnología (FBCB-UNL) y Magíster en Salud Ambiental (FBCB-UNL).

Directora: Vaira, Stella Maris

Licenciada en Matemática (FIQ- UNL), Especialista en Estadística (INIE-CONICET-UNT) y  
Magister en Matemática (IMAL-FIQ-UNL).

2024

# ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN. ....	5
1- INTRODUCCION .....	6
1.1- Contextualización y justificación de la relevancia de la innovación propuesta.....	7
1.1.1- Un poco de historia de la FBCB. ....	7
1.1.2- Campo Ocupacional de un Licenciado en Biotecnología. ....	8
1.1.3- Sobre nuestro espacio curricular. ....	8
1.2- Iniciando el camino hacia el cambio.....	10
1.3- La clase magistral.....	12
1.4- Una propuesta innovadora.....	15
1.4.1- Trabajo colaborativo.....	20
1.4.2- La evaluación a través de rúbricas. ....	22
1.5 - Reflexiones actuales de las prácticas docentes .....	26
2- OBJETIVOS.....	29
3- DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICA.....	30
3.1- Revisión el programa de la asignatura desde la metodología de trabajo en el aula. .30	
3.1.1- Planificación de la Asignatura. ....	30
3.1.2- Propuesta innovadora .....	30
3.2- Temporalización de las actividades. ....	34
3.3- Hoja de trabajo .....	37
3.4- Discusión y puesta en común de todo el trabajo.....	38
3.5- Evaluación de la experiencia. ....	38
3.6- Evaluación de la propuesta.....	39
3.7- Indicadores y resultados esperados.....	40
4- REFLEXIONES FINALES .....	42
5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
ANEXOS .....	46
ANEXO 1: Planificación académica: Tratamientos de Efluentes .....	46

ANEXO 2: Planificación académica: Biotecnología Ambiental .....	51
ANEXO 3: Nueva planificación académica para la asignatura Biotecnología Ambiental ..	56
ANEXO 4: Ejemplo de rúbrica para la evaluación del trabajo monográfico. ....	61

"Como nuestra educación nos enseñó a separar, a compartimentar, a aislar y no a unir los conocimientos, el conjunto de ellos constituye un rompecabezas ininteligible. Las interacciones, las retroacciones, los contextos y las complejidades entre las disciplinas se vuelven invisibles. Los grandes problemas humanos desaparecen en beneficio de los problemas técnicos particulares. La incapacidad de organizar, el saber disperso y compartimentado conducen a la atrofia de la disposición mental de contextualizar y de globalizar."

Edgar Morin<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Morin, E. Los siete saberes necesarios a la educación del futuro. Editorial Cortez, Brasília, DF, 2000: 42–43.



## RESUMEN.

---

El presente trabajo de innovación propone incorporar una metodología de trabajo colaborativo en las clases del curso Tratamientos de Efluentes<sup>2</sup> correspondiente a la carrera de Licenciatura en Biotecnología de la FBCB – UNL. Este curso, por el año en el que se encuentra en la carrera, como por la cantidad de estudiantes y los contenidos, brinda la posibilidad de realizar problemas prácticos que contemplen actividades que integren distintos conocimientos y experiencias previas, trabajando en forma colaborativa. Se entiende que el trabajo colaborativo, en un contexto educativo, constituye un modelo de aprendizaje interactivo, que invita a los estudiantes a construir juntos, para lo cual demanda conjugar esfuerzos.

El objetivo de esta nueva propuesta curricular basada en el trabajo colaborativo en grupos, es promover un aprendizaje significativo a través de la metodología planteada, reflexionando sobre las prácticas docentes actuales y futuras. Esta revisión de las prácticas docentes en la Universidad requiere asumir un compromiso entre todos los docentes vinculados a la asignatura, que involucra fomentar un espacio de trabajo para el diseño, resolución y evaluación de las situaciones problemáticas, a llevar a cabo conjuntamente por los estudiantes. El desarrollo de este tipo de actividades generará en los estudiantes habilidades y destrezas que favorecen la autonomía en el aprendizaje. Asimismo, propician la formación de profesionales, con un alto nivel de adaptación al medio, con habilidades para comunicar sus ideas, para trabajar en grupo, para liderar y con confianza en sí mismos.

---

<sup>2</sup> Actualmente Biotecnología Ambiental.

## 1- INTRODUCCION

---

La educación superior está en constante cambio, algunos de esos cambios se traducen en las prácticas docentes. En este trabajo integrador de la Especialización en Docencia Universitaria se presenta una propuesta educativa para aplicar en una asignatura universitaria. El trabajo comienza con algunas reflexiones generales sobre diferentes teorías educativas, algunas aún vigentes y otras que adquieren presencia debido a que contemplan nuevas estrategias basadas especialmente en el aprendizaje centrado en el estudiante.

Los cambios que ha sufrido la sociedad en los últimos años han impactado en la educación superior y en particular en la necesidad de repensar sus propósitos, sobre todo cuando pensamos en la incumbencia de un graduado universitario, su rol social y cultural. Las investigaciones en el campo de la didáctica de la educación superior plantean que es preciso considerar diversas cuestiones entre las que aparece como central colocar al estudiante en un rol protagónico en el proceso de aprendizaje, generando condiciones óptimas para su formación integral (Álvarez Olivas, 2020; Maggio, 2021).

Esto implica transformar la forma tradicional en la que la enseñanza universitaria se ha venido desarrollando para dar lugar a procesos de innovación en sintonía con modos actuales de ser y pertenecer a una sociedad moderna. A partir de marzo de 2020 la pandemia ocasionada por el virus COVID-19 llevó al sistema educativo del mundo entero a cambiar, de forma acelerada, las prácticas de enseñanza, diseñando propuestas educativas que permitieron dar continuidad a la labor docente y esto quedó en el colectivo de los equipos de trabajo que hace que hoy repensemos nuestro trabajo educativo (Maggio, 2021).

Desde mi lugar como Jefe de Trabajos Prácticos, motivada por lo aprendido en la Especialización en Docencia Universitaria, en diferentes cursos y luego de una lectura amplia de referentes en el tema, es que reflexiono y propongo cambios sobre la metodología de enseñanza en la cátedra de Tratamientos de Efluentes, considero además, que será beneficioso tanto para los estudiantes como para los docentes.

## 1.1- Contextualización y justificación de la relevancia de la innovación propuesta.

### 1.1.1- Un poco de historia de la FBCB<sup>3</sup>.

Sus orígenes comenzaron en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) el 17 de marzo de 1961 con la creación de las Licenciaturas en Química y Química Biológica. Estas Licenciaturas tenían sus planes de estudios conformados por tres ciclos: básico, de enlace y superior. Posteriormente, el 27 de octubre de 1966, se creó la carrera de Bioquímica con sede en dicha Facultad. Unos años más tarde, en 1972 se crea la Escuela Universitaria de Bioquímica, dependiente del Rectorado de la Universidad Nacional del Litoral y a sólo unos meses, el 10 de abril de 1973, se crea la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) sobre la base de la Escuela Universitaria de Bioquímica y del Departamento de Ciencias Biológicas de la FIQ.

Desde 1973, y hasta 1981, se comienza el lento traslado de todos los laboratorios y cátedras a su emplazamiento actual; Ciudad Universitaria, hasta ese momento la Facultad funcionaba en forma fragmentada en la sede de la FIQ, en la actual sede de la Secretaría de Extensión, la Casa de los Números, en el actual anexo de la FIQ, entre otros lugares.

El 21 de diciembre de 1990 se dispuso que la Escuela Superior de Sanidad “Dr. Ramón Carrillo” (ESS) dependa de la FBCB, incorporando a esta casa de estudios una larga tradición en el dictado de carreras de pregrado y cursos de posgrado orientados a la salud.

En 1995 comenzó a dictarse la carrera de Licenciatura en Biotecnología como parte de una nueva oferta académica de la FBCB, pero no fue hasta el año 1997 que se aprobó el plan de estudios de la Carrera de Licenciatura en Biotecnología. A fines del año 2018 el Consejo Superior de la UNL aprobó el Nuevo Plan de Estudios a través de la Resolución 681/18; en el marco del proceso de acreditación de la carrera de Licenciatura en Biotecnología ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU).

En la actualidad la FBCB ha diseñado, equipado y montado el Espacio de Educación Híbrida de Alta Interacción (EEdHAI), con el objetivo de fomentar la interconexión entre estudiantes presentes y remotos, junto con el cuerpo docente. También, cuenta con una

---

<sup>3</sup> Información recopilada de Noticias UNL, 1973-2023: FBCB-UNL cumple medio siglo de vida (Actualizado el miércoles 5 de abril de 2023) y página WEB FBCB – Institucional – Historia (accesible en <https://www.fccb.unl.edu.ar/institucional/historia/>). Fecha de acceso: 27 de agosto de 2024.

Unidad de Virtualización de la Enseñanza (UVE-FBCB), que tiene como propósito fomentar una transformación sobre la forma en que se imparten las clases y se encarga del dictado de cursos formativos acordes al desarrollo de los nuevos desafíos pedagógicos en Educación.

### **1.1.2- Campo Ocupacional de un Licenciado en Biotecnología.**

La biotecnología cumple la función interdisciplinaria uniendo las diversas disciplinas que forman las ciencias biológica (biología, ingeniería, física, química, biomedicina, para nombrar algunas) aplicando tecnologías que utilicen sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación de productos o procesos para usos específicos.

Según las incumbencias un Licenciado en Biotecnología está capacitado para cumplir sus funciones en múltiples ámbitos:

- ✚ Planificar y desarrollar procesos biotecnológicos llevados a cabo en laboratorios, plantas piloto o industriales y controlar la calidad de los insumos y productos empleados en ellos.
- ✚ Desarrollar y dirigir procesos de producción que impliquen el uso de microorganismos, cultivos celulares u otras moléculas de origen biológico y sintético.
- ✚ Desarrollar procedimientos, reactivos y sistemas de diagnóstico que permitan determinar enfermedades que afectan la salud humana, animal y vegetal; como así también procesos biológicos para el control y descontaminación de efluentes y para la preservación del ambiente.
- ✚ Realizar tareas de investigación, especialmente en el campo de los bioprocesos, la genética, la biología molecular y celular, entre otros.
- ✚ Realizar asesoramientos técnicos y científicos sobre la valorización de recursos biológicos y bioquímicos aprovechables.
- ✚ Realizar relevamientos, asesoramientos y peritajes técnicos y científicos en áreas de la biología y la microbiología a nivel molecular y celular.

### **1.1.3- Sobre nuestro espacio curricular.**

En 2018, con la modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la UNL, la asignatura Tratamientos de Efluentes (planificación en el Anexo 1) fue renombrada como Biotecnología Ambiental (planificación en el Anexo 2). En ese momento, se revisó, junto a la coordinación de la

carrera, el programa de la asignatura Tratamientos de Efluentes y se realizaron los cambios de acuerdo con los lineamientos exigidos por la CONEAU<sup>4</sup> para la acreditación de la carrera.

Es una asignatura obligatoria que se dicta en el 9º cuatrimestre de cursado de la carrera de Licenciatura en Biotecnología. Esta asignatura se viene desarrollando de una manera tradicional desde la creación de la carrera de grado en el año 1995. En todo este trabajo nos referiremos a la asignatura de Tratamientos de Efluentes y de su equipo de trabajo.

El equipo de trabajo que conforma la Cátedra, tiene como misión desarrollar proyectos relacionados con el sector del agua y el saneamiento, focalizándose en temas centrales como calidad y depuración de agua, producción de energías renovables no convencionales y el aprovechamiento de residuos.

Los contenidos mínimos son: aspectos generales de la contaminación ambiental, toma de muestra para determinar las características fisicoquímicas de los efluentes, su tratamiento microbiológico; así como también, la recuperación de ecosistemas contaminados (biorremediación y biodepuración).

Actualmente nos desempeñamos tres docentes en este espacio curricular que cuenta anualmente con una matrícula de 40 ó 50 estudiantes. El equipo de trabajo que integra la Cátedra, es decir, el personal docente y de investigación, está conformado por un Profesor Adjunto, un Jefe de Trabajos Prácticos y un Ayudante de Cátedra.

El Profesor Adjunto es el docente responsable del espacio curricular, su función es coordinar al equipo docente, planificar el desarrollo de las unidades temáticas del programa, organizar el cronograma de actividades, definir las formas de evaluación y de las modalidades de examen, entre otros aspectos.

Las tres integrantes de este espacio curricular tenemos como función impartir conocimientos teóricos a los estudiantes, somos responsables de preparar y planificar las clases; impartir esas clases de acuerdo a los programas, planes de estudios y al cronograma vigente; evaluar a los estudiantes; asesorar y guiar a los estudiantes en su aprendizaje (clases de consultas) y actualizar nuestros conocimientos para mantenernos al día en nuestra área de especialidad.

---

<sup>4</sup> Su misión institucional es asegurar y mejorar la calidad de las carreras e instituciones universitarias que operan en el sistema universitario argentino por medio de actividades de evaluación y acreditación de la calidad de la educación universitaria. Accesible en: <https://www.coneau.gob.ar/coneau/que-es-la-coneau/>.

En mi rol de Jefe de Trabajos Prácticos, junto con el Ayudante de Cátedra, somos las encargadas de organizar y conducir los Trabajos Prácticos, además, somos responsables de la preparación, diseño y evaluación de los resultados e informes de esos trabajos.

Dentro de los recursos que contamos para el dictado del espacio curricular se cuenta con un Aula Virtual, la cual está diseñada como espacio de comunicación y de reposición de material de consulta.

## 1.2- Iniciando el camino hacia el cambio.

Al reflexionar sobre el principal motivo que me llevó a cuestionar mis prácticas docentes, especialmente al considerar cambiar la clase magistral, y en consonancia con los cambios propuestos en este trabajo, concuerdo con Salazar - Cevallos (18 de julio de 2023) cuando presentan las “5 críticas de la clase magistral” donde cita en su post en LinkedIn<sup>5</sup>:

- 1-Pasividad del estudiante.
- 2-Falta de interacción y retroalimentación.
- 3-Enfoque unidireccional.
- 4-Poca adaptabilidad y diversidad de estilos de aprendizaje.
- 5-Ausencia de desarrollo de habilidades prácticas.

Estos conceptos se van a ampliar en la siguiente sección, aunque a modo de adelanto, estas críticas resaltan la necesidad de complementar la clase magistral con métodos de enseñanza más interactivos y centrados en el estudiante para promover un aprendizaje más completo y efectivo.

