



Cavallo, Ema Claudia

Aportes para la actualización de microbiología industrial en el marco de una futura reforma del plan de estudios de Ingeniería Química de la FIUBA.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Cavallo, E. C. (2021). *Aportes para la actualización de Microbiología Industrial en el marco de una futura reforma del plan de estudios de Ingeniería Química de la FIUBA. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes* <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3290>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Aportes para la actualización de Microbiología Industrial en el marco de una futura reforma del plan de estudios de Ingeniería Química de la FIUBA.

Trabajo final integrador

Ema Claudia Cavallo

eccavallo@fi.uba.ar

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo proponer una innovación en la planificación de la enseñanza y la evaluación de la asignatura Microbiología Industrial de la Facultad de Ingeniería de la UBA (FIUBA). Con este propósito, se estudió tanto la asignatura en el marco de la institución y la carrera, como la programación de las clases y los recursos didácticos puestos en juego. Para ello, se analizó el *curriculum* de Ingeniería Química y de Microbiología Industrial, trabajando sobre el plan de estudios de la carrera y sobre la planificación escrita de la asignatura, respectivamente. Asimismo, se presencié el dictado de clases, se entrevistó a la titular de la cátedra y se estudió un instrumento de evaluación escrita, información con la cual se llevó a cabo el diagnóstico general de la asignatura. Finalmente, se realizaron propuestas para enriquecer la planificación de Microbiología Industrial, incluyendo estrategias didácticas basadas en competencias y el uso de nuevas tecnologías; desde una perspectiva social, ambiental y de trabajo en equipo. De esta manera, el presente proyecto de innovación pretende facilitar el cumplimiento del llamado Proyecto del Plan 2020 de la FIUBA, donde se propone actualizar las carreras de grado para hacer frente a los nuevos desafíos que las personas ingenieras deben enfrentar en el mundo laboral del siglo XXI.

Palabras clave: Microbiología, *curriculum*, programación, planificación, evaluación, nuevas tecnologías, aprendizaje basado en competencias, Plan 2020.



Trabajo Final de Carrera
Especialización en Docencia Universitaria (EDU)

Proyecto de innovación:

*Aportes para la actualización de Microbiología Industrial en el marco de
una futura reforma del plan de estudios de Ingeniería Química de la FIUBA.*

Autora: Ema C. Cavallo
ecavallo@uvq.edu.ar; eccavallo@fi.uba.ar

Director: Leopoldo Iannone

Co-directora: Silvia Porro

Universidad Nacional de Quilmes (UNQ)

Año 2021

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos especiales a mis directores de TFI, Leopoldo y Silvia, por haber aceptado guiarme y ayudarme en este trabajo.

A Patricia Cerrutti, por haber participado directa e indirectamente en el proyecto y estar siempre dispuesta a colaborar y alentarme en el camino de la docencia. A María Laura Foresti que, junto a Patricia, son mis directoras de doctorado y han propiciado siempre el espacio y el tiempo para pueda continuar mis estudios y formación docente, integrada a mi carrera como investigadora.

A Marcos Salemi por haberme permitido realizar este camino junto a él y haberme abierto las puertas de su hogar, junto a Ana y Tomi.

A mi familia, por alentarme cuando me faltaban las fuerzas, especialmente a Nati y Jere.

Y por supuesto, no puedo dejar de agradecer a la educación pública, especialmente a la UNQ y a la UBA, que me permitieron -y me siguen permitiendo- estudiar y crecer como profesional.

ÍNDICE**PÁGINA**

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Ingeniería como profesión. Perfiles y competencias requeridos en Ingeniería Química.	
1.2 Enseñanza	
1.2.1 Planificación, programación y <i>curriculum</i>	
1.2.2 Estrategia de enseñanza basada en competencias	
1.2.3 Herramientas virtuales en la programación de la enseñanza	
1.2.4 Programación y planificación de la evaluación	
2. OBJETIVOS.....	15
3. DIAGNÓSTICO.....	16
3.1 Ingeniería Química en Argentina y FIUBA	
3.2 Análisis de contenido del <i>curriculum</i> de Ingeniería Química de FIUBA y su articulación con el Plan 2020	
3.2.1 <i>Curriculum</i> explícito y estructura curricular de la carrera	
3.2.2 <i>Curriculum</i> oculto	
3.2.3 Perfil “del graduado”	
3.3 Situación general y curricular de Microbiología Industrial. Presentación de la asignatura	
3.3.1 <i>Curriculum</i> explícito de Microbiología Industrial	
3.3.2 <i>Curriculum</i> oculto y “Perfil “del graduado” de Microbiología Industrial	
3.3.3 Puntos débiles de la asignatura	
3.4 Programación y planificación de la enseñanza en Microbiología Industrial	
3.4.1 Recursos didácticos y Plan 2020	
3.4.2 Influencia de la Institución (FIUBA)	
3.4.3 Programación de la enseñanza: Evaluación	
3.5 Actualización de contenidos	

3.6	Articulación con otras asignaturas	
3.7	Herramientas virtuales	
3.8	Prácticas sociales	
3.9	Reflexiones finales y conclusiones sobre el diagnóstico	
4.	RESULTADOS ESPERADOS.....	36
5.	DISEÑO DE ESTRATEGIAS Y PLAN DE ACTIVIDADES.....	37
5.1	Inclusión del orden de las clases conjuntamente con la bibliografía, y las fechas de entrega de trabajos en el cronograma en la planificación de la asignatura.	
5.2	Articulación con Microbiología Industrial para Ingeniería en Alimentos.	
5.3	Articulación conjunta del TP “Análisis microbiológico de aguas” y prácticas sociales.	
5.4	Incorporación de seminarios en inglés a cargo de grupos de estudiantes con temas elegidos por el cuerpo docente.	
5.5	Incorporación del tema “Biorremediación” al <i>curriculum</i> explícito.	
5.6	Campus virtual y guía de autocorrección.	
5.7	Propuestas de estrategias de enseñanza y evaluación desarrolladas en mayor profundidad	
5.7.1	Propuesta de estrategia de enseñanza basada en un caso	
5.7.2	Propuesta de estrategia de enseñanza basada en TP integrado y utilizando herramientas virtuales	
5.7.3	Propuesta de valorización de la enseñanza con un instrumento de evaluación escrita y con empleo de un instrumento de apoyo a la corrección	
5.8	Reflexiones finales	
6.	FACTIBILIDAD Y CRONOGRAMA PROPUESTO.....	48
7.	FORMAS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO E INDICADORES PARA MEDICIÓN DE LOS RESULTADOS	49
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
9.	ANEXOS 1 – 8.....(compilados aparte)	

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El presente proyecto de innovación se centra específicamente en la asignatura Microbiología Industrial dentro de la carrera Ingeniería Química de la UBA. El plan de estudios de la carrera actualizado en 2016 (**ANEXO 1**) estima que la misma se compone de 48 asignaturas, divididas en 12 cuatrimestres, lo cual puede variar dependiendo del recorrido elegido por el/la estudiante. Temporalmente, Microbiología Industrial se ubica hacia el final de la carrera, particularmente en el noveno cuatrimestre. La importancia de **Microbiología Industrial** dentro de Ingeniería Química radica en que los microorganismos forman parte de numerosos procesos industriales de gran importancia económica, abarcando tanto la industria farmacéutica, **biotecnológica** y alimentaria, como también el área de los biocombustibles, entre otras. Debido a ello, los conocimientos impartidos en la asignatura permiten al estudiantado capacitarse para trabajar en campos postulados por la Facultad de Ingeniería de la UBA (FIUBA), como la producción de **energías no convencionales**, prevención y control de **contaminaciones ambientales**, fermentaciones industriales, tratamiento biológico de **efluentes** y desarrollo de nuevos materiales y servicios. Asimismo, la asignatura ofrece un abordaje introductorio a los microorganismos y hace especial hincapié en la importancia de los procesos fermentativos industriales de gran relevancia económica. El estudio de los bioprocesos en sus tres etapas -aguas arriba, fermentación y separación- permite al estudiantado retomar y afianzar conceptos adquiridos en asignaturas anteriores, convirtiéndose en una **asignatura integradora, pero con una mirada biológica**, distinta a la perspectiva del resto de las materias que conforman Ingeniería Química.