Como docente de esta cátedra en particular puedo contribuir hacia una innovación sobre la metodología de trabajo en el aula, compartirlo con el equipo docente y llevar adelante la propuesta de cambio, a partir del diseño de nuevas prácticas, decidida a propiciar un espacio más activo, creando los tiempos, los espacios y las oportunidades para la generación de innovaciones que permitan a los estudiantes apropiarse de los contenidos curriculares de forma crítica y consciente (Litwin, 2008; Barraza Macías, 2010).

El desafío como docente de esta asignatura, es el de seleccionar instrumentos de aprendizaje coherentes con la idea de aprendizaje significativo, que se encuentren en relación con la propuesta curricular, no sólo sobre el desarrollo de áreas de saberes

---

<sup>5</sup> Salazar-Ceballos, A (2023) 5 críticas de la clase magistral que debes cambiar para influir en las nuevas generaciones. Accesible en: <https://es.linkedin.com/pulse/5-cr%C3%ADticas-de-la-clase-magistral-que-debes-cambiar-en-alexander>. [Fecha de acceso: 18 de septiembre de 2024].

específicos sino también sobre los procesos de construcción del conocimiento que contemplen los rasgos predominantes de la carrera, su historia, su orientación así como también con los ejes comunes de la formación universitaria más allá de la formación específica. La adquisición de destrezas para la selección apropiada de información y la habilidad de encontrar respuestas adecuadas, no sólo les será de utilidad para adaptarse a un contexto social cambiante sino, sobre todo, para poder transformar la realidad, intervenir en ella y recrearla. Aprender para construir, para reconstruir, comprobar para cambiar (Freire, 1997).

Es decir, un estado de superación constante, que dote al profesional de mayor cantidad y calidad de saberes, habilidades, competencias académicas específicas. Como docentes del sistema educativo superior tenemos algunas responsabilidades que se deben asumir, la preparación y formación de los estudiantes para insertarse y trabajar en un mundo interconectado, un mundo en red. Por lo que el desarrollo de capacidades y competencias para trabajar con otros y producir con otros es un imperativo para insertarse en la sociedad del conocimiento (Maldonado Pérez, 2007; Camilloni, 2010; Vaira y col., 2022).

Nuevas formas e instrumentos para la construcción de conocimiento están disponibles para el docente actual, entre ellos metodologías que no son nuevas, pero que se adaptan cuando se quiere contribuir a una enseñanza que contemple lo individual y lo colectivo, la colaboración con otros y; las competencias y habilidades básicas de las que se debe disponer para participar en los procesos de cambio que demanda la sociedad: distinción entre información importante y no importante, habilidad para reconocer cuando una nueva información puede poner en crisis los marcos conceptuales construidos, habilidad para ver conexiones entre áreas, ideas y conceptos, entre otros.

Con este propósito, es necesario diseñar e incorporar nuevas prácticas que desarrollen un aprendizaje individual, colectivo y socialmente significativo a través del trabajo colaborativo en grupos en un contexto específico de trabajo mediado por la interacción entre los estudiantes y los docentes.

Otro de los eventos que motiva el cambio fue la pandemia por Covid-19 por la cual los docentes universitarios nos vimos forzados a cambiar la modalidad de dictado de las asignaturas, pasando de un estado de total presencialidad a un modo totalmente virtual. Sin planificación previa, hemos tenido que desplegar diferentes recursos para poder dar respuesta a la demanda de los estudiantes para que puedan avanzar en su carrera. Las prácticas educativas no permanecen ajenas a los cambios.

En una primera fase las Universidades se preocuparon por poner a disposición, tanto de los docentes como de los estudiantes, un aula virtual. Las cátedras utilizaron estos espacios virtuales como repositorio de bibliografía y sitios de mensajería. Como lo expresa Maggio (2021) respecto a esta propuesta que se centralizó en la disposición de los materiales en diferentes formatos:

[...] La puesta a disposición no conlleva de por sí el diseño de una propuesta pedagógica potente, por el contrario, puede significar una ratificación del modelo clásico ahora “virtualizado” junto con el traslado de las responsabilidades de la enseñanza al estudiantado, bajo un esquema de autodidactismo [...] (p 208).

Esto suscitó que las aulas virtuales se llenaran de material de lectura, vínculos a libros en línea y actividades, que los estudiantes podían elegir y realizar a su ritmo.

Para la segunda fase, la vedet, fueron los encuentros sincrónicos por videoconferencias, donde “[...] la figura del docente recupera el centro de la escena y en esa misma operación lo hace la explicación del saber previamente construido [...]” (Maggio, 2021; p 208), reviviendo la clásica clase magistral; la cual ahora también puede quedar grabada.

El primer gran cambio se dio con los avances de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) aplicadas a educación, luego con el aceleramiento en el uso de los recursos producidos por la pandemia, pero queda pendiente revisar las prácticas docentes, los cambios deben ser reflexivos, porque de lo contrario estamos trasladando el problema de un espacio a otro y no está garantizado el aprendizaje. Este diálogo o tensiones que nos interpela el planteo de haber trasladado la clase presencial a virtual queda inconcluso si no lo hacemos desde la reflexión y propuesta en concreto.

### 1.3- La clase magistral.

La “clase magistral” que se impartía en la edad media ha llegado hasta la actualidad. En la práctica, el docente experto relataba a los estudiantes sobre el tema que estaba previsto según el cronograma. Los estudiantes tenían la tarea de escuchar y tomar nota de lo expresado por el docente. Esta propuesta de enseñanza estaba pensada desde una perspectiva conductista (Bain, 2008; Litwin, 2008). Bajo el prisma conductista, el aprendizaje se reflejaba en cambios observables en el comportamiento de los estudiantes, que surgían como reacción a ciertos estímulos y a través de pequeños pasos se avanza desde la conducta inicial hacia la deseada. La crítica principal que se le ha realizado a este método



de enseñanza sostiene que al desconsiderar los pensamientos y creencias de los estudiantes, este enfoque sólo explica parcialmente el proceso de aprendizaje.

En una clase magistral, los estudiantes reciben el contenido de una forma acabada, en una versión final, dándose así un aprendizaje receptivo, de esta forma el conocimiento se incorpora a la estructura cognitiva de forma arbitraria como lo dice el docente al pie de la letra, es decir el alumno repite lo que ha expuesto el docente.

La Universidad tiene aún arraigada este modo de impartir la enseñanza, que no tiene en cuenta todas las teorías del aprendizaje que han surgido después del conductismo.

Estas teorías, surgidas a comienzo de 1960, donde el concepto de aprendizaje dio lugar a conceptos como adquisición, construcción y apropiación del conocimiento, se presentaron como una revolución cognitiva, que lleva a la reflexión constante de las prácticas educativas en todos los niveles, en particular en la Universidad.

La postura del Constructivismo, en relación con las teorías del aprendizaje, principalmente postula que el conocimiento es procesado y construido activamente por el sujeto que aprende, en contraposición al conductismo en el cual el conocimiento se recibe pasivamente (Vásconez Gonzáles, 2015). Teniendo en cuenta que el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, esta construcción se realiza con los esquemas que el estudiante ya posee (conocimientos previos), o sea con lo que ya construyó en su relación con el medio que lo rodea. Como consecuencia el modelo constructivista se centra en el estudiante, en sus experiencias previas las que utiliza para realizar las nuevas construcciones (Revelo-Sánchez, 2018).

Las ideas del enfoque en que se basa el Constructivismo fueron aportadas y enriquecidas por diferentes investigadores y teóricos (Temporetti, 2009). Se sintetizan a continuación las ideas de algunos autores:

Jean Piaget (1896 - 1980) fue un epistemólogo, psicólogo y biólogo suizo, que aportó a la teoría Constructivista el concebir el aprendizaje como un proceso interno de construcción, en el cual el individuo participa activamente adquiriendo estructuras cada vez más complejas, a partir de pasar por diferentes estadios.

Lev Vygotski (1896 - 1934) fue un psicólogo ruso, su teoría se basa principalmente en el aprendizaje sociocultural de cada individuo y por lo tanto en el medio en el cual se

desarrolla. En la teoría sobre la zona de desarrollo próximo<sup>6</sup> la interacción con otro individuo juega un papel esencial en el proceso de aprendizaje. En otras palabras podemos decir que un estudiante aprende a desarrollar sus capacidades cuando lo hace en un contexto de colaboración e intercambio con sus compañeros.

Jerome Bruner (1915 - 2016) propone que el aprendizaje es un proceso activo en el cual los estudiantes construyen nuevas ideas o conceptos basándose en sus conocimientos previos. El alumno selecciona y transforma información, construye hipótesis, y toma decisiones, confiando en una estructura cognitiva<sup>7</sup> para hacerlo. El aprendizaje por descubrimiento de Bruner considera que la resolución de problemas dependerá de cómo estos sean presentados en una situación concreta, porque han de suponer un desafío que incite a su resolución y propicie la transferencia del aprendizaje. El docente cumple una función tutorial y al realizar una oportuna retroalimentación fomenta el interés.

David Ausubel (1918 – 2008), fue un psicólogo y pedagogo que, presentó la teoría del aprendizaje significativo, en la cual los conocimientos nuevos se van vinculando a los que ya posee el estudiante de una manera que sean asimilados de forma clara para ser, posteriormente, vinculado a otros conocimientos. Ausubel señala, que el estudiante debe descubrir el conocimiento (aprendizaje por descubrimiento), relacionar los conceptos nuevos con los conocimientos previos para que éstos creen una estructura cognitiva para ir construyendo sus propios conocimientos.

En este sentido, las creencias que los docentes tienen sobre su propia práctica educativa, están arraigadas desde su formación. Alicia Camilloni (2007) cita:

[...] las creencias se han configurado en las miles de horas que los docentes han pasado como alumnos en el sistema escolar. Estas creencias, marcadamente conservadoras, permanecen latentes durante el período de formación [...] y reaparecen con gran fortaleza cuando el docente se encuentra ante su propia clase y debe iniciar su trabajo (p 44).

Esta forma de enseñanza está fuertemente arraigada en nuestra sociedad, en la Universidad. En vista a estas nuevas teorías, a estos nuevos enfoques, es que debemos

---

<sup>6</sup> La zona de desarrollo próximo es la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por resolver un problema solo y el nivel de desarrollo potencial cuando el problema es resuelto bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero.

<sup>7</sup> La estructura cognitiva (es decir, esquemas, modelos mentales) provee significado y organización a las experiencias y permite al individuo ir más allá de la información dada.

poder sacarnos esta “mochila” que comenzó a llenarse el día que nos dieron nuestra primera clase en la Universidad, donde las “[...] nuevas ideas son confrontadas con las previas y, si son diferentes, son rechazadas” (Camilloni, 2007, p 45).

La respuesta está en buscar estrategias nuevas, innovadoras, para la enseñanza<sup>8</sup> que nos permitan crear espacios donde docentes, estudiantes y contenidos se relacionen de una forma no tradicional. Para ello, tenemos que dejar de lado posturas pesimistas en las cuales el cambio de las creencias previas es imposible y dar un paso a las nuevas ideas que traen consigo una labor muy dificultosa y reemplazar esos discursos por posturas optimistas en los cuales el “futuro docente debe asumir una postura constructivista y ser capaz de construir nuevas teorías así como reconstruir sus teorías previas” (Camilloni, 2007, p 45).

#### 1.4- Una propuesta innovadora

Podemos llamar “innovaciones” a las acciones que llevamos a cabo cuando desarrollamos los contenidos curriculares de nuestras asignaturas de una manera novedosa y eficaz; cuando usamos de soporte teórico las corrientes constructivistas y creamos acciones nuevas para mejorar las prácticas de la enseñanza y sus resultados (Litwin, 2008).

Como docentes asumimos una postura constructivista y debemos ser capaces de reconstruir nuestras propias prácticas, optar por un modelo basado en el aprendizaje y en el estudiante. Esto implica planificar la asignatura de forma diferente, cambiando el papel del docente, pasando de ser el transmisor de la información a facilitador y supervisor del aprendizaje y cambiando el papel del estudiante que pasa de espectador a actor y pasa a ser parte activa en el proceso de su aprendizaje (Bain, 2007).

Don Finkel, en su libro “Dar clases con la boca cerrada” (2008), nos plantea opciones sobre cómo enseñar sin tener que recurrir a la clase magistral, a continuación presentamos, a modo de resumen las propuestas que él plantea.

---

<sup>8</sup>El término “enseñanza” es de difícil definición por la diversidad de situaciones a la que se aplica y la variedad de sentidos que asume. En el libro “El saber Didáctico” (Camilloni, Alicia, 2007), Laura Basabe y Estela Cols, en el capítulo “La enseñanza” exponen muy bien lo complejo de la situación.

La enseñanza implica la interacción de tres elementos: sujeto enseñante (el profesor, docente o maestro); sujeto que aprende (el alumno o estudiante); y el objeto de conocimiento y se desencadenan modos de relación según los cuales la posición de cada uno de esos elementos determina el valor y la posición de los otros. Del sujeto que enseña en su modo de vinculación con el conocimiento, a la forma en que el conocimiento es transmitido, se genera el proceso de relación del sujeto que aprende con el conocimiento por la mediación del sujeto que enseña.

La relación entre el estudiante y el saber configura el sector de las estrategias de apropiación, que se refiere al análisis de las concepciones, representaciones, estrategias de resolución y obstáculos del sujeto en su acceso al conocimiento; el sector de la elaboración de los contenidos remite al estudio de las relaciones entre el saber y el profesor; y, por último, las relaciones entre el alumno y el profesor configuran el sector de los procesos de interacción didáctica.

Para la primera opción el autor sugiere que es bueno “dejar que hablen los libros”. Es crucial, de parte del docente, seleccionar adecuadamente el libro para captar el interés de los estudiantes y fomentar la búsqueda de soluciones a los problemas planteados. En ese sentido, el autor habla de la utilidad de los enigmas, las paradojas y las parábolas. Frente a la narrativa habitual, la parábola, nos recuerda Finkel (2008):

[...] 1) no enseña narrando, propone un problema atractivo para ser resuelto; 2) los estudiantes no aprenden escuchando, aprenden enfrentándose activamente al problema; 3) si los estudiantes aprenden enfrentándose activamente al problema, entonces, con mucha probabilidad, el profesor no enseñará narrando (p. 52).

La siguiente opción que propone el libro de Finkel es “Dejar que hablen los estudiantes” (Capítulo 3). Los apuntes redactados por la cátedra, trabajos de divulgación científica, libros especializados en los contenidos disciplinares de la asignatura y videos, deben ser utilizados de la mejor manera posible por parte de los estudiantes y, desde esta perspectiva, es fundamental que los estudiantes tengan el mayor protagonismo. Un seminario abierto es la oportunidad para que los estudiantes formulen sus propias preguntas sobre un tema y por medio de la indagación y la conversación busquen respuestas a los problemas. Finkel (2008) cita tres características básicas que deben reunir un seminario abierto:

1. El propósito del seminario es que los estudiantes profundicen en la comprensión de algo que ya han examinado previamente: un libro, un capítulo, un artículo, una película, una obra de teatro, una clase magistral anterior o cualquier otra experiencia potencialmente educativa del pasado reciente. [...]