El plan de estudios de Ingeniería Química vigente corresponde a 1986, el cual se ha ido modificando en 2008, 2010 y finalmente en 2016. Si bien Microbiología Industrial ha sido actualizada desde el primer plan de estudios, los constantes descubrimientos en ciencias biológicas e informática obligan a realizar una revisión integral de sus contenidos. Más aún, los trabajos prácticos (TPs), los recursos y las **estrategias didácticas** empleadas en la enseñanza **no suelen ser objetos particulares de revisión**. Por otro lado, en 2018 se establecieron en toda la FIUBA los lineamientos generales del llamado “**Proyecto del Plan 2020**”, donde se propone actualizar la oferta académica y revisar los planes de estudios con el objeto de actualizarse frente a los nuevos desafíos que los/as ingenieros/as deben enfrentar en el mundo laboral,

estableciendo además las bases necesarias para la articulación grado-posgrado, la internacionalización y la posibilidad de la educación a distancia para una mayor flexibilidad académica e integrada (Res. CD 1235/2018 FIUBA). En este marco, se requiere que las personas graduadas de la FIUBA tengan un perfil con una sólida y **actualizada formación académica** y con capacidad de **diseñar, planificar y gestionar proyectos**, desarrollando en su paso por la universidad capacidades comunicativas, de **trabajo en equipo y del uso del idioma inglés**. Además, se busca formar personas graduadas con **consciencia social y ambiental** para sus prácticas laborales. Todo esto convierte a Microbiología Industrial en una excelente candidata para la innovación. En vistas de la inminente revisión -y posible reforma curricular- y ante la necesidad de responder a las competencias específicas requeridas para ingenieras/os químicas/os, el presente proyecto propone revisar la planificación y los recursos didácticos de la asignatura Microbiología Industrial, con el objeto de introducir innovaciones que faciliten el cumplimiento del Plan 2020.

El producto final de este trabajo es una propuesta de reforma de la mencionada asignatura que pueda incorporarse al Plan 2020, teniendo como ejes centrales la **planificación de la enseñanza y la evaluación**. Para ello, se tendrán en cuenta las **competencias de personas egresadas en ingeniería química** y se indagará sobre la **articulación con otras asignaturas, la incorporación de herramientas virtuales y las prácticas sociales**. Todos estos conceptos irán siendo desarrollados como base para el diagnóstico y la innovación mencionada.

1.1 Ingeniería como profesión. Perfiles y competencias requeridos en Ingeniería Química.

Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas se aplica a la experiencia y la práctica. La práctica de la Ingeniería comprende el estudio de factibilidad técnico-económica, investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, modelación, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento, dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, sistemas y procesos. Más aún, las cuestiones relativas a la seguridad y la **preservación del medio ambiente** constituyen aspectos fundamentales que la práctica de la ingeniería debe observar. Esto lleva a la

necesidad **de proponer una propuesta didáctica -o *curriculum*-** con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística. Las personas graduadas en carreras de ingeniería deben tener una adecuada formación general, que les permita adquirir nuevos conocimientos y herramientas derivados del avance de la ciencia y tecnología. De esta manera, existen ciertos **contenidos “transversales”** que deben estar presentes en todas las carreras de ingeniería, los cuales incluyen: investigación, emprendedorismo, creatividad, interdisciplinariedad, compromiso político y responsabilidad social y ambiental (CONFEDI, 2018). Estos contenidos se traducen, en última instancia, en lo que se denomina **“competencias”**, es decir, en un conjunto de habilidades y saberes adquiridos propios de cada disciplina.

En relación a las competencias en ingeniería, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) -máximo representante de la educación en Ingeniería a nivel nacional- ha realizado una distinción entre las llamadas **“competencias genéricas” o “transversales”**, las cuales son comunes a todas las carreras de ingeniería, y las **competencias “específicas”** de cada carrera, es decir, todas aquellas propias del campo disciplinar de la titulación a alcanzar que el estudiantado debe acreditar para su egreso (CONFEDI, 2018). En Ingeniería Química, CONFEDI establece que las personas egresadas deberán poseer **conocimientos específicos** tanto de **procesos biotecnológicos (tecnologías aplicadas)**, como en **microbiología y química biológica** como parte de las tecnologías básicas. Más aún, se encuentran entre sus actividades reservadas el diseño, cálculo y proyecto de productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la **modificación** física, energética, fisicoquímica, química o **biotecnológica de la materia**; e instalaciones de control y de transformación de emisiones energéticas, efluentes líquidos, residuos sólidos y emisiones gaseosas.

Dentro de sus competencias específicas relevantes para este proyecto se encuentran:

- Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes,

interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis;

- Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.

En resumen, la enseñanza en Ingeniería Química deberá guiar al estudiantado de tal forma que, al alcanzar la titulación en cuestión, las personas ingenieras sean competentes en los ejes mencionados más arriba. Así, la enseñanza en ingeniería representa un desafío que se intentará abordar en este proyecto desde el campo de la biotecnología y la microbiología industrial.

1.2 Enseñanza

1.2.1 Planificación, programación y curriculum

El ejercicio de la enseñanza comprende esencialmente tres etapas en relación a la temporalidad del dictado de una clase: un momento pre-activo, uno interactivo (durante la clase) y otro post-activo. En este sentido, **la planificación de la enseñanza** consiste en el primer proceso que es pre-activo y de naturaleza altamente cognitiva por parte del cuerpo docente. Aquí aparecen conceptos como el de “**programación**”, el cual puede definirse como un proceso de estructuración de secuencias, y se compone por la selección, la organización y el establecimiento de estrategias de enseñanza. El “**programa**”, “**plan de estudios**” o también llamado “**curriculum explícito**” es considerado una organización y jerarquización de conocimientos, es decir, es la selección que prescribe la tarea de estudiantes y docentes de manera escrita. En otras palabras, el programa, plan de estudios o *curriculum* (explícito) **es la expresión en textos de la programación y del contenido** (Feldman & Palamidessi, 2001). Sin embargo, el contenido es más que el conjunto de temas explícitamente expresados en el

programa. El contenido es todo aquello que puede aprenderse de una clase o de un curso completo, incluyendo las actitudes del cuerpo docente frente al conocimiento y su disciplina (Feldman, 2015).

Como ya se mencionó, todo *curriculum* explícito, programa o plan de estudios propone una prescripción selectiva de los contenidos de la enseñanza (Terigi, 1999; Gvirtz & Palamidessi, 2000). Según Gimeno Sacristán (1990) lo que se selecciona de un *curriculum* y lo que se excluye de él son dos caras del mismo proyecto cultural y educativo. Es decir, que el *curriculum* siempre está conformado por un *curriculum* explícito y por uno oculto (Terigi, 1999). **El *curriculum* oculto** puede definirse como la ideología que no se enseña explícitamente, a través de textos, sino que se enseña a través de **prácticas**. El *curriculum* oculto puede enseñar conformismo, obediencia e individualismo o valores que expresen todo lo contrario (da Silva, 2001).

Es importante resaltar también que el contenido a enseñar debería tener en cuenta las diferentes habilidades del estudiantado, para que pueda aprender y aprovechar el conocimiento impartido y, finalmente, darle utilidad a ese conocimiento en su carrera profesional, el cual debería ser acorde a las competencias establecidas para dicha profesión. Para ser enseñado, el conocimiento requiere de una versión, una re-contextualización que, por sus características, no puede ser realizada solamente desde el campo de la ciencia (Feldman & Palamidessi, 2001). La enseñanza de ese conocimiento debe tener una homología en donde se sitúa en relación a la manera en que se va a emplear ese conocimiento posteriormente. No es solamente el ¿qué debería saber? Sino, ¿para qué es necesario saberlo? Y, ¿cómo se debería usar ese conocimiento? (Terigi, 1999).

En relación a estas preguntas, es importante mencionar que, según el paradigma social la implicancia del concepto “*curriculum*” ha ido cambiando con el tiempo, respondiendo a tres corrientes de pensamiento: **tecnocrático, crítico y poscrítico** (Hamilton, 1991; Terigi, 1999). Tradicionalmente, el *curriculum* ha tenido una función utilitarista y tecnocrática, enseñando y adoctrinando a las personas para la vida y funcionalidad de la sociedad moderna, considerando al *curriculum* como un conjunto de elementos neutrales (Gimeno Sacristán, 1990). A partir de las teorías críticas se reconocen la no neutralidad del *curriculum* y la imposibilidad de separar a la persona de la cultura, considerando al conocimiento como una construcción situada socialmente y tomando a cada estudiante como persona individual y con características y particularidades propias no universales (da Silva, 2001). Finalmente, las teorías pos-

críticas han ido más allá de la concepción crítica de cuestionamiento y examinación, aceptando que el *curriculum* es político, que existen relaciones de poder y trabajan desde allí, otorgándole gran relevancia al lenguaje y al discurso, ya que estos tienen una función preformativa, creando al objeto que enuncian, produciendo realidades y también “otredades” (da Silva, 2001).

Durante este trabajo, **se estudiará el *curriculum*, tanto de Ingeniería Química como de Microbiología Industrial, intentando discernir entre las esferas explícitas y ocultas del mismo, con el objetivo de realizar un análisis íntegro de la programación** de la asignatura y teniendo en consideración las competencias para Ingeniería Química, como base de una posible reforma para dar cumplimiento al Plan 2020.

1.2.2 Estrategia de enseñanza basada en competencias

En las carreras de ingeniería es notoria la tendencia hacia el implemento de estrategias de aprendizaje basadas en competencias (Igarza, 2018; Paoloni et al, 2019; Uziak, 2016). Este conjunto de habilidades y saberes adquiridos denominados “competencias”, no son solo la apropiación de un conocimiento sino también la replicación y aplicación del mismo en entornos semejantes (Igarza, 2018). Más aún, ante el panorama actual de innovaciones tecnológicas permanentes, globalización de la fuerza laboral, individualidad y alto grado de competitividad, se torna cada vez más importante desarrollar además competencias más allá del saber y del saber hacer, que trascienden los conocimientos técnicos y las habilidades cognitivas. Estas competencias son las ya mencionadas como “genéricas” (o “transversales”) en la **Sección 1.1**, que además de involucrar competencias tecnológicas comunes a todas las ingenierías, involucran además competencias sociales, políticas y actitudinales (CONFEDI, 2018). Se desprende aquí que **estas competencias genéricas y no tecnológicas** se encuentran estrechamente ligadas con el ***curriculum oculto*** y, por ende, se enseñan de manera **práctica y no teórica**. De esta manera, las competencias genéricas potencian en las personas egresadas de ingeniería una mejor adaptación al contexto y a circunstancias impredecibles o conflictivas con mayores probabilidades de éxito, facilitando el desarrollo de comportamientos éticos e integrales (Paoloni et al., 2019).

Existen estrategias como la **utilización de casos prácticos o la enseñanza basada en proyectos** que se emplean en la enseñanza basada en competencias, donde el

estudiantado debe resolver situaciones similares a su práctica profesional y donde se pone en juego su pensamiento comprensivo, crítico y creativo para tomar decisiones y solucionar problemas vinculados estrechamente tanto con las competencias transversales como las específicas propias de su carrera (de los Ríos et al., 2010; Yadav et al., 2014). En tal sentido, la enseñanza de Microbiología Industrial resulta un modelo interesante para la implementación de estrategias de enseñanza basada en competencias.

1.2.3 Herramientas virtuales en la programación de la enseñanza

Es importante mencionar que dentro del Plan 2020 se incluye a las nuevas tendencias de internacionalización de la educación y de educación a distancia. Éstas impulsan cada vez más el empleo de nuevas tecnologías y la virtualización de los recursos didácticos incluidos en la programación de la enseñanza. Estrategias como **aprendizaje invertido**, *Flipped classroom* y plataformas tipo MOOCs son cada vez más empleadas en el universo educativo (Reporte Horizon, 2016; Reporte EduTrends, 2014a, 2014b). Estas tecnologías digitales son consideradas como impulsoras no sólo de otorgar flexibilidad espacio temporal al estudiantado y generar nuevas formas de acceso al conocimiento, sino también como impulsoras de nuevas maneras de producción de contenido -*e-books*, contenidos de cursos ofrecidos directamente por editoriales-; de formas alternativas de enfocar el aprendizaje -como el aprendizaje indagativo- e, incluso, de nuevas formas de acreditar el conocimiento adquirido, por ejemplo por medio de evaluación formativa e insignias para acreditar el aprendizaje (Salvat & Fructuoso, 2015).

Particularmente en el caso del aprendizaje invertido, éste es un modelo centrado en el estudiantado que deliberadamente consiste en **trasladar** una parte o la mayoría de la **instrucción directa al exterior del aula**, para aprovechar el tiempo en clase, maximizando las interacciones entre docente y estudiantes. En este método, el cuerpo docente asume un nuevo rol como guía durante todo el proceso de aprendizaje del estudiantado y deja de ser la única fuente o diseminador de conocimiento. Facilita el aprendizaje a través de una atención más personalizada, así como actividades y experiencias retadoras que requieren el desarrollo de pensamiento crítico del estudiantado para solucionar problemas de forma individual y colaborativa (Reporte EduTrends, 2014a).

Por otro lado, cabe resaltar que en el **contexto de aislamiento** producto de la pandemia que se encuentra atravesando al mundo entero desde 2020, se ha puesto de

manifiesto la factibilidad del uso de herramientas virtuales para el dictado de clases, principalmente a través de plataformas como *Zoom* y *Google Meet*. Esto ha representado un desafío en la educación universitaria y, más aún, en el caso de asignaturas teórico-prácticas como Microbiología Industrial.

1.2.4 Programación y planificación de la evaluación

El último punto importante a considerar dentro de la programación de la enseñanza es la evaluación de los aprendizajes. Tradicionalmente, la evaluación ha servido en la educación superior como instrumento de control de los resultados logrados, centrándose en particular sobre la adquisición de los conocimientos transmitidos por el profesorado. Más aún, se ha recurrido al uso de los exámenes escritos, los cuales se suelen realizar al término de los períodos lectivos, adoptando un marcado **carácter sumativo** (Gil Flores, 2011). Dentro de las características que debería reunir un examen de este estilo, debe considerarse que es importante poder realizar evaluaciones con distintas perspectivas, y ejercicios, de tal forma que exploten las diferentes cualidades del alumnado. A la hora de pensar un instrumento de evaluación es necesario reflexionar de qué manera se puede confeccionar un instrumento justo, con características de **confiabilidad** y **validez**. El instrumento debe ser transparente para que se evalúen los contenidos que se deben aprender de acuerdo a la programación del curso, y que no constituya simplemente una prueba de ingenio (Camilloni, 1998a). Para poder determinar si un instrumento es válido se requiere información de los **criterios que participaron en su construcción** y que son externos a la evaluación misma. Precisamente, un componente central en toda acción de evaluación es la presencia de criterios, es decir, de elementos a partir de los cuales se puede establecer la comparación respecto del objeto de evaluación o algunas de sus características. Este elemento es justamente uno de los más difíciles en cuanto a su construcción metodológica y también de los más objetables en los procesos de evaluación (Elola & Toranzos, 2000). Para ello, se pueden utilizar elementos de **sopORTE a la corrección** como lo son las **rúbricas, o guías y claves de corrección**.