2. *El resultado del seminario no debe estar predeterminado*; el seminario debe ser realmente abierto. [...] Ella confía en que los estudiantes hagan descubrimientos sorprendentes tanto para ella como para ellos mismos.

3. Son distintos los papeles que puede jugar la profesora, pero debe evitar cualquiera de ellos que convierta su actividad principal en Narrar; los estudiantes deben convencerse de que serán *ellos* los que hagan el trabajo duro de la indagación (p 78).

En el Capítulo 4 “Vamos a indagar juntos”, el profesor Finkel propone el método de indagación como una forma de organizar un espacio curricular. Plantea que una asignatura fundamentada en la investigación no se centra en el contenido de una disciplina tradicional, sino en un problema o una pregunta estimulante y es justo lo que tratamos de enseñar en nuestra materia (Finkel, 2008). Si lo planteamos como una pregunta o un problema se

podría pensar en que este proyecto puede abarcar todos los contenidos disciplinares que deben desarrollarse según la planificación de la asignatura (Finkel, 2008; Carchio, 2015; Maggio, 2021).

La enseñanza basada en la indagación es más enriquecedora cuando esa indagación se realiza en grupo, así se comparte la curiosidad y el compromiso para trabajar juntos sobre ese problema.

Don Finkel (2008) señala que confía en que junto a sus estudiantes va a compartir los resultados de sus aprendizajes, también confía que:

El cambio a una enseñanza centrada en la indagación modifica la mayoría de los aspectos de la vida en el aula y permite al profesor enseñar con la boca cerrada. Es la indagación la que enseña. La indagación enseña porque el proceso de indagación induce a uno a aprender (p 113).

Los docentes deben asumir una serie de tareas exigentes al implementar la propuesta. Primero, deben organizar la investigación, incluyendo materiales, grupos de trabajo y seminarios. Además, deben utilizar su propio análisis para ayudar a los estudiantes a comprender el material y desarrollar las competencias necesarias. También es crucial realizar una evaluación individualizada de los estudiantes en sus presentaciones y ensayos, considerando aspectos como la claridad, coherencia, inteligencia, solidez de la argumentación y capacidad de generar interés. Finalmente, es esencial que los docentes participen activamente en la investigación propuesta (Finkel, 2008; Carchio, 2015).

El siguiente capítulo del libro nos propone “enseñar con la escritura” (Capítulo 5: “Hablar con la boca cerrada: el arte de escribir”). La escritura puede ser un instrumento eficaz para facilitar el aprendizaje, expone Finkel (2008), ya que los estudiantes pueden seguir el discurso a su propio ritmo, detenerse y pensar, releer algunas partes o el trabajo completo, o tomar distancia respecto al autor del trabajo. Eso les permitirá comprender mejor lo que se dice y formular las respuestas de forma más sencilla.

Durante la evaluación de estos trabajos es muy importante la forma que se realiza la retroalimentación, esta debe ser con críticas que ayuden a fomentar y a mejorar la práctica.

Un segundo punto que propone Finkel (2008) dentro de “enseñar con la escritura” es que el docente ponga por escrito su clase magistral, es decir que lo importante ahora es poner un texto escrito, redactado por el docente, a disposición de los estudiantes para su estudio.

La tercera manera de enseñar con la escritura es que el docente realice un ensayo, sobre algún aspecto de la indagación, y lo ponga a disposición de sus estudiantes. Finkel (2008) numera tres funciones al escribir un ensayo:

[...] (1) Demuestra que la profesora está genuinamente comprometida con la indagación, y que ella, al igual que ha pedido a los estudiantes que lo hagan, utiliza también la escritura como herramienta para perseguir el problema central del curso. (2) Proporciona un ejemplo de buen ensayo, uno que pueden emular los estudiantes. (3) *Contribuye* a la indagación. [...] En el espacio abierto entre los estudiantes y la profesora, los estudiantes pueden leer el ensayo con esmero y responder a él críticamente si así lo desean.” (p 142).

Finkel (2008) titula al Capítulo 6, “Experiencias que enseñan: crear esquemas para el aprendizaje”. En él se propone, como había mencionado en el Capítulo 4 “Vamos a indagar juntos”, utilizar los llamados “talleres conceptuales” en los cuales por medio de preguntas se diseña una actividad que les enseñe, como otra modalidad para dar clases con la boca cerrada.

Plantear el problema a un grupo tiene cuatro consecuencias importantes, explica Donald Finkel (2008):

1. Trabajar con otros exige a cada estudiante que exprese sus ideas en voz alta. [...] Le fuerza a mejorar la calidad de lo que hay dentro de su cabeza: poniendo palabras a sus ideas, necesariamente las clarifica, las distingue unas de otras, les da forma. Además, dar voz a sus ideas le permite saber que piensa. [...]

2. [...] presentar nuevas ideas y perspectivas sobre el problema. Dos cabezas son mejor que una, y cuatro mejor que dos.

3. [...] Las ideas no son entidades estáticas que se recolectan en una habitación; tienen un efecto dinámico unas sobre otras. No interaccionan como canicas, sino como reactivos químicos; su interacción puede conducir a la creación de algo nuevo. [...] el grupo puede desarrollar nuevas ideas que ningún miembro del grupo podría haber tenido en solitario.

4. Por último, la presencia del grupo produce motivación. [...] al instante de formar parte de un grupo que tiene en sus manos la tarea de resolver el problema, se encuentra con que otra gente confía en su ayuda. [...] Por ello es más fácil hacer un esfuerzo autentico para resolver el problema como miembro de un grupo que como individuo en solitario.” (p 156).

El diseño de una experiencia como los talleres conceptuales exige tres tipos de conocimientos a los docentes a cargo del espacio curricular: el conocimiento profundo de los temas en estudio; saber cómo organizar dicha asignatura; y conocer las fortalezas y debilidades de sus estudiantes.

Finkel (2008) nos propone con estas estrategias otros modos de diseñar propuestas que podemos implementar en las aulas universitarias, y así expandir muestras creencias de lo que es una “docencia excelente”.

Al pensar la educación como un bien público, democrático e inclusivo y teniendo en cuenta las reflexiones que se dieron en marzo de 1990 cuando se reunieron en Jomtien, Tailandia; los ministros de Educación de los 160 países miembros de la UNESCO, en la “Declaración Mundial sobre la Educación para Todos”, incorporan un Artículo 4 que literalmente dice:

Que el incremento de las posibilidades de educación se traduzca en un desarrollo genuino del individuo o de la sociedad depende en definitiva de que los individuos aprendan verdaderamente como resultado de esas posibilidades, esto es, de que verdaderamente adquieran conocimientos útiles, capacidad de raciocinio, aptitudes y valores. En consecuencia, la educación básica<sup>9</sup> debe centrarse en las adquisiciones y los resultados efectivos del aprendizaje, en vez de prestar exclusivamente atención al hecho de matricularse, de participar de forma continuada en los programas de instrucción y de obtener el certificado final. De ahí que sea necesario determinar niveles aceptables de adquisición de conocimientos mediante el aprendizaje en los planes de educación y aplicar sistemas mejorados de evaluación de los resultados (Anexo - p 6).

Esto hace aún más necesario adecuar nuestra tarea docente en un modelo basado en la construcción de conocimiento, seleccionando adecuadas metodologías de enseñanza para lograrlo. En este sentido, el trabajo colaborativo en grupo genera habilidades de aprendizaje como la comunicación oral y escrita, la construcción de relaciones interpersonales, la resolución de problemas, la creatividad e innovación, el trabajo en equipo, el liderazgo y el pensamiento analítico y crítico; que beneficiarán al estudiante a lo largo de la carrera e impactará en su trabajo profesional. Álvarez Olivas (2020) destaca el

---

<sup>9</sup> La Conferencia Mundial defendió un concepto más ampliado de la educación básica, lo que no es exactamente sinónimo de enseñanza primaria. La educación básica está compuesta por los niveles Preescolar, Primaria y Secundaria; pero también comprenden la alfabetización y la formación permanente de conocimientos prácticos para los jóvenes y adultos que han abandonado la escuela y los no escolarizados. (Recuperado de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000085625\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000085625_spa)).

papel de los empleadores, quienes demandan a las universidades, a la educación superior, que sus futuros profesionales posean no sólo conocimientos técnicos especializados, sino también competencias transversales como las que otorga el trabajo colaborativo.

#### 1.4.1- Trabajo colaborativo

El trabajo colaborativo es una técnica educativa fundamental para potenciar las habilidades cognitivas, ya que la interacción que fomenta es crucial tanto para el proceso de aprendizaje como para el desarrollo intelectual de los participantes (Álvarez Olivas, 2020).

Maldonado Pérez (2007) expresa un concepto del trabajo colaborativo:

El trabajo colaborativo, en un contexto educativo, constituye un modelo de aprendizaje interactivo, que invita a los estudiantes a construir juntos, para lo cual demanda conjugar esfuerzos, talentos y competencias mediante una serie de transacciones que les permitan lograr las metas establecidas bajo consenso (p 268).

Para la autora, el trabajo colaborativo empleado en las aulas universitarias resulta relevante y oportuno, por cuanto no sólo logra que los estudiantes aprendan y generen conocimiento sobre aspectos de la disciplina que estudian, sino que también se da un gran aprendizaje humano; además desarrolla el pensamiento reflexivo, estimula la formulación de juicios, la identificación de valores, el desarrollo del respeto y la tolerancia por la opinión de los otros (Maldonado Pérez, 2007).

Vaira y col. (2022) toma los conceptos expresados por otros autores para definir al trabajo colaborativo como:

[...] un proceso en el que un individuo aprende más de lo que aprendería por sí solo, fruto de la interacción con los integrantes de un equipo, quienes saben diferenciar y contrastar sus puntos de vista, de tal manera, que llegan a generar un proceso de construcción de conocimiento (p 2).

Autores como Maldonado Pérez (2007) y Revelo-Sánchez y col. (2018), destacan aspectos constitutivos, dentro de las conceptualizaciones sobre el trabajo colaborativo, tales como compartir la autoridad y la responsabilidad de las acciones del grupo, la negociación y los procesos de diálogo al interior de los grupos, la reciprocidad, y las mejoras en las relaciones sociales.

El trabajo colaborativo en grupos ha ganado gran espacio didáctico y se ha incorporado como una práctica docente cotidiana en la educación formal (Camilloni, 2010). La formación de grupos es habitual para el ser humano, se forman grupos con la familia, los



amigos, en el trabajo, para citar algunos ejemplos (Belver, 2015). De esta manera se promueve el aprendizaje activo, centrado en el alumno y se crea condiciones que alimentan el aprendizaje significativo.

Autores que han realizado investigaciones en torno a las interacciones sociales y las dinámicas que se generan en el aula durante los trabajos grupales, opinan:

[...] en primer lugar, que la acción educativa debe estar orientada a la promoción de ciertos aprendizajes sociales por parte de los estudiantes: la toma de decisiones colectivas, la organización de la tarea en el seno del grupo [...]. En segundo término, ofrecen un conjunto de categorías conceptuales y herramientas metodológicas que el docente debe manejar si quiere dejar de ocupar la posición de magíster centrada en la autoridad y convertirse más bien en un mediador del saber, observador y organizador del trabajo grupal (Cols, 2007, p 107).

En este sentido, el trabajo del docente se complejiza, tiene que reestructurar toda su práctica, ampliar su mirada debido a que los grupos le pueden ofrecer diferentes desafíos a cada momento.

Por otro lado, los docentes, deberán implementar esta forma de trabajo asumiendo una serie de tareas, entre las que se encuentra organizar la propuesta, los materiales de lectura, el cronograma de tareas (el intra-docente y el intra-estudiante), los grupos de trabajo, los seminarios, el seguimiento de la implementación de la propuesta y la evaluación de todo el trayecto formativo, entre otras (Bain, 2007; Finkel, 2008; Carchio, 2015).

Durante un trabajo grupal, la construcción colaborativa de los aprendizajes se logra a través de una interdependencia positiva por la que todos aprenden más. Para que un grupo de aprendizaje funcione como tal debe tratarse de un conjunto de personas que se comprometen a trabajar, durante un tiempo y lugar determinado, con el objeto de aprender (Vásquez González, 2015). En esencia, los miembros del grupo deben participar activamente para alcanzar los objetivos establecidos y cada estudiante debe contribuir más o menos de forma equitativa (Álvarez Olivas, 2020).

A fines del siglo XIX, David Perkins (1992) en su libro “La escuela inteligente” deja en claro la importancia del trabajo colaborativo en grupo, además señala las ventajas de esta estrategia de enseñanza. Podemos sin dificultad trasladar estos conceptos al aula universitaria:

En la colaboración entre pares, las parejas o grupos pequeños de alumnos trabajan en la misma tarea simultáneamente y piensan juntos cómo encarar y

resolver los problemas y dificultades que se les plantean. Además, la tarea puede ser distinta para cada grupo. [...] la colaboración entre pares ofrece más “reciprocidad”: un discurso más amplio, más profundo y más articulado. [...] la colaboración resulta más útil cuando los niños se enfrentan con conceptos nuevos y complicados.

[...] por tanto utilizan la dinámica de grupos para promover el aprendizaje reflexivo<sup>10</sup> (los estudiantes piensan y discuten juntos los problemas) y explotan la motivación intrínseca<sup>11</sup> del contacto social para mantener a los alumnos interesados en sus actividades académicas” (p 71).

Como el aprendizaje grupal es un proceso social van a surgir roles dentro del mismo, roles que van a ser desempeñados por los integrantes del grupo. Como parte de las tareas que debe realizar el docente al inicio de la propuesta, está el generar en los estudiantes las competencias para que trabajen en grupo. Explicarles sobre los roles que van a coexistir en el grupo. También, dejar en claro que todos los roles son igualmente importantes y que la rotación de estos roles entre los integrantes del grupo impide la formación de estereotipos.

Camilloni (2010) señala que en los roles que se asignan a los miembros del grupo, las funciones pueden ser: “redactor de las actas de reunión; coordinador del grupo; observador de la dinámica grupal; informante ante el plenario de la clase; evaluador del trabajo del grupo; redactor del informe final del grupo” (p 168). Los roles deben ser los necesarios para realizar la tarea encomendada.

Es imprescindible indagar sobre nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje y también, encontrar nuevas o distintas formas para que los alumnos demuestren el conocimiento adquirido. Esto se logra a través de procesos de evaluación que estén en concordancia con la propuesta de enseñanza utilizada.