Por otro lado, el instrumento no sólo debe ser válido y confiable, sino que, además, debe ser práctico y útil, garantizando su pertinencia y calidad técnica en relación al programa de estudio (Camilloni, 1998a). La evaluación debería especificar para qué perfil y con qué fin se evalúa. En tal sentido, se reconoce como evaluación

“auténtica” -o “alternativa”- a aquella que es coherente con la programación de la enseñanza, contribuye a la práctica metacognitiva y realiza una evaluación individualizada, empleando experimentos, proyectos y debates del mismo estudiantado (Andrés & Martínez Olmo, 2008). A partir de estos conceptos, este proyecto estará abocado, en parte, a estudiar un elemento de evaluación escrita de Microbiología Industrial de carácter **sumativo**, con el objetivo de evaluar **posibles mejoras/innovaciones en las estrategias de evaluación** actualmente empleadas en la asignatura, aumentando su **confiabilidad y validez** e intentando acercarse al **concepto de evaluación auténtica**.

En este marco de reflexión acerca de la enseñanza y su planificación, se realizará a continuación un análisis multidimensional y una propuesta de innovación de la programación de Microbiología Industrial para la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Buenos Aires, incluyendo estrategias didácticas, recursos puestos en juego y puntos de evaluación, que en conjunto conforman la planificación de la asignatura. Dicha planificación será estudiada teniendo en cuenta las **competencias en ingeniería química, indagando en la articulación con otras asignaturas, la incorporación de herramientas virtuales y las prácticas sociales**, facilitando de esta forma la implementación del plan 2020.

2. OBJETIVOS

Objetivo general de la propuesta de trabajo

Proponer una innovación en la programación y planificación de la enseñanza de la asignatura Microbiología Industrial, a la luz de **los lineamientos propuestos** para la reforma del **plan de estudio de Ingeniería Química de la FIUBA**.

Objetivos específicos de la propuesta de trabajo

- ✓ Evaluar la **programación** de la asignatura Microbiología Industrial teniendo en consideración las **competencias de las/os ingenieras/os químicas/os**;
- ✓ Diagnosticar si los **contenidos dictados** en dicha asignatura requieren de una actualización, teniendo en cuenta los continuos avances de las ciencias biológicas; estudiando particularmente la **incorporación de la perspectiva ambiental** en los contenidos;
- ✓ Indagar sobre la **posible articulación con otras asignaturas** de grado y posgrado dentro de la FIUBA;
- ✓ Proponer alguna **estrategia de enseñanza y evaluación** innovadoras basada en las competencias establecidas para ingenieras/os químicas/os, y que cumplan con los objetivos del plan 2020 de la FIUBA;
- ✓ Evaluar la posibilidad de **incorporar herramientas virtuales** en la enseñanza;
- ✓ Incorporar a la programación el espacio necesario para **propiciar prácticas sociales** que puedan llevarse a cabo desde la asignatura.

3. DIAGNÓSTICO

Para la realización del diagnóstico general de la asignatura que facilite la posible innovación, se ha trabajado sobre el **Plan de estudios de Ingeniería Química de la FIUBA 2016** y la “**planificación**” de **Microbiología Industrial**, ambos documentos publicados en la página web de la FIUBA (**ANEXOS 1 y 2**). Asimismo, se ha realizado una **entrevista a la docente titular de la cátedra** (**ANEXO 3**) y se realizaron **observaciones de clases** con el objeto de estudiar las estrategias didácticas empleadas (**ANEXO 4**). Se presenciaron dos clases en formato convencional y adicionalmente se presenciaron y registraron todas las clases de un cuatrimestre “atípico” de cursada virtual (clases disponibles vía *Drive*), analizando en cada caso los recursos didácticos puestos en juego. Finalmente, se ha analizado para este diagnóstico un **instrumento de evaluación escrito** puesto a disposición por el cuerpo docente (**ANEXO 5**). En relación al mencionado Plan 2020, se dispone de un “**Documento para la discusión, 2019**” proporcionado por la dirección de la carrera de Ingeniería Química (**ANEXO 6**).

3.1 Ingeniería Química en Argentina y FIUBA

Como se indicó en la **Sección 1.1**, la enseñanza de la Ingeniería como profesión lleva a la necesidad de proponer un *curriculum* con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, y con formación humanística. Ingeniería Química comprende la identificación de problemas/necesidades y el diseño de productos y procesos químicos, físicos o biotecnológicos que den respuesta a esos problemas; la supervisión de dichos procesos, su dirección e innovación.

En Argentina existen 20 Universidades Nacionales de gestión pública que dictan la carrera de Ingeniería Química sumado al Instituto Universitario del Ejército, también de gestión pública. El Instituto Tecnológico de Buenos Aires y la Universidad Católica Argentina (UCA), ambas de gestión privada, también ofrecen dicha carrera (la UCA en alguna de sus sedes, aunque no en todas). A pesar de que las competencias de un/a ingeniero/a químico/a son iguales independientemente de la institución, **cada una tendrá sus particularidades en cuanto al perfil** (CONFEDI, 2018). Corresponde entonces evaluar cuál es el perfil de personas graduadas que se busca en la FIUBA, si el *curriculum* actual se articula con las competencias/objetivos para graduados/as de

Ingeniería Química establecidos por CONFEDI y qué **aspectos** deberían **modificarse** para **cumplir el Plan 2020**.

3.2 Análisis de contenido del *curriculum* de Ingeniería Química de FIUBA y su articulación con el Plan 2020.

3.2.1 *Curriculum* explícito y estructura curricular de la carrera

El *curriculum* explícito implica, en primera instancia, la observación del plan de estudios de la carrera. En el caso de Ingeniería Química de la FIUBA, su última versión fue en 2016 (**ANEXO 1**). El mismo está compuesto por un ciclo básico común (CBC) donde se dictan contenidos introductorios (primer y segundo cuatrimestre) y un segundo ciclo que contiene tanto una fuerte formación básica en matemática y química, como materias específicas de Ingeniería Química, obligatorias como electivas (tercer a duodécimo cuatrimestre). Por ello, este segundo ciclo conlleva a una formación robusta en **diseño de procesos químicos y biológicos**, ambas competencias de Ingenieros/as químicos/as, teniendo en cuenta además el *downstream* posterior y los factores legales de dichos procesos. Por último, este ciclo incluye la tesis o trabajo final y algunas asignaturas electivas, donde se deberán poner en juego varios de los saberes adquiridos a lo largo de toda la carrera. Una característica general del plan de estudios actual de las carreras de Ingeniería de la FIUBA es que, justamente, no explicitan los contenidos de cada asignatura dentro de los planes de estudios. Por el contrario, en caso de querer acceder a dicha información es necesario consultar la página web y acceder al plan asignatura por asignatura. Esto se debe a que, cuatrimestralmente, el cuerpo docente debe actualizar las llamadas “planificaciones”, pudiendo modificar algunos contenidos, el cronograma tentativo y la planificación de la enseñanza y evaluación. Sin embargo, la proyección estipulada en el marco de la reforma de planes 2020 explicitará dentro del plan de estudios los contenidos mínimos conceptuales y, además, los saberes procedimentales, habilidades, capacidades y competencias que se espera que los estudiantes desarrollen en dicha asignatura (**ANEXO 6**). Asimismo, se prevé la especificación de los enfoques con los cuales los contenidos serían abordados y los propósitos que persiguen en el marco del plan de estudios de la carrera. Es decir, que el ***curriculum* explícito** será en principio **más amplio y detallado** a partir de la mencionada reforma.