#### **1.4.2- La evaluación a través de rúbricas.**

En el Capítulo 6, del libro *La evaluación significativa*, lo expresa muy bien Camilloni (2010) “La evaluación y calificación de los trabajos producidos en grupo han sido, sin embargo, un problema difícil de resolver para los docentes” (p 151). Es entonces que se debe buscar un instrumento que nos permita evaluar el funcionamiento del equipo y la producción lograda por el grupo y por cada uno de sus integrantes en su propio proceso de

---

<sup>10</sup> Perkins (1992) hace referencia a que la reflexión es la clave de todo aprendizaje útil y genuino.

<sup>11</sup> Para Perkins (1992) la motivación intrínseca se logra cuando la actividad es interesante en sí misma y es enriquecedora. También la motivación impulsa el interés intrínseco que está relacionado con la creatividad.

crecimiento en la asignatura (Camilloni, 2010). Esta propuesta incluye la construcción, como se planteó en los objetivos, de una evaluación continua tanto grupal como individual.

Al organizar el espacio curricular desde la estrategia de enseñanza de un trabajo grupal, debemos definir los objetivos del aprendizaje colaborativo, para llevar adelante un proceso de trabajo como el planteado se espera que los estudiantes puedan trabajar en equipo, puedan interrelacionarse y que aprendan los contenidos curriculares que se vincularon con el tema correspondiente. Se puede acompañar con una lista de acciones que los estudiantes tendrán que aprender al mismo tiempo que llevan a cabo el trabajo colaborativo grupal (Camilloni, 2010):

- ✚ Estudiar y trabajar con otras personas.
- ✚ Asistir puntualmente a las reuniones.
- ✚ Administrar bien su tiempo y el ajeno.
- ✚ Colaborar y motivar a otras personas.
- ✚ Generar ideas.
- ✚ Escuchar a los demás.
- ✚ Comunicar, defender y justificar sus ideas.
- ✚ Ser responsable del trabajo compartido.
- ✚ Sobreponerse a las dificultades.
- ✚ Solucionar conflictos.
- ✚ Evaluar su propio trabajo y el de los demás.
- ✚ Integrar los contenidos disciplinares e interdisciplinares.
- ✚ Elaborar estrategias de construcción del conocimiento.
- ✚ Fomentar habilidades de comunicación verbal y no verbal en ámbitos específicos.
- ✚ Potenciar hábitos y destrezas propias del campo específico.

En nuestro trabajo se propone que la evaluación<sup>12</sup> y la calificación<sup>13</sup> de los aspectos referidos a la realización del trabajo en grupo sean realizadas por los estudiantes mediante una autoevaluación<sup>14</sup> y co-evaluación<sup>15</sup> (Camilloni, 2010; Diez, 2015).

---

<sup>12</sup>La evaluación, como resultado de la apreciación del valor del objeto evaluado, formula un juicio de valor.

<sup>13</sup>La calificación es cuando a juicio de valor que se hace durante la evaluación se le asocia un valor determinado en una escala de calificaciones.

<sup>14</sup>Evaluación individual o auto-evaluación: Los estudiantes pueden desarrollar un mayor entendimiento de su proceso de aprendizaje o sea una perspectiva meta-cognitiva a través de la reflexión sobre sus logros. Este tipo de evaluación también mejora las habilidades orales y de escritura, ya que los estudiantes tienen que demostrar su conocimiento sobre el tema, sus habilidades para resolver problemas y sus contribuciones al proceso del grupo.

<sup>15</sup>Evaluación por los pares o co-evaluación: Permitir la oportunidad de que los miembros del grupo se evalúen entre sí ofrece una importante retroalimentación sobre los méritos relativos y contribuciones de cada uno, así

El docente será el encargado de evaluar y calificar los aspectos referidos a los contenidos disciplinares e interdisciplinares, las estrategias de construcción del conocimiento, habilidades de comunicación verbal y no verbal, actitudes y valores del campo específico. De esta forma, se evaluará y calificará el proceso y el producto del trabajo en grupo.

Al considerar que toda actividad de enseñanza debe ser evaluada, tenemos también que buscar un instrumento que nos permita acreditar y certificar el proceso de aprendizaje que esté acorde con los objetivos de la actividad; para eso se propone como instrumento de evaluación la utilización de rúbricas o grillas.

Una rúbrica es un cuadro (o matriz) de doble entrada, por un lado se establecen los criterios o dimensiones a tener en cuenta por el evaluador al momento de determinar la calidad del trabajo (aspectos formales, redacción, simbología, conceptos utilizados y contenido, que pueden ser algunos ejemplos); y por otro lado las definiciones de la calidad para cada una de las dimensiones. Éstas proporcionan información detallada de lo que se debe hacer para demostrar haber alcanzado o no el nivel detallado. Por otro lado, el rango de calificación determina la ponderación de cada dimensión y el nivel alcanzado.

Las rúbricas permiten que el alumno pueda evaluarse y ser evaluado de forma objetiva. Además, permite al estudiante hacer un análisis crítico y constructivo del trabajo propio y el de sus compañeros.

Para confeccionar la herramienta se propone emplear una estrategia de construcción colaborativa entre el docente y los estudiantes a fin de garantizar la participación y comprensión de los criterios de calificación

Para diseñar un sistema de rúbricas se tendrán en cuenta los procesos que están presentes cuando se realiza una investigación. Así, se diferencian cinco fases en la elaboración del trabajo en equipo y cada una de ellas contará con su respectiva rúbrica:

1 Definición del tema: con esta rúbrica se valora la claridad en la definición de la formulación del objetivo, la argumentación e interrogantes a resolver (responde a los interrogantes que se generan durante el trabajo y cómo realiza su argumentación), junto con la actualidad, pertinencia y relevancia del tema.

---

como también promueve la cooperación al reconocer los estudiantes su responsabilidad frente al grupo y la manera como son percibidos. Sin embargo, la co-evaluación es un proceso complejo que requiere por parte del profesor definir bien los criterios de evaluación.

2 Lectura del material y los recursos seleccionados: la rúbrica debe constatar si los alumnos han hecho una adecuada lectura de la documentación necesaria para la clase.

3 Elaboración y seguimiento del trabajo: Los criterios pensados para este caso: contribución/participación (capacidad para ofrecer ideas para la realización del trabajo o para su mejora, así como el esfuerzo por alcanzar los objetivos del grupo), actitud (capacidad de escuchar a otros, compartir y dialogar sobre sus ideas, integrarlas y la habilidad para provocar la unión e integración), responsabilidad (valora la entrega de los trabajos grupales a tiempo), asistencia y puntualidad (porcentajes de asistencia a las reuniones, así como su puntualidad) y resolución de conflictos (la habilidad para manejar situaciones de desacuerdo o conflicto, así como la capacidad para proponer alternativas para el consenso o solución).

4 Redacción del informe de trabajo: esta rúbrica considera las siguientes dimensiones en el trabajo final de grupo: aspectos de formato; ortografía y gramática de redacción; contenido (introducción correcta, reflexión sobre el tema, si es completo y el contenido de todos los apartados está bien desarrollado), normas (fuentes documentales bien referenciadas, tamaño del trabajo acorde a las normas establecidas) y actitud hacia el trabajo (seriedad en la entrega y soporte digital).

5 Exposición oral: esta rúbrica tiene en cuenta aspectos como: la comunicación en la presentación (volumen de voz, contacto visual con la audiencia, vocabulario apropiado, discurso estructurado, ritmos adecuados, gestión de los tiempos, no utiliza apoyos escritos y el discurso no es monótono), el conocimiento del trabajo (dominio completo del tema, contesta con precisión a las preguntas, demuestra capacidad de síntesis), el uso adecuado del tiempo, discurso coherente, características y utilización del audiovisual empleado (información no redundante, información en la pantalla y si responde a una síntesis del trabajo).

Este tipo de evaluaciones innovadoras integra la evaluación junto con el aprendizaje y la enseñanza, dejando de lado la idea de la evaluación como un momento al final del aprendizaje y la enseñanza; y a los estudiantes que dejan de ser víctimas de la prueba a ser participantes activos en el proceso de su evaluación (McDowell y Sambell, 2003).

Si analizamos las fortalezas de proponer este tipo de evaluaciones innovadoras podemos citar (McDowell y Sambell, 2003):

✚ Motivación y esfuerzo: estas formas de evaluación pueden animar a los estudiantes a trabajar más duro y aumentar un interés intrínseco a la tarea implicada.

- ✚ Aprendizaje autentico y genuino: los estudiantes ven este tipo de actividades como algo útil, son situaciones de la “vida real”; desarrollan conocimientos y capacidades que permanecen con ellos.
- ✚ Control y dependencia: en estos proyectos los estudiantes examinan distintas direcciones dependiendo del enfoque que el grupo le da al trabajo. Dentro de la educación universitaria hay un equilibrio entre la independencia de los estudiantes y el control del docente.
- ✚ Corrección y clasificación: los criterios de evaluación y corrección deben estar de acuerdo con las tareas y los objetivos del aprendizaje.

Los estudiantes, aunque son críticos con las evaluaciones tradicionales, a veces no reciben con agrado las innovaciones en la evaluación. El modo en como presentamos a los estudiantes estas nuevas formas de evaluar tendrá un efecto distinto en la percepción y comportamiento frente a ellas. También, dentro de las desventajas, no podemos dejar de tener en cuenta que los métodos de evaluación van a favorecer a los estudiantes que tengan las mejores habilidades para resolverlos. Se adjunta un modelo de rúbrica diseñada para la evaluación del trabajo monográfico en el Anexo 4.

## 1.5 - Reflexiones actuales de las prácticas docentes

Actualmente las Universidades tienen la oportunidad de dar un giro en sus prácticas docentes haciendo énfasis en la enseñanza centrada en el estudiante y poniendo al trabajo colaborativo en grupos como un medio para tal fin (Álvarez Olivas, 2020; Maggio, 2021; Vaira y col., 2022; Lazzeri, 2023).

Maggio (2021) en su artículo “Enseñar en la universidad. Pandemia.... Y después” propone para:

[...] una Universidad encarnada en la complejidad de su tiempo, que se define como motor de transformación de cara a una sociedad más justa e inclusiva, lo cual se expresa en el plano de sus prácticas de la enseñanza. Con esta orientación de sentido, a continuación, proponemos una serie de dimensiones que articuladas podrían conformar un marco interpretativo para la configuración de prácticas rediseñadas (p 212-213).

- ✚ **Minimalismo curricular:** los planes de estudios que den cuenta de los aspectos centrales de las disciplinas, hecho ya mencionado por Perkins (1995) en su libro “La escuela inteligente”, pertinentes para la época en que se enseña y actualizados continuamente.



- ✚ **Horizontes de transformación:** abordar los núcleos disciplinares desde la propuesta de resolución de problemas o proyectos como modalidades de intervención originales.
- ✚ **Producción:** la Universidad debe formar al estudiante para ser parte de la producción de conocimiento que se genera rápidamente en la sociedad actualmente. La producción puede ser estructurante de las propuestas desde el inicio de las carreras universitarias o desde el comienzo de cada asignatura. Lazzeri (2023), en su reseña del libro “Híbrida...”, plantea que Marina Maggio explora el enfoque pedagógico centrado en el estudiante y fomenta la idea de utilizar las clases teóricas para fomentar la interacción y la producción de proyectos y/o actividades por parte de los estudiantes.
- ✚ **Colaboración:** la Universidad debe alentar la inteligencia colectiva con sus prácticas de la enseñanza. “La producción es el marco en el que la colaboración se puede desplegar cabalmente en relación con un horizonte de transformación social” (Maggio, 2021; p 214). En este sentido, en “Híbrida...” Maggio destaca la importancia del aprendizaje colaborativo y el trabajo en equipos no sólo son beneficiosos para los estudiantes, sino que también, pueden enriquecer toda la experiencia educativa (Lazzeri, 2023).

Estas propuestas, que atienden a reconstruir las prácticas de enseñanza en la Universidad, requieren políticas y definiciones institucionales y un abordaje de la docencia de una forma colectiva (Maggio, 2021).

Las instituciones de educación superior han venido realizando ajustes curriculares, en particular con la creación de nuevas carreras universitarias y diferentes procesos de acreditación, actualmente hay una discusión sobre la duración de las carreras. Esos procesos no son sólo académicos, surgen de escuchar y dialogar con la sociedad en su conjunto.

Las Universidades no solo realizan ajustes académicos, sino también en su infraestructura, para formar profesionales en el campo de la docencia. Esto tiene como objetivo producir estudiantes competentes y convertirlos en docentes eficaces en sus prácticas profesionales.

¿Qué significa ser competente en el ámbito académico universitario? ¿Qué habilidades debemos potenciar en los estudiantes? Las competencias están relacionadas con:

- ✚ La lectura y la escritura.
- ✚ La expresión escrita (describir, analizar, comparar, expresar el pensamiento crítico).

- ✚ El cálculo matemático y la resolución de problemas.
- ✚ La capacidad para ubicar, acceder y utilizar información acumulada.
- ✚ La capacidad para la recepción crítica de la información difundida por los medios de comunicación social.
- ✚ La capacidad para diseñar, trabajar y tomar decisiones en grupo.

Estos retos y metas de la década actual aún no se han alcanzado en muchos lugares, basta leer los diarios y trabajos de muchos expertos en educación, de ahí que sea necesario asumir con una mirada crítica y reflexiva nuestra labor docente. Creemos que este es el camino, mediante la propuesta de metodología de enseñanzas activas, en donde el estudiante sea el protagonista.

A continuación, se presentan los objetivos que esperamos cumplir para estos cambios en el diseño de dictado de la asignatura Tratamientos de Efluentes.



## 2- OBJETIVOS

---

- ✚ Repensar las prácticas docentes de la asignatura “Tratamientos de Efluentes” en la carrera de Licenciatura en Biotecnología que se dicta en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (UNL).
- ✚ Rediseñar los seminarios que realizan los estudiantes de la asignatura, como una metodología activa, desde el trabajo colaborativo en grupos.
- ✚ Reflexionar sobre los aportes de la metodología propuesta en la cátedra, inmediatamente después de la implementación para evaluar cualitativamente la experiencia en el grupo de docentes.
- ✚ Construir un espacio de evaluación de estas prácticas, mediante rúbricas dirigido a los estudiantes.
- ✚ Potenciar en los estudiantes la habilidad para el trabajo en equipo, trabajo individual y la construcción conjunta del conocimiento, permitiendo que el contenido sea más significativo para los alumnos.

### 3- DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICA

---

#### 3.1- Revisión el programa de la asignatura desde la metodología de trabajo en el aula.

##### 3.1.1- Planificación de la Asignatura.

La planificación de las asignaturas Tratamientos de Efluentes (TE) y Biotecnología Ambiental (BA) se presentan en el Anexo 1 y 2. La propuesta de cambio metodológico se realiza para Biotecnología ambiental, que se imparte en el último año de la carrera de Licenciatura en Biotecnología y pertenece a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral.

La enseñanza actual de la asignatura TE, cuenta con una organización metodológica que contempla clases teóricas, seminarios y Trabajos Prácticos de laboratorio. Para evaluar los aprendizajes, se utilizan pruebas escritas que constan de enunciados o preguntas que el estudiante debe responder de forma clara y precisa, de manera individual en cada instancia de examen.

A continuación, se presenta la propuesta de cambio en el aula universitaria para BA como espacio curricular que contempla la incorporación de una metodología activa y centrada en el estudiante como lo es el trabajo colaborativo en grupos, en particular dentro de la actividad seminario que la cátedra propone a los estudiantes, reemplazando a la clase teórica clásica.

##### 3.1.2- Propuesta innovadora

La propuesta innovadora no modifica los contenidos del espacio curricular, la misma está pensada en el rediseño de los seminarios, en los cuales el trabajo colaborativo en grupos reducidos tenga como finalidad el aprendizaje activo por parte de los estudiantes que deberán investigar, participar, elaborar documentos y extraer conclusiones sobre el tema propuesto. En cada año la cantidad de estudiantes varía aproximadamente entre 40 y 50, con lo cual se propone armar grupos entre 5 y 10 integrantes. Durante el seminario cada grupo deberá realizar un trabajo de indagación.

En el trabajo colaborativo en grupos que se propone implementar hay aspectos organizativos a tener en cuenta:

- ✚ El aula debe estar preparada, o brindar la posibilidad, para que los estudiantes puedan organizar sus grupos y trabajar de forma ordenada y cómoda.
- ✚ Organizar el material de lectura, tanto sean apuntes confeccionados por la cátedra o capítulos de libros para que estén disponibles. Organizar el orden en que se presentan en el aula virtual e ir haciendo visible el material por semana, para evitar la sobrecarga inicial. Como parte de las actividades que los estudiantes deber hacer fuera del aula está la lectura de los apuntes previo a la clase. Es muy importante dejar un tiempo para que los estudiantes puedan leer el material de estudio, pero también hay que hablar con los alumnos acerca de qué tiempo disponen para este fin.
- ✚ Generar actividades de comprensión <sup>16</sup>, a través de preguntas, para que los estudiantes puedan:
  - ✚ **explicar**, con sus propias palabras, lo que está sucediendo en ese momento desde el contexto del problema,
  - ✚ **aplicar** una solución o varias propuestas de solución,
  - ✚ **justificar** el uso de un equipamiento,
  - ✚ **comparar** las propuestas de solución y
  - ✚ hacer una **generalización** considerando en qué tipo de situaciones se puede utilizar el mismo equipo o hacer el mismo tipo de análisis.
- ✚ Los estudiantes deberán, con ayuda de las preguntas, hacer un resumen para que luego sea presentado a sus pares y sus docentes.
- ✚ Junto con los estudiantes serán diseñadas las rúbricas que se utilizarán en las distintas formas de evaluación. Al finalizar el cursado de la asignatura, los resultados de las rúbricas conformaran la nota final (6 – Aprobado, como nota mínima, hasta un máximo de 10 - Sobresaliente) necesaria para la acreditación del cursado.

En particular la organización de los seminarios, en la nueva propuesta es la que se presenta a continuación y puede encontrarse en el Anexo 3.

El objetivo del seminario es la búsqueda de protagonismo del estudiante, que, al apropiarse de los métodos y herramientas facilitadas por el docente durante la enseñanza, le permita consolidar los contenidos científicos y técnicos que ofrece la bibliografía básica y los apuntes de la asignatura.

---

<sup>16</sup> Dentro de las actividades de comprensión podemos citar algunas: explicación, ejemplificación, aplicación, justificación, comparación y contraste, contextualización, generalización (Perkins, 1992).

Los seminarios están formados por dos instancias, una de desarrollo y/o producción y otra de presentación o puesta en común:

- ✚ Instancia de producción del trabajo monográfico: Se conforman grupos (entre 5 y 10 alumnos), asignándole a cada grupo una tarea o tema que atenderá a la recuperación de ambientes contaminados y al diseño de plantas de tratamiento de residuos urbanos, industriales o agrícolas. Semanalmente se organizará la indagación a los estudiantes por medio de una “Hoja de trabajo” con preguntas para que los estudiantes puedan analizar el contenido en base a lo tratado en la bibliografía básica.
- ✚ Instancia de puesta en común y discusión de los temas propuestos. En esta etapa los estudiantes tendrán que exponer y defender el trabajo monográfico realizado.

De este modo, se procura que los alumnos integren y profundicen los conocimientos de los procesos de los otros grupos y refuercen su capacidad de expresión escrita y oral, a la vez que se promueve un aprendizaje activo. Para ello, los alumnos reciben una guía para la elaboración de la monografía y cuentan además con el asesoramiento del docente. Luego de la exposición los docentes de la asignatura formulan preguntas que le permiten evaluar la comprensión del tema por los integrantes del grupo e incentiva el debate entre los demás alumnos.

Dentro de las funciones organizativas, están los roles de los docentes en la nueva propuesta; estas funciones irán cambiando de acuerdo a la especificidad del tema a tratar en cada seminario; entonces, las funciones serían: docente a cargo del tema, ayudante/organizador y experto (observador).

Dentro de las tareas que el docente a cargo del tema deber realizar para la correcta organización de los seminarios se encuentran:

- ✚ Confeccionar el plan de trabajo: organizar la estructura del seminario, en el cual durante la introducción el docente expondrá los objetivos perseguidos en el seminario, informará la forma en que se desarrollará el seminario, así como la dinámica llevada a cabo. El docente a cargo ocupará el lugar de facilitador de la actividad, y son los estudiantes los que desempeñarán el papel activo que, ayudados con las hojas de trabajo, resolverán las consignas del día. El docente puede aclarar las dudas y hacer conclusiones parciales, debe cuidar de que no se produzcan excesivas intervenciones, que limiten la participación de los estudiantes. Para finalizar el docente deberá reafirmar los aspectos teóricos y prácticos más importantes y la generalización del contenido.
- ✚ Orientar a los estudiantes.

- ✚ Elaborar la guía del seminario con las preguntas sobre el tema, la que llamaremos “hoja de trabajo”.
- ✚ Propiciar el debate entre los miembros del grupo.
- ✚ Establecer la dirección pedagógica de la actividad.

El docente que se encuentre en la función del organizador, colaborará con la logística del grupo, tendrá la tarea de ayudar a los grupos a distribuir los roles, deberá incentivar a los alumnos para que elijan a un líder del pequeño grupo, quien a su vez asignará roles para que el proceso se lleve a cabo sin problemas. Estos roles puede cambiar durante el proceso pero es necesario establecer ciertas responsabilidades para que se aprenda a trabajar en grupo. Es responsabilidad del ayudante anotar y observar como estos roles se desarrollan dentro del grupo. Otras de sus funciones contemplar y coordinar el correcto uso del tiempo.

El restante integrante de la cátedra tendrá una función muy particular, su rol será de experto u observador, será el encargado de realizar la calificación de los estudiantes respecto a su participación en la planificación, desarrollo y el resultado de la actividad. Durante la evaluación del trabajo colaborativo en equipo no se observará únicamente el producto final, sino que el docente experto acompañará, escuchará y recogerá información durante todo el transcurso del seminario, tanto a nivel individual y como grupal. También será el encargado de dar recomendaciones para superar las dificultades detectadas.

De lo expuesto se pueden comparar las funciones y tareas de los docentes en ambas propuestas, la clase teórica magistral o clásica y la propuesta de cambio.

	Clase magistral	Seminario
Docente a cargo del tema	<p>Planifica la clase.</p> <p>Expone la clase.</p> <p>Evalúa el desempeño de los estudiantes.</p>	<p>Confecciona el plan de trabajo (inicio, desarrollo y conclusiones).</p> <p>Elabora la guía del seminario.</p> <p>Elabora las preguntas sobre el tema del día (Hoja de trabajo).</p> <p>Orienta a los estudiantes.</p> <p>Propicia el debate.</p> <p>Establece la dirección pedagógica de la actividad.</p> <p>Realiza las conclusiones.</p>

Ayudante/Organizador		<p>Vela por el funcionamiento de los grupos.</p> <p>Anota lo roles que han determinado los integrantes del grupo para ese seminario.</p> <p>Vigila el cumplimiento del horario.</p>
Experto		<p>Observa el comportamiento de los integrantes en los distintos grupos.</p> <p>Hace una evaluación del desempeño del docente a cargo del tema y de los grupos.</p>

### 3.2- Temporalización de las actividades.

La asignatura cuenta con una carga horaria de 60 h, de las cuales según el Artículo N° 11 el Régimen único de enseñanza FBCB/ESS (RUE CD N° 882/10 y Modificado N° 411/11) vigente desde el año 2011, las clases de asistencia obligatoria no podrán exceder el 80 % del total.

El dictado de la asignatura se desarrolla en el primer cuatrimestre de 5º año de la carrera, es de carácter obligatorio y se lleva a cabo en forma extensiva durante 15 semanas. Se encuentra formando parte del bloque 5.1 junto a Tecnología Inmunológica (60 h), Biología y Biotecnología Vegetal (60 h) y Biotecnología Animal (60 h).

En el cuadro se muestra la distribución de las actividades mencionadas a continuación:

- ✚ Ocho clases teórica optativas de 3 horas cada una.
- ✚ Tres Trabajos Prácticos obligatorios de 4 horas cada uno, se divide en grupo A y B.
- ✚ Seis clases de seminarios de carácter obligatorios de 2 horas cada una. Para su realización se conforman grupos de 4 a 6 integrantes.
- ✚ Dos instancias de evaluación de promoción (3 horas cada una), de carácter no obligatorio.
- ✚ Consultas virtuales (en los foros de consulta del aula virtual) y presenciales (2 horas) a coordinar con el docentes a cargo del tema.

Los días y horarios destinados para las clases se encuentran distribuidos en martes y jueves de 16 a 20 h. El cronograma de trabajo se presenta a continuación:

Semana	Clase1	Clase 2
1	Introducción	
2	Toma de muestra	TP N° 1 (Grupo A)
3	Bacterias indicadoras de contaminación y desinfección.	TP N° 1 (Grupo B)
4	Autodepuración y Contaminación orgánica	TP N° 2 (Grupo A)
5	Turno intermedio (con suspensión de actividades <sup>17</sup> )	
6	Pretratamiento. Tratamiento primario	TP N° 2(Grupo B)
7	Biotratamiento aeróbico.	TP N° 3 (Grupo A)
8	Biotratamiento anaeróbico.	TP N° 3 (Grupo B)
9	Biorremediación de residuos tóxicos y peligrosos. Biominería.	
10	Tratamiento terciario o avanzado de aguas residuales.	1° PARCIAL TEMAS 1, 2, 3 Y 4
11	Biocombustibles	Entrega de seminarios
12	Seminario	Seminario
13	Seminario	Seminario
14	Seminario	Seminario
15	Recuperatorio TP y seminario	2° PARCIAL TEMAS 5, 6, 7 Y 8

La nueva propuesta del espacio curricular quedará estructurada de la siguiente manera:

- ✚ Presentación. Asignación de los grupos y confección de las rúbricas.
- ✚ Diez clases de seminarios obligatorios de 2,5 horas los días martes.
- ✚ Tres clases de presentación final de los seminarios de 2 horas (obligatorias).
- ✚ Tres Trabajos Prácticos obligatorios de 4 horas cada uno (grupo A y B), los días jueves, en el horario de 16 a 20 h.
- ✚ Consultas virtuales (en los foros de consulta del aula virtual) y presenciales (2 horas) a coordinar con los docentes.

Es indispensable que el docente explique en una primera clase esta forma de trabajo y junto con los alumnos formen los grupos.

Para la evaluación, auto-evaluación y co-evaluación se utilizará el sistema de rúbricas, es necesario consensuar con los estudiantes las pautas de su uso. También, en

---

<sup>17</sup> La Secretaría Académica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas y de la Escuela Superior de Sanidad "Dr. Ramón Carrillo", determina el calendario académico anualmente. Establece un cronograma de 15 semanas para cada cuatrimestre y también que en la semana correspondiente al turno intermedio (primer turno del año Académico en curso) sea con suspensión de las restantes actividades de los espacios curriculares.

esta primera clase se procederá a confeccionar las rúbricas que se utilizarán, después de una breve explicación del sistema de rúbricas, para evaluar las actividades.

A partir de la semana 2 y hasta la semana 12, cada semana se llevará a cabo una clase de seminario, la misma comenzará con una breve explicación (5 minutos) del tema a tratar, y se presentaran las hojas de trabajo. A modo de resumen, una hora antes de terminar cada grupo expondrá durante, no más de 5 minutos, las características del sistema utilizado.

Después del tiempo destinado para preparar el seminario, los estudiantes van a tener que presentar el mismo a sus compañeros en una clase expositiva de unos 30 minutos donde al final de cada seminario se dará lugar a una ronda de preguntas.

Considerando al trabajo colaborativo en el aula como una estrategia didáctica a través de la interacción de los estudiantes y el intercambio de ideas e información se genera la construcción de aprendizajes significativos. Podemos favorecer esas interacciones e interrelaciones entre los alumnos en los ambientes virtuales (actualmente aula virtual FCB) a través de foros de discusión, portafolios, glosarios, Wikis<sup>18</sup>, generar espacios virtuales que les permitan a los estudiantes agruparse, discutir y debatir sin la necesidad de estar presentes físicamente.

Cronograma distribuido en las semanas de clases:

1. Explicación de la metodología de enseñanza, formación de los grupos, distribución de los problemas propuestos y confección de las rúbricas.
2. Alcances de la contaminación. Aspectos generales de la Legislación de vertidos.
3. Pretratamiento.
4. Tratamiento primario.
5. (suspensión de actividades)
6. Tratamiento secundario (Biotratamiento aeróbico).
7. Tratamiento secundario (Biotratamiento anaeróbico).
8. Tratamiento terciario. Remoción de fosforo y nitrógeno.
9. Tratamiento de barros.
10. Reúso y economía circular. Biocombustibles.
11. Biorremediación.

---

<sup>18</sup> Un wiki puede ser colaborativo, para generar apuntes de clase entre todos, se puede usar para planear una estrategia o reunión de trabajo en grupo, trabajar en equipo en una narrativa colaborativa en línea, creando contenidos de un tema elegido por sus tutores.



12. Biominería.
13. Presentación final de los seminarios, tres o cuatro grupos por día.
14. Presentación final de los seminarios, tres o cuatro grupos por día.
15. Presentación final de los seminarios, tres o cuatro grupos por día

El tema monitoreo ambiental y los aspectos relacionales con la legislación ambiental son transversales a todos los temas y serán tratados en las hojas de trabajos.