Por otro lado, como la mayoría de las carreras, Ingeniería Química cuenta con materias electivas de diversos contenidos, las cuales se estipula pueden cursarse en los noveno, undécimo y duodécimo cuatrimestres de la carrera. Estas asignaturas son mayoritariamente de carácter avanzado, como: Física III, Termodinámica Estadística, Conocimiento de Materiales, Elementos Finitos en Mecánica de Fluidos, Análisis numérico II, Fisicoquímica, Electroquímica, Diseño Avanzado de Reactores. Sin embargo, es pertinente resaltar que existen varias asignaturas destinadas a la explotación de petróleo, como: Fundamentos de Ingeniería de Reservorios, Recuperación Asistida de Petróleo y Explotación de Yacimientos. Estas materias hoy en día se dictan para la carrera de Ingeniería en Petróleo y se articulan y comparten como electivas para Ingeniería Química. Así también, el plan de estudios establece que pueden cursarse asignaturas en otras facultades de la UBA o Universidades, previo acuerdo de la comisión curricular, por lo cual la asignación de créditos será una cuestión política según las autoridades de la comisión. En este sentido, la reforma del plan de estudios en el marco del Plan 2020 prevé de esta forma **facilitar la Internacionalización** para fortalecer los vínculos con las universidades extranjeras, el desarrollo de habilidades relacionadas con entornos multiculturales y facilitar potenciales intercambios de bienes y servicios (**ANEXO 6**). Esta situación se ve potenciada por el hecho de que muchos de los contenidos de la Ingeniería son universales (CONFEDI, 2018).

Respecto del dictado de clases de Ingeniería Química en FIUBA, cabe mencionar que la FIUBA consta de 3 sedes físicas, a saber, el Pabellón de Industrias en Ciudad Universitaria, Paseo Colón y Av. Las Heras). Tanto el CBC como muchas materias iniciales del segundo ciclo -principalmente aquellas comunes a otras ingenierías, como Química, Física, álgebra- se dictan en Paseo Colón, mientras que muchas de las asignaturas del final de la carrera -como Diseño de reactores y Microbiología Industrial- se dictan en Ciudad Universitaria.

El análisis de **currículum explícito sobre Microbiología Industrial en particular se comenta en la Sección 3.3.**

3.2.2 Currículum oculto

Como ya se ha mencionado brevemente, el *currículum* oculto está constituido por todos aquellos aspectos del ambiente educacional que, sin formar parte del *currículum* oficial y explícito, contribuyen de forma implícita a los aprendizajes sociales

relevantes (da Silva, 2001). En este sentido, el análisis del *curriculum* oculto resulta más complicado de realizar ya que se debe conocer muy bien la carrera para poder desentrañar esos contenidos ocultos que **no se desprenden unívocamente del mismo análisis del plan de estudio** como herramienta. En el caso de la enseñanza de Ingeniería en general suele **existir un cierto *ethos* materialista y utilitarista** que atraviesa al dictado de cualquier asignatura. Disminuir el uso de recursos y obtener un mayor rédito de cualquier proceso suelen ser las premisas fundamentales, incluso en Microbiología Industrial.

El *curriculum* oculto se puede pensar también en términos **del material didáctico** brindado al estudiantado. En Ingeniería, dicho material es, en su mayoría, material extranjero, principalmente en las asignaturas del ciclo introductorio, como análisis, álgebra y física. Libros como “Spiegel”, “Apóstol”, “Zill” (análisis matemático) y “Resnik”, “Alonso Finn” (física) son libros internacionales. Si bien esto implica una enseñanza tácita de que el **conocimiento es producido fuera de Argentina**, tiene su esfera positiva, ya que puede **favorecer la Internacionalización** de la educación que prevé la reforma del Plan 2020. Asimismo, tanto la misma internacionalización de la educación como gran parte de los textos más especializados de ciertas asignaturas de finalización de la carrera y los denominados *papers* específicos en cada rama, implican que el estudiantado y el cuerpo docente deban tener conocimientos **en idioma inglés**, colaborando en la construcción de **un *curriculum* multiculturalista**.

3.2.3 Perfil “del graduado”

Los contenidos que conforman el *curriculum* conllevan a un cierto perfil profesional. Dicho perfil debe ser explicitado lo más claramente posible para poder articularlo con la propuesta del Plan 2020 y con las competencias de personas egresadas. En el plan de Ingeniería Química 1986 actualizado a 2016, el perfil involucra a profesionales que sean capaces de afrontar el **desarrollo integral de proyectos de la industria de procesos**, desde la etapa de factibilidad y desarrollo, hasta la puesta en marcha y su posterior control. Se espera que el futuro cuerpo profesional tenga una visión global que incluya análisis económico, aunque se promueve que las personas egresadas no solo trabajen en empresas, sino también en centros de investigación. El perfil supone además no sólo la participación en estas actividades, sino que el cuerpo profesional saliente pueda liderarlas y sea proactivo en el trabajo en equipo.

Si bien **el Plan 2020 supone** un perfil similar al Plan de estudios 2016, la reforma vela por una mayor presencia integradora de contenidos y competencias, atravesados por la **internacionalización, la flexibilidad al cambio y las nuevas tecnologías**. Se requiere que las/os graduadas/os de la FIUBA tengan un perfil con una sólida y actualizada formación académica y con capacidad de diseñar, planificar y gestionar proyectos, desarrollando capacidades comunicativas, de trabajo en equipo y del uso del idioma inglés, tal como se mencionó anteriormente.

Más aún, se busca formar personas graduadas **con conciencia social y ambiental** para sus prácticas laborales. En relación a este último punto, existen contenidos explícitamente dictados en “Emisión de contaminantes químicos y biológicos” (asignatura obligatoria y correlativa de Microbiología Industrial). Luego, quedará en manos **del cuerpo docente de qué manera** lo lleva a la práctica en otras asignaturas como parte del *curriculum* oculto. Por otro lado, las materias electivas pueden ser una fuente de análisis para el perfil de los/as graduados/as esperados/as. En este sentido, se dictan varias asignaturas electivas destinadas a la explotación de petróleo, lo cual marca una tendencia clara en el perfil esperado de personas graduadas, aunque éste pareciera contradictorio con el cuidado del medioambiente previamente mencionado.

Por último, respecto al eje “conciencia social” se está trabajando desde hace aproximadamente dos años en toda la FIUBA las llamadas “**prácticas sociales educativas**”. De hecho, por Consejo Superior se establece que todo el estudiantado de la UBA debe no solo realizar una práctica intermedia integral, sino también una práctica social educativa con trabajo en territorio (Res. 520/10, 3653/11, 172/14). De qué manera implementar estas cuestiones se encuentra todavía en desarrollo, aunque ya se encuentra facilitada la intervención desde Microbiología Industrial (**Sección 3.8**).

3.3 Situación general y curricular de Microbiología Industrial. Presentación de la asignatura.

La asignatura seleccionada para este proyecto es dictada para estudiantes de finalización de Ingeniería Química, particularmente del noveno cuatrimestre de la carrera (**ANEXO 1**). La carrera de Ingeniería Química tiene para todas las asignaturas al menos una correlatividad y -excluyendo el CBC y las materias electivas- 20 de las 32

asignaturas obligatorias exigen dos o tres correlativas. Si bien las materias iniciales del segundo ciclo de la carrera se dictan en varias cátedras -como física, análisis, álgebra que son comunes a todas las ingenierías-, las asignaturas de finalización de la carrera son de cátedra y horario único, debido a la reducida cantidad de estudiantes. En este caso, Microbiología Industrial es correlativa con “Química orgánica” y, por supuesto, las materias que preceden a Química orgánica, como “Química I” y “Química Inorgánica”. Por otro lado, el estudiantado debe aprobar Microbiología Industrial antes de cursar las materias “**Bioingeniería**” y “**Emisión de Contaminantes Químicos y Biológicos**”. Asimismo, forma parte del **Área de coordinación de Microbiología**, donde también se encuentra otra asignatura con el mismo nombre, pero correspondiente a la carrera de Ingeniería en Alimentos.