Semana	Seminarios	Trabajos Prácticos
1	Inicio	
2	Contaminación	TP N° 1 (Grupo A)
3	Pretratamiento	TP N° 1 (Grupo B)
4	Tratamiento primario	TP N° 2 (Grupo A)
5	1º Turno intermedio (con suspensión de actividades)	
6	Tratamiento secundario	TP N° 2 (Grupo B)
7	Tratamiento secundario	TP N° 3 (Grupo A)
8	Tratamiento terciario. Remoción de fosforo y nitrógeno.	TP N° 3 (Grupo B)
9	Tratamiento de barros.	
10	Reúso y economía circular. Biocombustibles	
11	Biorremediación.	
12	Biominería.	
13	Presentación final de los seminarios	
14	Presentación final de los seminarios	
15	Presentación final de los seminarios	Recuperatorio TP

### 3.3- Hoja de trabajo

El buscar las respuestas a los problemas ambientales puede suscitar el interés de los estudiantes. El espacio curricular es parte de las incumbencias profesionales que el título les otorga, es decir, puede verse como una futura salida laboral. Como profesional el estudiante debe poder ver lo complejo que es el tratamiento de los efluentes que se generan en la industria, las distintas tecnologías que se pueden aplicar y buscar la mejor biotecnología disponible para llegar a cumplir tal fin.

Para ello se confeccionarán las “hojas de trabajo” con preguntas para que los estudiantes puedan, al responderlas dirigir la investigación en un sentido determinado, las preguntas están orientadas a una reflexión constante, algunas de ellas son comunes a varios seminarios: *¿es posible implementar un cambio?, ¿está el impacto ambiental*

*analizado?, ¿hay disponibilidad de fondos de inversión?, ¿es necesario cambiar o tratar cada unidad o solamente algunas?, ¿qué cambios recomendaría en base a los propuestos?*

Los estudiantes van a leer las preguntas, discutirán sobre ellas, elegirán la mejor forma de responderlas y van a escribir las respuestas a modo de resultados, tendrán que contener la explicación de un determinado tipo de tratamiento o proceso biotecnológico para resolver el problema, explicar su funcionamiento y justificar su uso. Son estos resultados los que tendrán que ser explicados al final de cada clase.

En las hojas de trabajo quedará previsto un espacio para que los alumnos agreguen al menos una pregunta no contemplada en la propuesta; podrá estar dirigida a los temas de los otros grupos o su tema o a ambas. Esto forma parte del proceso de retroalimentación.

### **3.4- Discusión y puesta en común de todo el trabajo.**

Al finalizar la instancia de producción, cada grupo presentará por escrito su monografía. En una instancia posterior se realizarán las exposiciones orales con la participación de todos los grupos. La discusión está prevista al finalizar las clases expositivas de los trabajos. Se prevé un espacio que posibilite el intercambio de ideas, la retroalimentación, se escucharán sugerencias.

Cada una de estas instancias serán evaluadas: monografía y exposición; ambas serán calificadas por los docentes y por los pares estudiantes en un sistema tipo “circular” de rotación de los trabajos, esta co-evaluación y su calificación deberá ser fundamentada y formará parte de la calificación final del grupo. Es decir, el grupo que expone será calificado por los docentes a cargo de la asignatura y a través de la lectura cruzada de los trabajos por sus compañeros, a partir de reglas y criterios claros con el uso de las rúbricas.

### **3.5- Evaluación de la experiencia.**

Para diseñar un instrumento de medición cualitativa y obtener información de los estudiantes en cuanto a las fortalezas y debilidades de la propuesta se pensó en una encuesta anónima *on line* por medio del aula virtual, con un formato similar a las rúbricas. La idea de esta encuesta es poder tener información para la reflexión entre el grupo de docentes y poder hacer modificaciones a futuro de la propuesta, como un espacio que permita considerar las opiniones de los estudiantes. Esto permitirá reflexionar sobre la práctica docente.

Para la evaluación por parte de los estudiantes se tendrán en cuenta algunos aspectos:

- ✚ ¿La modalidad de trabajo les brindó un aprendizaje auténtico?
- ✚ ¿Desarrolló habilidades de trabajo en grupos?
- ✚ ¿Estaba motivado para realizar las tareas semanales?
- ✚ ¿El tiempo en clases fue suficiente para realizar las actividades?
- ✚ ¿Se pudieron reunir fuera del horario de clases?
- ✚ ¿Las reuniones fueron presenciales o virtuales?
- ✚ ¿Era claro el material de lectura?
- ✚ ¿Tuvieron tiempo para leer el material semanalmente?
- ✚ ¿Se sintieron con sobrecarga de actividades durante el cursado?
- ✚ ¿Cómo se sintió al evaluar a otros estudiantes?
- ✚ ¿Está conforme con la nota recibida?

### 3.6- Evaluación de la propuesta.

Uno de los docentes de la asignatura tendrán la función de actuar como experto (detallada su función en el ítem 3.1). A medida que se desarrolla la experiencia deberá tomar nota acerca de cómo se van desarrollando las actividades y sobre la percepción de la dinámica en el aula.

Un análisis mediante una matriz FODA<sup>19</sup> sobre factores interno (Fortalezas y Debilidades) y externos (Amenazas y Oportunidades) permite a los docentes reflexionar sobre diferentes aspectos de las innovaciones llevadas a cabo.

Se sugieren inicialmente algunos aspectos a considerar:

DEBILIDADES	FORTALEZAS
Falta de motivación	Es un proceso participativo.
Falta de tiempo en el horario clases.	Promueve el desarrollo personal de los estudiantes.
No se pueden reunir fuera del horario de clases.	Aprendizaje auténtico.
No disponen de tiempo para leer el material.	Desarrolla habilidades de trabajo en grupos.
Sobrecarga de actividades.	

<sup>19</sup> Las siglas FODA son un acrónimo de las palabras fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, e identifican una matriz de análisis que permite diagnosticar la situación estratégica en que se encuentra una empresa, organización, institución o persona, a fin de desarrollar con éxito un determinado proyecto. Accesible en: <https://www.significados.com/foda/>.

AMENAZAS	OPORTUNIDADES
No hay tradición de este tipo de enseñanza. No aceptar los cambios No hay apoyo institucional.	Es una forma de mejorar. La institución está interesada en la propuesta. Propiciar un aprendizaje auténtico.

### 3.7- Indicadores y resultados esperados

Entendiendo a los indicadores como una entrega de señales del cumplimiento de un propósito en un determinado proceso (educativo, en este caso), en la propuesta se presenta un proceso de evaluación, y al querer reunir evidencia acerca de dos de los objetivos planteados: “Construir un espacio de evaluación de estas prácticas, mediante rúbricas dirigido a los estudiantes” y “Potenciar en los estudiantes, la habilidad para el trabajo en equipo, trabajo individual y la construcción conjunta del conocimiento, permitiendo que el contenido sea más significativo para los alumnos”, se piensa en identificar en las rúbricas diseñadas un apartado que dé cuenta de los conceptos incorporados, adquiridos por los estudiantes. El criterio de evaluación incluirá aspectos que consideren la calidad del manuscrito, en referencia a los conceptos disciplinares involucrados y en la exposición oral, la calidad expositiva: claridad, orden y coherencia interna del trabajo presentado. Como ejemplo se piensa en un diseño como el siguiente:

Parte evaluada	Criterio de calidad
Exposición del tema	Expone con claridad y usa los conceptos de forma adecuada. Profundiza las ideas más relevantes.

En cuanto a los resultados esperados, se busca que los estudiantes desarrollen tanto conocimientos como sentimientos positivos respecto a la actividad académica realizada, logrando así (Maldonado Pérez, 2007; Revelo-Sánchez y col., 2018; Álvarez Olivas, 2020):

- ✚ contribuir a desarrollar en los estudiantes la motivación hacia la búsqueda y producción de conocimientos y la capacidad emprendedora;
- ✚ desarrollar una comprensión sólida y profunda de los conceptos abordados en la actividad académica;
- ✚ aplicar los conocimientos adquiridos en sus futuras prácticas profesionales;
- ✚ beneficiar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje y en su desarrollo personal;
- ✚ desarrollar una mayor confianza en sus habilidades académicas y una autoestima positiva;

- ✚ despertar en los estudiantes sentimientos de satisfacción y orgullo por los logros alcanzados.

Estos resultados no sólo mejoran el rendimiento académico, sino que también contribuyen al bienestar emocional de los estudiantes, creando un entorno de aprendizaje más efectivo y agradable.

En cuanto a las implicancias prácticas de la propuesta se espera poder replicar la forma de trabajo en otros espacios curriculares.

## 4- REFLEXIONES FINALES

---

Los trayectos llevados a cabo en la especialización fueron los iniciadores para repensar y rediseñar las prácticas docentes en un espacio curricular concreto en el aula universitaria, generando en mí la inquietud de pensar y repensar la enseñanza universitaria desde una perspectiva crítica.

La investigación bibliográfica permitió enriquecer la formación docente y activar preguntas acerca de nuestras prácticas educativas cotidianas.

Después de una larga trayectoria docente en la cátedra (20 años), mi interés fue cambiando a lo largo de estos años, centrando mi preocupación en la enseñanza, en los primeros años, y pasando en los últimos años a la preocupación por el aprendizaje de los estudiantes.

El presente trabajo de especialización en docencia universitaria visibiliza lo que implica el trabajo colaborativo y cómo esta se da en un contexto particular de educación superior. El aprendizaje colaborativo por su naturaleza pretende construir una forma conjunta de conocimiento que va más allá del trabajo en grupo, lo cual implica organizaciones de los docentes (pedagógicas y personales), que lo hagan posible como estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Como se ha venido expresando en todo el trabajo, la interacción que se desprende desde el aprendizaje colaborativo puede trascender barreras educativas y de recursos; compartiendo capacidades (diferentes que puedan tener los estudiantes, algunos de ellos tienen habilidades para dibujar, bosquejar, otros para diseñar, otros para comunicar, otros para liderar) y en esta época de tanta influencia digital, permitirá promover los diálogos, reconocer experiencias previas del estudiante en su contexto y ponerlas a disposición del aprendizaje, reafirmar otras formas de construir conocimiento desde lo colectivo: grupos de estudio, aprendizaje basado en problemas, resolución de conflictos, proyectos sociales, para citar algunas.

De esta manera, emerge la propuesta pedagógica planteada, que, si bien puede complejizar la actividad de todo el grupo docente de la asignatura, creo es el camino correcto para que los estudiantes, por medio del aprendizaje colaborativo, logren un aprendizaje significativo.

## 5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Álvarez Olivas, V C (2020). La importancia del aprendizaje colaborativo en la educación superior. *Cuadernos Fronterizos*, (49). P. 62-66. Recuperado a partir de <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/cuadfront/article/view/4050>
- Bain, K (2007). Lo que hacen los mejores profesores universitarios. Publicaciones de la Universidad de Valencia. Barcelona, España. pp 238.
- Basabe, L y Cols, E (2007). Capítulo 6: La enseñanza. En "El saber Didáctico" (Camilloni, A ed) Paidós. Buenos Aires, Argentina. p 125-161.
- Barraza Macías, A (2010). Elaboración de propuestas de intervención educativa. México: Universidad Pedagógica de Durango. p 31-40.
- Belver, C (2015). El trabajo grupal. En: Reflexión académica en Diseño y Comunicación. Nº XXV, vol. 25. Buenos Aires, Argentina. p 13-14.
- Camilloni, A (2007). Capítulo 3: Los profesores y el saber didáctico. En "El saber Didáctico" (Camilloni, A ed) Paidós. Buenos Aires, Argentina. p 41-60.
- Camilloni, A (2010). Capítulo 6 La evaluación de los trabajos elaborados en grupo. En: La evaluación significativa. Anijovich, R (comp). Paidós, Buenos Aires, Argentina. p 151-176.
- Carchio, A L (2015). Todos para uno, uno para todos. El trabajo grupal y su evaluación. En: Reflexión académica en Diseño y Comunicación. Nº XXV, vol. 25. Buenos Aires, Argentina. p 55-58.
- Cols, E (2007). "Problemas de la enseñanza y propuestas didácticas a través del tiempo". En "El saber Didáctico" (Camilloni, Alicia ed) Paidós. Buenos Aires, Argentina. p 71-124.
- Diez, S (2015). Evaluar a través de la enseñanza. Evaluación formativa durante el trabajo grupal. En: Reflexión académica en Diseño y Comunicación. Nº XXV, vol. 25. Buenos Aires, Argentina. p 58-60.
- Finkel, D (2008). Dar clases con la boca cerrada. Publicaciones de la Universidad de Valencia. Barcelona, España. pp 277.
- Freire, P (1997). Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa. Siglo XXI. p 49-69.

- Lazzeri, A (2023). Reseña de Mariana Maggio (2022). Híbrida: enseñar en la universidad que no vimos venir. Boletín SIED 8(4), Universidad Nacional de Mar del Plata. p 99-104. Recuperado a partir de: <https://revista.mdp.edu.ar/boletin/article/view/110>.
- Litwin, E (2008). Reflexiones en torno a cómo enseñar. En: El oficio de enseñar. Condiciones y contextos. Buenos Aires: Paidós. p 64-88.
- Maggio, M (2021). Enseñar en la universidad. Pandemia... y después. Integración y conocimiento, vol. 10(2). p 203-217. Recuperado a partir de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/integracionyconocimiento/article/view/34097>
- Maldonado Pérez, M (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. Revista Laurus, vol. 13(23). p 263-278.
- McDowell, L y Sambell, K (2003). La experiencia en la evaluación innovadora. En: Evaluar en la Universidad. Problemas y nuevos enfoques. Brown, S y Glasner, A (ed.) Narcea. Barcelona, España. p 91-103.
- Morin, E (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. pp 67.
- Perkins, D (1995). La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente. Gedisa SA. Barcelona, España. pp 262.
- Perrenoud, P (2008). Capítulo 5: La parte de evaluación formativa en cualquier evaluación continua. En La evaluación de los alumnos. De la producción de la excelencia a la regulación de los aprendizajes. Entre dos lógicas. Colihue. Madrid, España. p 101-112.
- Revelo-Sánchez, O; Collazos-Ordoñez, C A y Jiménez-Toledo, J A (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. TecnoLógicas, vol. 21(41). p 115-134.
- Temporetti, F (2009). ¿Teorías Del Aprendizaje? Seminario sobre Teorías Del Aprendizaje. Maestrías en Didácticas Específicas y Docencia Universitaria. Facultad de Humanidades y Ciencias. UNL.
- Vásconey González, G (2015). Propuesta didáctica colaborativa para la educación superior. Editorial Mar Abierto. Manta, Manabí, Ecuador.



Vaira, S M; Battisti, M y Affranchina, C (2022). Enseñanza de la estadística para futuros profesores de matemática: una experiencia de trabajo colaborativo. ICOTS11 (2022) Invited Paper (DOI: 10.52041/iase.icots11.T4C2).

## ANEXOS

---

### ANEXO 1: Planificación académica: Tratamientos de Efluentes

Carreras: Licenciatura en Biotecnología

Tipo: Asignatura

Carácter: Teórico Práctico

Año: 5

Cuatrimestre: 1

Responsable del espacio curricular:

Profesor Adjunto Laura B. Modini (Bioquímica y  
Categoría Docente-Investigador III).

Otros docentes:

Jefe de Trabajos Prácticos Mariel G Zerbatto (Licenciada el Biotecnología,  
Magister en Salud Ambiental y Categoría Docente-Investigador III).

Ayudante de Cátedra Ana V Pizarro (Licenciada el Biotecnología).

Tribunal examinador: Laura B Modini, Mariel G Zerbatto, Ana V Pizarro

Horas Totales: 60 Horas

Horas teóricas semanales: 3 Horas

Horas prácticas semanales: 4 Horas

#### Fundamentación:

La asignatura Tratamientos de Efluentes pertenece al Ciclo de Especialización del Plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología. Junto con Tecnología Inmunológica e Ingeniería Genética integra un bloque (5.1) de materias para la coordinación de horas y evaluaciones durante el cursado. Por otro lado, se relaciona con otras materias como Operaciones y Procesos Biotecnológicos y Operaciones Biotecnológicas, correlativas de esta materia.

Dentro de la carrera de la Licenciatura en Biotecnología, la asignatura se ocupa de la problemática ambiental, con especial énfasis en las aguas residuales. Pretende dar una visión global de las operaciones físicas y los procesos químicos y biológicos disponibles para el tratamiento de aguas residuales, proporcionando las bases de diseño y los criterios para la elección de las tecnologías más adecuadas que permitan minimizar el impacto de los efluentes sobre los cauces receptores o la posibilidad de reutilización de las aguas tratadas. Asimismo, aportar las bases necesarias para una correcta gestión y explotación de las plantas depuradoras y el cumplimiento de la reglamentación vigente. De esta forma, el alumno podrá alcanzar una perspectiva cognitiva de la interrelación existente entre naturaleza y actividad humana, cuyo equilibrio es fundamental para la supervivencia de la Biosfera, así como incidir en el control de las consecuencias negativas de los contaminantes.

### **Objetivos:**

#### **GENERALES:**

- Estudiar las tecnologías para el Tratamiento de Efluentes líquidos y el control de la contaminación: Se aborda la caracterización de las aguas residuales, se describen las operaciones y procesos unitarios utilizados en su depuración y los parámetros fundamentales de operación y se analiza el marco legal para el vertimiento y gestión de efluentes.

#### **ESPECÍFICOS:**

- Conocer la importancia de la preservación de los recursos naturales y los contaminantes químicos, físicos y biológicos que afectan el medio ambiente.

- Conocer la importancia de la diversidad de las especies en el equilibrio del ambiente y la valorización del bioensayo. - Aprender las herramientas que permitan el análisis, el diagnóstico y el control de la contaminación de los cursos de agua por causas antrópicas o naturales.

- Conocer los parámetros fundamentales de caracterización de efluentes.

- Comprender en profundidad los fundamentos de los procesos físico-químicos y biológicos de los distintos tratamientos de depuración de aguas residuales.

- Conocer la legislación provincial y nacional para el control de efluentes.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA LOS TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

- Adquirir destrezas en la realización de las técnicas analíticas más usadas en la caracterización de un efluente líquido.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS PARA LOS SEMINARIOS

- Comparar y seleccionar alternativas de depuración de un efluente e identificar tecnologías emergentes.

- Tener capacidad de proponer la línea de tratamiento más adecuada para diferentes tipos de aguas residuales y diseñar una planta de tratamiento de efluentes.

- Proponer opciones de reutilización, evacuación y/o vertido de las aguas tratadas.

- Realizar investigaciones bibliográficas sobre temas ambientales y elaborar documentos.

## **Contenidos:**

### CONTENIDOS DE LAS CLASES TEÓRICAS

Tema 1: Recursos naturales. Polución y contaminación. Eutrofización. Contaminantes físicos y químicos. Sustancias biodegradables y biorresistentes. Contaminantes biológicos. Adaptación y Selección. Concepto de biodiversidad. Bioacumulación. Bioensayo. Bioindicadores.

Tema 2: Caracterización de efluentes líquidos. Toma y conservación de muestras. Parámetros físicos y químicos orgánicos e inorgánicos.

Tema 3: Biodegradabilidad de los compuestos orgánicos. Fenómenos de autodepuración. Oxígeno disuelto. Parámetros de contaminación orgánica: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, otros. Parámetros de contaminación microbiológica: Bacterias indicadoras de contaminación.

Tema 4: Pretratamiento. Homogenización. Desbaste. Tamizado. Desarenado. Eliminación de grasas y aceites. Tratamiento primario. Neutralización. Sedimentación. Precipitación química. Coagulación-Floculación.

Tema 5: Tratamiento Secundario. Biodepuración. Principios. Organismos depuradores. Procesos metabólicos. Requisitos para biotratamiento. Biotratamiento aerobio. Factores intervinientes. Biotecnologías de tratamiento aerobio.

Tema 6: Biotratamiento anaerobio. Características y ventajas. Etapas de digestión anaerobia. Principales sistemas de depuración. Requerimientos del proceso. Digestores continuos y discontinuos.

Tema 7: Tratamiento terciario. Absorción con carbón activado. Intercambio iónico. Filtración a través de membranas. Desinfección. Tecnologías de remoción de nitrógeno y fósforo. Filtro de arena. Tratamiento de Barros. Biotratamiento y Biorremediación.

Tema 8: Legislación nacional y provincial para el control de vertidos. Control de la contaminación. Medidas preventivas. Reutilización de efluentes.

#### CONTENIDOS DE LOS TRABAJOS PRACTICOS

**Trabajo Práctico Nº1:** pH, Conductividad, Sólidos sedimentables, Sólidos totales, Sólidos suspendidos, Sólidos disueltos, Sólidos fijos y volátiles, Turbiedad, Cloruro, Grasa y Aceites.

**Trabajo Práctico Nº2:** DQO, Detergente, Nitrito y Amoniac.

**Trabajo Práctico Nº3:** Oxígeno disuelto y DBO. Análisis bacteriológico. Cloro.

#### TEMAS PROPUESTOS PARA LOS SEMINARIOS

1. Tratamiento de efluentes lácteos.
2. Tratamiento de efluentes de la industria de jugos cítricos.
3. Tratamiento de efluentes en la producción de celulosa y papel.
4. Tratamiento de efluentes en la industria frigorífica.
5. Tratamiento de efluentes cloacales.
6. Tratamiento de efluentes de curtiembre.
7. Tratamiento de efluentes industria azucarera.
8. Tratamiento de efluentes de la industria de la gelatina.

9. Tratamiento de efluentes de la industria cervecera.
10. Tratamiento de efluentes de la industria vitivinícola.
11. Tratamiento de efluentes de industrias textiles.
12. Tratamiento de efluentes de la producción ganadera.

### **Metodología de enseñanza:**

El proceso de Enseñanza y Aprendizaje se desarrollará a través de las siguientes modalidades:

- Clases teóricas: Se utilizará el método expositivo para transmitir los conceptos fundamentales de la asignatura. Los contenidos de la asignatura se encuentran condensados y a disposición del alumno en la carpeta "Apuntes de Cátedra". Durante la exposición de las clases teóricas, el docente utiliza los recursos más convenientes para el óptimo desarrollo de las mismas (pizarra, diapositivas, etc.). Según el tema, el docente puede proponer otras actividades como la resolución de problemas o la visita a plantas de tratamiento de aguas residuales. La exposición de las clases magistrales se encuentra a cargo de los tres docentes de la asignatura.
- Trabajos Prácticos de Laboratorio: Esta actividad se lleva a cabo teniendo en cuenta las normas de bioseguridad y bajo la vigilancia de los docentes, Magíster Mariel Zerbatto y Licenciada Ana Pizarro, quienes propiciarán la participación de todos los alumnos en el grupo de trabajo y los guiarán para una correcta manipulación del instrumental de laboratorio. La Cátedra proporciona al alumno la Guía de Trabajos Prácticos con los fundamentos y desarrollo de las técnicas analíticas.
- Seminarios: Puesta en común y discusión de los temas propuestos. En los seminarios se atenderá al diseño de una planta de tratamiento de efluentes. Para un efluente en particular, cada grupo realizará una investigación bibliográfica, seleccionará y propondrá los procesos más adecuados para lograr su depuración presentándolos en un trabajo monográfico y posterior ponencia al resto de los grupos. De este modo, se procura que los alumnos integren y profundicen los conocimientos impartidos durante las clases teórico-prácticas y refuercen su capacidad de expresión escrita y oral, a la vez que se promueve un aprendizaje activo. Para ello, los alumnos reciben una guía para la elaboración de la monografía y cuentan además con el asesoramiento del docente. Luego de la exposición el docente formulará preguntas que le permitan evaluar la comprensión del tema por parte de los integrantes del grupo y alentará el debate por parte de los miembros de los demás grupos.

## ANEXO 2: Planificación académica: Biotecnología Ambiental

Tipo: Asignatura

Carácter: Teórico Práctico

Año: 5

Cuatrimestre: 1

Responsable del espacio curricular:

Profesor Adjunto Laura B. Modini (Bioquímica y  
Categoría Docente-Investigador III).

Otros docentes:

Jefe de Trabajos Prácticos Mariel G Zerbato (Licenciada en Biotecnología,  
Magister en Salud Ambiental y Categoría Docente-Investigador III).

Ayudante de Cátedra Ana V Pizarro (Licenciada en Biotecnología).

Tribunal examinador: Laura B Modini, Mariel G Zerbato, Ana V Pizarro

Horas Totales: 60 Horas

Horas teóricas semanales: 2 Horas

Horas prácticas semanales: 2 Horas

### Fundamentación:

Dentro de la carrera de la Licenciatura en Biotecnología, la asignatura se ocupa de la problemática ambiental. Pretende dotar al alumno de conocimientos sobre procesos biotecnológicos para el tratamiento de los residuos urbanos e industriales, vertidos y emisiones y de herramientas que le permitan resolver problemas de contaminación mediante tecnologías de biorremediación proporcionando las bases para el diseño y los criterios para la elección de las técnicas más adecuadas que permitan minimizar el impacto sobre el medio ambiente, la posibilidad de reutilización de las aguas tratadas y la valorización de los residuos. Asimismo, aportar los conocimientos necesarios para una correcta gestión de los residuos y vertidos y el cumplimiento de la reglamentación vigente. De esta forma, el alumno podrá alcanzar una perspectiva cognitiva de la interrelación existente entre naturaleza y actividad humana, cuyo equilibrio es fundamental para la

supervivencia de la Biosfera, así como incidir en el control de las consecuencias negativas de los contaminantes.

Objetivos:

- Conocer los contaminantes químicos, físicos y biológicos que afectan el medio ambiente y la importancia de la preservación de los recursos naturales.
- Conocer la importancia de la diversidad de las especies en el equilibrio del medio ambiente y la valorización del bioensayo.
- Aprender las herramientas que permitan el análisis, el diagnóstico y el control de la contaminación por causas antrópicas o naturales.
- Conocer los parámetros de caracterización y control de un efluente.
- Comprender los fundamentos para el tratamiento biológico y las distintas tecnologías aeróbicas y anaeróbicas para efluentes.
- Interpretar el fenómeno de optimización del biotratamiento mediante microorganismos modificados.
- Analizar el marco legal para la (gestión y el vertimiento de efluentes

#### OBJETIVOS PARA LOS TRABAJOS PRÁCTICOS

- Lograr que el alumno adquiera destreza en la realización de las técnicas analíticas más usadas en la caracterización de un efluente.

#### OBJETIVOS PARA LOS SEMINARIOS

- Comparar y seleccionar alternativas de descontaminación e identificar tecnologías emergentes.
- Tener capacidad de proponer la línea de tratamiento más adecuada para diferentes tipos de residuos, con especial énfasis en los procesos biotecnológicos y tecnologías verdes.
- Proponer opciones de reutilización, evacuación y/o vertido de las aguas tratadas y valoración de los residuos sólidos.
- Realizar investigaciones bibliográficas sobre temas ambientales y elaborar documentos.



Contenidos:

## Tema 1: INTRODUCCIÓN

Biotecnología ambiental: Definición, alcances y situación actual. Recursos naturales. Contaminación y Polución. Aspectos físicos y químicos de la Contaminación. Sustancias biodegradables y biorresistentes. Compuestos biogénicos y xenobióticos. Residuos tóxicos y genotoxicidad. Bioacumulación. Biomagnificación. Eutrofización. Aspectos biológicos de la contaminación. Adaptación y Selección. Concepto de Biodiversidad.

## Tema 2: MONITOREO AMBIENTAL

Principales contaminantes ambientales. Fuentes de contaminación. Programa de muestreo. Sistemas de muestreo. Tipos de muestra. Extracción y preservación de muestras. Características analíticas físicas y químicas orgánicas e inorgánicas. Organismos indicadores. Bioensayo. Biomarcadores. Biosensores.

## Tema 3: BIODEGRADABILIDAD DE COMPUESTOS ORGÁNICOS.

Biodegradación. Fenómeno de autodepuración Oxígeno Disuelto Demanda de Oxígeno: DOO. DBO, otros. Bacterias indicadoras de contaminación fecal.

## Tema 4: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Pretratamiento. Tratamiento primario. Tratamiento biológico de aguas residuales. Organismos depuradores. Procesos metabólicos. Factores intervinientes. Requisitos para el biotratamiento Tecnologías de biotratamiento aeróbico, Biotecnologías de remoción de nitrógeno y fósforo.

Tema 5: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (Continuación) Etapas de la digestión anaeróbica Requerimientos del proceso. Tecnologías de biotratamiento anaeróbico. Tratamiento terciario. Tratamiento de barros. Legislación provincial y nacional para el control de efluentes. Control de la contaminación. Medidas preventivas. Reutilización de efluentes.

## Tema 6: BIOTRATAMIENTO DE RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS

Biorremediación. Factores que afectan la Biorremediación. Técnicas de biorremediación. Uso de microorganismos modificados para la biodegradación de materiales peligrosos. Biorremediación de residuos gaseosos. Biorremediación de hidrocarburos. Biorremediación de compuestos xenobióticos. Legislación nacional y provincial sobre residuos peligrosos

## Tema 7 BIOMINERÍA

Concepto de Biominería. Concentración de minerales: Bioflotación. Extracción de metales: Biolixiviación y Biooxidación. Biorremediación de metales y radionúclidos: biosorción, bioprecipitación, otros.