Es importante mencionar que Microbiología Industrial tiene una carga horaria semanal de 6 horas, cursándose martes y jueves de 15 a 18 hrs (teórica), mientras que los días de TP en laboratorio el horario se divide en dos turnos de 14 a 16 y de 16 a 18 hrs. Si bien la FIUBA consta de 3 sedes físicas, Microbiología se dicta íntegramente en la sede Ciudad Universitaria.

3.3.1 Curriculum explícito de Microbiología Industrial

En relación al **curriculum explícito**, el mismo se encuentra detallado principalmente en la planificación de la asignatura (**ANEXO 2**). Resumidamente, se establecen como temas los ejes de **Bioquímica, Microbiología general y Fermentaciones industriales**, siendo este último punto el eje de mayor **aplicabilidad** en cuanto a los **TPs y los propósitos de enseñanza relacionados a las competencias de ingenieras/os químicas/os**. El concepto de “**propósito de enseñanza**” -entendido como la intención de quien enseña y la institución a la que pertenece (Feldman & Palamidessi, 2001)- se encuentra relacionado en Microbiología Industrial, con los conocimientos involucrados al campo industrial de la Microbiología y los Bioprocesos, a saber: la producción de energías no convencionales, el control de contaminaciones, fermentaciones, tratamiento de efluentes, desarrollo de nuevos materiales, entre otros. En este sentido, la asignatura ofrece un abordaje introductorio a los microorganismos y su uso, haciendo especial hincapié en la importancia de los procesos fermentativos industriales de gran relevancia económica. Es importante resaltar una **intencionalidad marcada en la multidisciplinariedad con otras áreas** profesionales, como son la

Biotecnología, Química, Bioquímica y Biología, para que las futuras personas ingenieras puedan interactuar con otras áreas del conocimiento de forma fluida.

Por otro lado, entendiendo ahora como “**objetivo**” a aquello que el estudiantado debe hacer o saber al finalizar la materia (Feldman & Palamidessi, 2001), se plantea como objetivo principal la adquisición de los conocimientos básicos en pos de comprender, desarrollar y poner en juego conocimientos prácticos, abordando de manera correcta distintas situaciones “problemáticas” o simulaciones de la práctica real de la microbiología industrial. De esta manera, el estudiantado adquiere las herramientas básicas para desempeñarse en el campo laboral de la Microbiología; siendo capaz de interpretar resultados y saber con qué instrumentos debe realizar mediciones en su espacio de trabajo, tanto a escala de laboratorio, como piloto e industrial. Esto **se encuentra en consonancia con las competencias pretendidas** para personas egresadas en ingeniería. Es a partir de allí que el cuerpo docente enfatiza la **adquisición de experiencia práctica por parte del/la estudiante** (observación de clases y entrevista, **ANEXOS 3 y 4**), es decir, el manejo esencial del laboratorio es importante ya que, además, Microbiología es una de las pocas materias donde los estudiantes de Ingeniería Química de la UBA realizan prácticas de laboratorio. Todo lo abordado aquí como propósitos y objetivos de enseñanza conforman conjuntamente el *curriculum*, tanto explícito como oculto. Este último concepto se desarrolla con más detalle a continuación.

3.3.2 Curriculum oculto y “Perfil “del graduado” de Microbiología Industrial

Como se ha mencionado en la **Sección 3.2.2** el *curriculum* oculto se puede pensar en términos **del material didáctico** brindado. Particularmente, en Microbiología Industrial se emplean entre otros, libros como “Microbiología de los microorganismos” (Brock & Martinko, 2003) y “Principios de microbiología” (Willey et al., 2009), ambos de origen extranjero. Nuevamente, si bien esto implica una enseñanza tácita de que el conocimiento es producido fuera de Argentina, podría **favorecer la Internacionalización** de la educación que prevé la reforma del Plan 2020, por ser textos disponibles mundialmente. Sin embargo, cabe resaltar que todos estos textos se encuentran en idioma castellano. De hecho, no se utilizan dentro de Microbiología Industrial materiales didácticos en otros idiomas, como el inglés.

Por otro lado, en el dictado de Microbiología Industrial se pone de manifiesto el interés acerca de **tecnologías verdes y el cuidado medioambiental**, abarcando temas como **Biopolímeros** y **Bioenergías**. Asimismo, a raíz de la entrevista docente y la presencia de las clases dictadas (**ANEXOS 3 y 4**), se ha visto que el cuerpo docente pone especial énfasis en instaurar conciencia ambiental en el estudiantado a través de los comentarios que ocurren en las clases teóricas. Sin embargo, se ha visto que **temas relacionados a la “Biorremediación” no son abordados en profundidad**, sino solamente mencionados en algunas teóricas, es decir que forman parte del *currículum* oculto, pero no el explícito, y no se encuentra presente en la planificación de la asignatura (**ANEXO 2**).

Asimismo, y tal como se mencionó en la sección anterior, es importante resaltar que durante el dictado práctico de los TPs el cuerpo docente enseña parte del **currículum oculto** a través de la práctica misma. Más allá de los TPs, es importante resaltar que el enfoque “práctico” de la asignatura se demuestra además durante las clases teóricas, donde se suele mostrar casos concretos o situaciones puntuales reales para que el estudiantado las relacionen con los temas de la asignatura, lo cual resulta importante para el desarrollo de criterio (**ANEXOS 3 y 4**).

3.3.3 Puntos débiles de la asignatura

Es pertinente mencionar que el estudio de los bioprocesos permite al estudiantado retomar y afianzar conceptos adquiridos en asignaturas anteriores, convirtiendo a Microbiología Industrial en **una asignatura integradora**, pero con una mirada biológica, distinta a la perspectiva del resto de las materias que conforman Ingeniería Química. Esto último es la clave para comprender los **problemas de enseñanza y las estrategias** que conlleva la preparación de las correspondientes clases. El estudiantado suele tener dificultades a la hora de enfrentarse con esta asignatura debido a que está acostumbrado a otro tipo de contenidos, más del carácter considerado como “ingenieril”, siendo las ciencias biológicas un nuevo paradigma y un desafío para comprender y abordar desde otra mirada. Cabe resaltar que, a pesar de este **ethos ingenieril**, la asignatura se encuentra en consonancia con **las competencias establecidas por CONFEDI para personas egresadas de Ingeniería Química**, tal como se mostró en la **Sección 1.1**.

Por otro lado, uno de los inconvenientes que presenta la asignatura es que condensa **mucho contenido en muy poco tiempo**. De hecho, originalmente, Microbiología Industrial tenía una duración anual y desde hace algunos años es dictada cuatrimestralmente, sin prácticamente ningún recorte o adaptación de temas en su *curriculum*, por lo que el calendario quedó comprimido (**ANEXO 3**). De esta forma, resulta un desafío abordar tantos tópicos a estudiantes que hablan “otro idioma” y hacerlo con suficiente profundidad, de manera tal que puedan lograr un **aprendizaje significativo** y puedan construir los conocimientos necesarios para su formación profesional.

Para estudiar más en detalle lo expuesto aquí, a continuación, se especifican los recursos involucrados en el desarrollo de las clases que, en su conjunto, conforman a la **programación y la planificación** de la enseñanza en Microbiología Industrial. Nuevamente, dicho diagnóstico surge como parte del análisis realizado de la planificación de la asignatura, la entrevista docente y la observación de las clases, todas disponibles en los **ANEXOS (2, 3 y 4)**.

3.4 Programación y planificación de la enseñanza en Microbiología Industrial

3.4.1 Recursos didácticos y Plan 2020

Según la información disponible en la planificación -o **curriculum explícito**- de Microbiología Industrial, esta asignatura se encuentra dividida en seis unidades, distribuidas en **16 semanas de dictado** según calendario académico, intercaladas entre **clases teóricas y 15 trabajos de laboratorios (TPs)** (**ANEXO 2**). En cuanto a la estructuración y planificación de las clases teóricas, estas son dictadas con un formato de clase magistral. Se utilizan recursos básicos, principalmente presentaciones con *powerpoint* y pizarrón, aunque en ocasiones se utilizan otros recursos como muestra de material, recortes de diarios, etc. La mayoría de las clases teóricas están a cargo de la titular de la materia, aunque ciertos tópicos son dictados por el cuerpo docente auxiliar. Las clases parten de los “*Contenidos mínimos*” establecidos en el *curriculum* y, en caso de que lo considere pertinente y se tenga el tiempo disponible, la docente puede agregar más temas al curso.

Tanto el cuerpo docente como el estudiantado disponen del **campus virtual como recurso tecnológico principal**, pero generalmente no es utilizado de manera exhaustiva, sino que se usa principalmente como repositorio de material electrónico. Esto en cierta medida se vio modificado durante el período de cursada virtual 2020 (**Sección 3.7**). Adicionalmente a los recursos didácticos mencionados, se cuenta con una o dos visitas a plantas industriales, dependiendo el tiempo disponible. Estas son, la planta potabilizadora de agua “AySA San Martín” y la cervecería artesanal “Fermentis” en la localidad de Munro.

En relación a los **TPs**, estos son el peso fuerte en la asignatura y son, de hecho, considerados por la docente titular como **“irremplazables”**¹ (**ANEXO 3**). Durante las clases teóricas se hace especial hincapié en las prácticas y en la función articulada de los contenidos en el ámbito profesional. La planificación de la asignatura cuenta con una primera parte de contenido teórico introductorio acerca de los microorganismos y a lo largo del cuatrimestre se va puntualizando y haciendo énfasis en temas propios de la Microbiología Industrial, trabajando en conjunto con los TPs. Estos buscan ilustrar los contenidos teóricos y otorgar al/a la estudiante las capacidades básicas del campo de la Microbiología. Como ya se indicó, Microbiología Industrial es una de las pocas asignaturas donde el estudiantado de Ingeniería Química de la FIUBA realiza prácticas de laboratorio, adquiriendo manejo de instrumental y material de mesada, requeridos en el futuro profesional. Los TPs involucran tanto un manejo básico de técnicas microbiológicas fundamentales como así también ejemplos concisos de bioprocesos que se llevan a cabo durante la cursada (entre los que se encuentran: “Curva de crecimiento bacteriano” y “Obtención de biomasa de una levadura” en un biorreactor *batch* de 4 L, producción de metabolitos secundarios “Producción de penicilina”, producción de biocombustibles “Producción de etanol”, producción de nanoestructuras “Producción de celulosa bacteriana”, producción de enzimas “Fermentación en estado sólido” e “Inmovilización de biocatalizadores”). Si bien los TPs son muy importantes en la formación de **competencias ingenieriles** de procesos biológicos, los **mismos se realizan separadamente, sin articulación entre sí y tampoco fomentan verdaderamente el trabajo en equipo**. En particular, los TPs de “Siembras,

¹Cabe señalar que, debido a la pandemia de COVID-19, algunos de estos TPs fueron finalmente reemplazados en 2020/1 en un formato virtual, algunos de ellos a través de explicaciones y videos y otros empleando simulaciones de laboratorio. Otros TPs fueron directamente diseñados, de manera especial, para realizarse en forma “casera”. Asimismo, se ha invitado al estudiantado a que puedan realizar prácticas invitadas en futuros cuatrimestres cuando los TPs vuelvan a ser presenciales.

aislamientos y coloraciones”, “Curva de crecimiento” y “Producción de Biomasa” **se realizan de manera no integrada** y separada a lo largo del cuatrimestre, empleando microorganismos distintos.

Por último, en relación a la planificación de la asignatura ofrecida al estudiantado (**ANEXO 2**), en el “**Calendario de clases**” **no está indicada la bibliografía por unidad, ni la entrega de informes de TPs**. En este sentido, se observó también que la planificación de la asignatura solo se encuentra disponible para el estudiantado a través de la página de la FIUBA y no directamente o a través del campus. Es decir, que el alumnado tiene que buscar la planificación, ya que esta no es facilitada al inicio de la cursada.

3.4.2 Influencia de la Institución (FIUBA)

A raíz de la entrevista con la docente (**ANEXO 3**) se ha puesto de manifiesto que la institución tiene una marcada influencia en el dictado de Microbiología Industrial. En este sentido hay dos puntos fuertes a resaltar, uno se encuentra relacionado con el financiamiento y los recursos para los laboratorios, donde muchas veces se dificulta el pedido del material y se debe, en consecuencia, justificar los mismos burocráticamente, al punto que los reactivos no llegan a tiempo para los TPs, o ni siquiera llegan. Más aún, el laboratorio no funciona en su totalidad debido a problemas de **deterioro edilicio** muy grandes, lo que demuestra el desinterés en el departamento por parte de las gestiones universitarias pasadas. Esta situación ha ido empeorando desde 2018, momento de la entrevista, hasta el presente, debido a que la cátedra ya no cuenta con personal técnico que colabore con la preparación del material para los TPs y desde noviembre 2020 no cuentan con servicio de gas, el cual es elemental para el correcto desarrollo de las clases prácticas (información obtenida de las clases virtuales, **ANEXO 4 vía Drive**).

El otro punto fuerte de influencia por parte de la institución está relacionado con el programa escrito -o **currículum explícito**- de la asignatura, el cual es establecido por la **comisión curricular, sin aporte del cuerpo docente** de la cátedra. Esto indicaría que, el marco curricular de la programación está dado por actores que se involucran poco con la asignatura (Steinman, 2012). A pesar de su imposibilidad de modificar la estructura del *currículum* explícito, el cuerpo docente aporta su experiencia profesional, tratando de ajustar algunos contenidos en este espacio pedagógico. Cabe resaltar que no se cuenta para este trabajo con documentos que den cuenta del programa tal cual fue

preparado por la comisión curricular, sino con la planificación de la asignatura facilitada por la docente a cargo y disponible en la página web (**ANEXO 2**) que, en esencia, aporta la misma información que el programa, pero la planificación además cuenta con el calendario de clases, evaluaciones y bibliografía, y es el documento con el que se ha trabajado en el presente proyecto.

En relación a esto último, también dentro del plan de estudios de Ingeniería Química de la FIUBA se contempla el **período de cursada y de evaluación**, denominados conjuntamente **“régimen de enseñanza”** (**ANEXO 1**), donde se explicitan tanto el porcentaje de asistencia necesario para aprobar cualquier asignatura como también las instancias de evaluaciones previstas para mantener la regularidad. Sin embargo, allí no se especifica una estrategia clara e integral de enseñanza y de aprendizaje. A pesar de ello, según el **mencionado Plan 2020, la FIUBA desea alcanzar una reforma en la programación de la enseñanza y la evaluación, trabajando más por competencias y trabajo en equipo**. En el documento para la discusión (2019) de la reforma de Plan 2020 (**ANEXO 6**) se explicita que se debe modificar el modelo de enseñanza para que sea basada en proyectos; de enseñanza integrada, con fuerte peso en la práctica y con un modelo que además esté basado en el estudiantado. Esto implica el rediseño de los contenidos curriculares y el uso de metodologías de aprendizaje más personalizadas.