Tema 8 BIOCOMBUSTIBLES Cambio climático y combustibles fósiles. Alternativas energéticas a los combustibles fósiles. Tipos de biocombustibles y características generales. Fuentes de biocombustibles. Procesos biotecnológicos de producción. Ventajas y desventajas del uso de biocombustibles. Programa Nacional de Biocombustibles.

### **Metodología de enseñanza:**

El proceso de Enseñanza y Aprendizaje se desarrolla a través de las siguientes modalidades:

-Clases teóricas: Se utiliza el método expositivo para transmitir los conceptos fundamentales de la asignatura. Los contenidos de la asignatura se encuentran condensados y a disposición del alumno en la carpeta "Apuntes de Cátedra". Durante la exposición de las clases teóricas, el docente emplea los recursos más convenientes para el óptimo desarrollo de las mismas (pizarra, diapositivas, etc.). Según el tema, el docente puede proponer otras actividades como la resolución de problemas, visita a plantas de tratamiento de efluentes, otra. La exposición de las clases magistrales se encuentra a cargo de los tres docentes de la asignatura.

-Trabajos Prácticos de Laboratorio: Esta actividad se lleva a cabo teniendo en cuenta las normas de bioseguridad y bajo la vigilancia de los docentes, Magíster Mariel Zerbato y Licenciada Ana Pizarro, quienes propiciarán la participación de todos los alumnos en el grupo de trabajo y los guiarán para una correcta manipulación del instrumental de laboratorio. La Cátedra proporciona al alumno la Guía de Trabajos Prácticos con los fundamentos y desarrollo de las técnicas analíticas.

- Seminarios: Puesta en común y discusión de los temas propuestos. La lista de temas para los seminarios se entrega al inicio del Curso. En los seminarios se atenderá a la recuperación de ambientes contaminados y al diseño de plantas de tratamiento de residuos urbanos, industriales o agrícolas. Cada grupo realizará una investigación bibliográfica, seleccionará y propondrá los procesos más adecuados para lograr su descontaminación, presentándolos en un trabajo monográfico y posterior ponencia al resto de los grupos. De este modo, se procura que los alumnos integren y profundicen los conocimientos impartidos durante las clases teóricas y prácticas y refuercen su capacidad de expresión escrita y oral, a la vez que se promueve un aprendizaje activo. Para ello, los alumnos reciben una guía para la elaboración de la monografía y cuentan además con el asesoramiento del docente.

Luego de la exposición los docentes de la asignatura formulan preguntas que le permiten evaluar la comprensión del tema por los integrantes del grupo e incentiva el debate entre los demás alumnos.

**Nómina de actividades prácticas:**

Trabajo Práctico N°1: pH, Conductividad, Sólidos sedimentables, Sólidos totales, Sólidos suspendidos, Sólidos disueltos, Sólidos fijos y volátiles, Turbiedad, Cloruro, Grasa y Aceites.

Trabajo Práctico N°2: DQO, Detergente, Nitrito y Amoníaco.

Trabajo Práctico N°3: Oxígeno disuelto y DBO. Técnica de Fermentación en Tubo Múltiple para bacterias del Grupo Coliformes. Cloro residual. Observación microscópica de Barros Activados.

**TEMAS PROPUESTOS PARA LOS SEMINARIOS**

1. Efluentes lácteos.
2. Recuperación de suelos contaminados con plaguicidas.
3. Efluentes en la producción de celulosa y papel.
4. Efluentes en la industria frigorífica.
5. Efluentes cloacales.
6. Efluentes de curtiembre.
7. Efluentes industria azucarera.
8. Drenaje ácido de minas
9. Efluentes de la industria cervecera.
10. Efluentes de la industria vitivinícola.
11. Recuperación de suelos intervenidos por minería.
12. Efluentes de la producción ganadera.

### **ANEXO 3: Nueva planificación académica para la asignatura Biotecnología Ambiental**

Carácter: Teórico-Práctico

Duración del cursado: 15 semanas en el 9º cuatrimestre de cursado.

Responsable del espacio curricular:

Profesor Adjunto Laura B. Modini (Bioquímica y  
Categoría Docente-Investigador III).

Otros docentes:

Jefe de Trabajos Prácticos Mariel G Zerbato (Licenciada en Biotecnología,  
Magister en Salud Ambiental y Categoría Docente-Investigador III).

Ayudante de Cátedra Ana V Pizarro (Licenciada en Biotecnología).

Tribunal examinador: Laura B Modini, Mariel G Zerbato, Ana V Pizarro

Horas Totales: 60 Horas

Horas semanales de seminarios: 2,5 Horas

Horas prácticas semanales: 2 Horas

#### **Fundamentación:**

Dentro de la carrera de la Licenciatura en Biotecnología, la asignatura se ocupa de la problemática ambiental. Pretende dotar al alumno de conocimientos sobre procesos biotecnológicos para el tratamiento de los residuos urbanos e industriales, vertidos y emisiones y de herramientas que le permitan resolver problemas de contaminación mediante tecnologías de biorremediación proporcionando las bases para el diseño y los criterios para la elección de las técnicas más adecuadas que permitan minimizar el impacto sobre el medio ambiente, la posibilidad de reutilización de las aguas tratadas y la valorización de los residuos. Asimismo, aportar los conocimientos necesarios para una correcta gestión de los residuos y vertidos y el cumplimiento de la reglamentación vigente. De esta forma, el alumno podrá alcanzar una perspectiva cognitiva de la interrelación existente entre naturaleza y actividad humana, cuyo equilibrio es fundamental para la supervivencia de la Biosfera, así como incidir en el control de las consecuencias negativas de los contaminantes.

### **Objetivos generales:**

- Conocer los contaminantes químicos, físicos y biológicos que afectan el medio ambiente y la importancia de la preservación de los recursos naturales.
- Conocer la importancia de la diversidad de las especies en el equilibrio del medio ambiente y la valorización del bioensayo.
- Aprender las herramientas que permitan el análisis, el diagnóstico y el control de la contaminación por causas antrópicas o naturales.
- Conocer los parámetros de caracterización y control de un efluente.
- Comprender los fundamentos para el tratamiento biológico y las distintas tecnologías aeróbicas y anaeróbicas para efluentes.
- Interpretar el fenómeno de optimización del biotratamiento mediante microorganismos modificados.
- Analizar el marco legal para la (gestión y el vertimiento de efluentes

### **Objetivos para los Trabajos Prácticos**

- Lograr que el alumno adquiera destreza en la realización de las técnicas analíticas más usadas en la caracterización de un efluente.

### **Objetivos para los seminarios**

- Comparar y seleccionar alternativas de descontaminación e identificar tecnologías emergentes.
- Tener capacidad de proponer la línea de tratamiento más adecuada para diferentes tipos de residuos, con especial énfasis en los procesos biotecnológicos y tecnologías verdes.
- Proponer opciones de reutilización, evacuación y/o vertido de las aguas tratadas y valoración de los residuos sólidos.
- Realizar investigaciones bibliográficas sobre temas ambientales y elaborar documentos.

### **Contenidos:**

Tema 1: INTRODUCCIÓN: Biotecnología ambiental: Definición, alcances y situación actual. Recursos naturales. Contaminación y Polución. Aspectos físicos y químicos de la Contaminación. Sustancias biodegradables y biorresistentes. Compuestos biogénicos y xenobióticos. Residuos tóxicos y genotoxicidad. Bioacumulación. Biomagnificación. Eutrofización. Aspectos biológicos de la contaminación. Adaptación y Selección. Concepto de Biodiversidad.

Tema 2: MONITOREO AMBIENTAL: Principales contaminantes ambientales. Fuentes de contaminación. Programa de muestreo. Sistemas de muestreo. Tipos de muestra. Extracción y preservación de muestras. Características analíticas físicas y químicas orgánicas e inorgánicas. Organismos indicadores. Bioensayo. Biomarcadores. Biosensores.

Tema 3: BIODEGRADABILIDAD DE COMPUESTOS ORGÁNICOS: Biodegradación. Fenómeno de autodepuración Oxígeno Disuelto Demanda de Oxígeno: DOO. DBO, otros. Bacterias indicadoras de contaminación fecal.

Tema 4: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: Pretratamiento. Tratamiento primario. Tratamiento biológico de aguas residuales. Organismos depuradores. Procesos metabólicos. Factores intervinientes. Requisitos para el biotratamiento Tecnologías de biotratamiento aeróbico, Biotecnologías de remoción de nitrógeno y fósforo.

Tema 5: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (Continuación) Etapas de la digestión anaeróbica Requerimientos del proceso. Tecnologías de biotratamiento anaeróbico. Tratamiento terciario. Tratamiento de barros. Legislación provincial y nacional para el control de efluentes. Control de la contaminación. Medidas preventivas. Reutilización de efluentes.

Tema 6: BIOTRATAMIENTO DE RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS: Biorremediación. Factores que afectan la Biorremediación. Técnicas de biorremediación. Uso de microorganismos modificados para la biodegradación de materiales peligrosos. Biorremediación de residuos gaseosos. Biorremediación de hidrocarburos. Biorremediación de compuestos xenobióticos. Legislación nacional y provincial sobre residuos peligrosos

Tema 7 BIOMINERÍA: Concepto de Biominería. Concentración de minerales: Bioflotación. Extracción de metales: Biolixiviación y Biooxidación. Biorremediación de metales y radionúclidos: biosorción, bioprecipitación, otros.

Tema 8 BIOCOMBUSTIBLES: Cambio climático y combustibles fósiles. Alternativas energéticas a los combustibles fósiles. Tipos de biocombustibles y características generales.

Fuentes de biocombustibles. Procesos biotecnológicos de producción. Ventajas y desventajas del uso de biocombustibles. Programa Nacional de Biocombustibles.

### **Metodología de enseñanza:**

El proceso de Enseñanza y Aprendizaje se desarrolla a través de las siguientes modalidades:

#### **Seminarios:**

El objetivo del seminario es la búsqueda de protagonismo del estudiante, que al apropiarse de los métodos y herramientas facilitadas por el docente durante la enseñanza, le permita consolidar los contenidos científico-técnicos que ofrece la bibliografía básica y los apuntes de la asignatura.

Los seminarios están formados por dos instancias, una de desarrollo y/o producción y otra de presentación o puesta en común:

- ✚ Seminario de producción: Se conformar grupos de 5 a 10 alumnos, asignándole a cada grupo una tarea o tema que atenderá a la recuperación de ambientes contaminados y al diseño de plantas de tratamiento de residuos urbanos, industriales o agrícolas. Semanalmente se organizará la indagación a los estudiantes por medio de una "Hoja de trabajo" con preguntas para que los alumnos pueda analizar el contenido en base a lo tratado en la bibliografía básica.
- ✚ Puesta en común y discusión de los temas propuestos. En este paso los estudiantes tendrán que exponer y defender el trabajo monográfico realizado.

De este modo, se procura que los alumnos integren y profundicen los conocimientos de los procesos de los otros grupos y refuercen su capacidad de expresión escrita y oral, a la vez que se promueve un aprendizaje activo. Para ello, los alumnos reciben una guía para la elaboración de la monografía y cuentan además con el asesoramiento del docente. Luego de la exposición los docentes de la asignatura formulan preguntas que le permiten evaluar la comprensión del tema por los integrantes del grupo e incentiva el debate entre los demás alumnos.

Temas propuestos para los seminarios

1. Efluentes lácteos.
2. Recuperación de suelos contaminados con plaguicidas.
3. Efluentes en la producción de celulosa y papel.

4. Efluentes en la industria frigorífica.
5. Recuperación de mar / suelos contaminados con hidrocarburos.
6. Efluentes industria azucarera.
7. Drenaje ácido de minas
8. Efluentes de la industria cervecera.
9. Efluentes de la industria vitivinícola.
10. Recuperación de suelos intervenidos por minería.

### **Trabajos Prácticos de Laboratorio:**

Esta actividad se lleva a cabo teniendo en cuenta las normas de bioseguridad y bajo la vigilancia de los docentes, Magíster Mariel Zerbatto y Licenciada Ana Pizarro, quienes propiciarán la participación de todos los alumnos en el grupo de trabajo y los guiarán para una correcta manipulación del instrumental de laboratorio. La Cátedra proporciona al alumno la Guía de Trabajos Prácticos con los fundamentos y desarrollo de las técnicas analíticas.

Nómina de actividades prácticas:

Trabajo Práctico N°1: pH, Conductividad, Sólidos sedimentables, Sólidos totales, Sólidos suspendidos, Sólidos disueltos, Sólidos fijos y volátiles, Turbiedad, Cloruro, Sustancias solubles en éter etílico (Grasa y Aceites).

Trabajo Práctico N°2: DQO, Detergente, Nitrito y Amoníaco.

Trabajo Práctico N°3: Oxígeno disuelto y DBO. Técnica de Fermentación en Tubo Múltiple para bacterias del Grupo Coliformes. Cloro residual.



## ANEXO 4: Ejemplo de rúbrica para la evaluación del trabajo monográfico.

Criterios de evaluación/ Nivel	No alcanza	Bueno	Excelente
Aspectos de formato y normas: <b>Considerar portada, numeración de páginas, tamaño de la letra, fuentes documentales bien referenciadas y el tamaño del trabajo acorde a las normas establecidas.</b>	No cumple con ninguno de los aspectos de formato ni las normas.	Alcanza la mayoría de los aspectos de formato y las normas.	Cumple con todos los aspectos citados.
<b>Puntuación parcial:</b>	0	12	20
<b>Ortografía y gramática de redacción.</b>	La ortografía y la gramática son incorrectas; los errores dificultan la comunicación.	La ortografía y la gramática son correctas; existen algunos errores pero casi nunca dificultan la comunicación.	La ortografía es correcta; presenta muy pocos errores y éstos no dificultan la comunicación. La gramática es correcta.
<b>Puntuación parcial:</b>	0	12	20
<b>Contenido: Considerar introducción correcta, reflexión sobre el tema, y el contenido de todos los apartados está bien desarrollado.</b>	No alcanza ninguno de los aspectos citados.	Alcanza la mayoría de los aspectos citados.	Alcanza todos los aspectos citados.
<b>Puntuación parcial:</b>	0	30	50
<b>Responsabilidad</b>	No se presentó el trabajo en el tiempo estipulado.	Se presentó el trabajo fuera tiempo estipulado.	Si presenta seriedad en la entrega.
<b>Puntuación parcial:</b>	0	6	10
<b>Puntuación total:</b>	0	60	100