Finalmente, es importante volver a mencionar que, a partir del cuarto cuatrimestre, Ingeniería Química se cursa mayoritariamente en Ciudad Universitaria y algunas asignaturas en otras sedes (Paseo Colón y Las Heras) lo cual hace que el estudiantado deba trasladarse de una sede a la otra y sea especialmente difícil para quienes tienen movilidad reducida. En materia de accesibilidad, y particularmente con respecto de personas con dificultades motrices, la FIUBA no está acondicionada prácticamente en ningún sentido. En este respecto, no se identifican políticas claras de cambio en el denominado Plan 2020.

3.4.3 Programación de la enseñanza: Evaluación

Dentro de la programación de la enseñanza es indispensable considerar los aspectos relacionados con **la evaluación de los aprendizajes** que, a su vez, deberían estar contemplados en la planificación. Si bien en el régimen de cursada del Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química (**ANEXO 1**) se explicitan las instancias de evaluaciones previstas para mantener la regularidad, no se hace mención específica al

tipo de evaluación que deberá emplearse. Esto implica que las evaluaciones quedan a criterio de cada docente y/o cada cátedra y, a su vez, que son muy desiguales entre las distintas cátedras y no siguen un lineamiento explícito general.

En el caso de Microbiología Industrial, las evaluaciones están pensadas como un dispositivo para poner de manifiesto **el conocimiento básico adquirido** por el estudiantado y no tanto como un instrumento de enseñanza. Es decir, que las evaluaciones aquí se piensan como sumativas y no tanto como formativas. Esto se evidenció en la entrevista, donde se mencionó que el *“examen debe dar cuenta si el alumno estudió y si tiene criterio”*, evitando así consignas cuya resolución dependen únicamente del ingenio (**ANEXO 3**). Sin embargo, esto también implica que generalmente no se realizan evaluaciones de tipo auténticas y/o que requieran una gran complejidad cognitiva por parte del estudiantado. Por otro lado, tanto del calendario de clases como de la propia entrevista surge, asimismo, que no hay instancias previas al parcial en relación a la resolución de problemas complejos. Más aún, las instancias de consultas se encuentran previstas en las mismas fechas que las fechas tentativas de examen y recuperatorio (**ANEXO 2**). De la entrevista surge, de hecho, que existe la necesidad por parte del estudiantado de *“conseguir modelos de parciales”* para practicar y prepararse para las evaluaciones.

Para un mejor diagnóstico del régimen de evaluación, **se seleccionó y se analizó un instrumento de evaluación tradicional escrita, de carácter sumativo (ANEXO 5)**, el cual presenta ejercicios de tipo selección y de producción (López Pastor, 2009). Se pudieron identificar algunos aspectos que podrían redundar en mejoras como cuestiones organizativas del examen, que colaborarían en la factibilidad y en la confiabilidad del mismo. Por ejemplo, actualmente, las evaluaciones no cuentan con ningún **párrafo introductorio** donde indique **instrucciones mínimas de resolución, el puntaje asignado** a cada ejercicio o ciertos conceptos fundamentales, como la organización deseable de resolución y la **longitud/tiempo de la evaluación**. Tampoco se especifican los **criterios de evaluación** dentro de la cátedra y, por ende, no son comunicados al estudiantado. En este mismo sentido, **no se utiliza ningún tipo de instrumento de apoyo a la corrección**, como rúbricas o guías de corrección, las cuales podrían facilitar mucho dicha tarea al cuerpo docente.

3.5 Actualización de contenidos

Evaluando la planificación de la asignatura y a raíz de la observación de clases (**ANEXOS 2 y 4**), se ha podido determinar que los contenidos impartidos se encuentran actualizados. Para arribar a esta conclusión, se comparó cualitativamente con temas que se observaron relevantes a nivel internacional en eventos científicos como congresos; comunicaciones y publicaciones científicas en *papers* y también en relación a otras asignaturas similares de otras universidades nacionales (información no mostrada aquí).

Resulta importante destacar que el cuerpo docente actualiza constantemente el contenido teórico de las clases, a pesar de no encontrarse una reforma escrita en el *curriculum* explícito de Microbiología Industrial, ya que este depende de la comisión curricular correspondiente, tal como se indicó en la **Sección 3.4.1**. Sin embargo, y teniendo en cuenta la perspectiva ambiental que desea incorporarse con el Plan 2020, se ha observado que el eje temático **“Biorremediación”** no se halla comprendido en el *curriculum* de Microbiología Industrial y es tratado muy someramente (*curriculum* oculto) durante las clases teóricas presenciadas, por lo cual éste podría insertarse con mayor peso dentro de la asignatura. Los ejes temáticos contenidos en “Biorremediación” hacen referencia a destruir o hacer inofensivos contaminantes ambientales mediante la actividad biológica natural (Vidali, 2001). Particularmente, estudia y aplica cualquier proceso biotecnológico que utilice microorganismos, hongos, plantas o derivados de ellos para recuperar un ambiente contaminado. Resumidamente, es un aprovechamiento de las capacidades metabólicas de los seres vivos, en su mayoría microorganismos. De esta forma, su temática está íntimamente relacionada con otros contenidos impartidos en Microbiología Industrial, desde cuestiones metabólicas hasta el empleo de microorganismos en bioprocesos escalables y, más aún, aplicando tecnologías verdes y una visión amigable con el ambiente, tal como lo establecen los lineamientos del Plan 2020.

3.6 Articulación con otras asignaturas

Debido a que la asignatura toca temas que podrían ser considerados “límites” dentro de la ingeniería, la articulación con otras asignaturas es limitada, pero a su vez necesaria para el área de Microbiología. Las principales asignaturas con potencial de articulación son las correlativas mencionadas en la **Sección 3.3**, es decir, “**Química Orgánica**”, “**Bioingeniería**” y “**Emisión de Contaminantes**”, siendo la primera la correlativa previa a Microbiología Industrial, y la segunda y la tercera las correlativas posteriores.

Por otro lado, la asignatura **Microbiología Industrial para Ingeniería en Alimentos** es la otra asignatura con la que se podría articular. En este sentido, el proyecto del Plan 2020 intentará reducir al máximo las correlatividades para evitar las dificultades asociadas a los horarios de cursado y hará que dichas cursadas sean más “plásticas”. La posibilidad de cursar materias en otras universidades nacionales y extranjeras, y permitir equivalencias entre asignaturas de la misma área, pero originalmente de distintas carreras, se encamina en pos de ese mismo objetivo. Por ejemplo, Microbiología Industrial para Ingeniería Química y Microbiología Industrial para Alimentos son asignaturas propias de cada carrera, respectivamente. El espíritu es que, con la reforma de los planes, el estudiantado de ambas carreras pueda **elegir cualquiera de las dos asignaturas** a cursar, otorgando **mayor flexibilidad horaria**. Sin embargo, es necesario adecuar los contenidos de ambas materias. Para ello, es indispensable que ambas cátedras trabajen en conjunto en el marco de la comisión curricular de ambas carreras. Los mayores puntos en común entre ambas asignaturas son los relacionados a Microbiología General, como ser: crecimiento microbiano, metabolismo y respiración, nutrición, taxonomía, desinfección y esterilización, técnicas de recuento y microscopía, entre otros. Sin embargo, el enfoque de la asignatura de alimentos está mucho más orientado hacia la microbiología de alimentos y no tanto a la microbiología industrial. De esta manera, **Ingeniería en Alimentos considera a los microorganismos como agentes contaminantes causantes de deterioro** y toxicidad de los alimentos, mientras que el enfoque otorgado por Ingeniería Química radica principalmente en el empleo de los microorganismos como agentes productores de un bien o servicio para la industria. En resumen, teniendo en cuenta que los microorganismos son indispensables en la producción de varios alimentos, **es posible**

articular ambas microbiologías y sería necesario para llevar a cabo el Plan 2020, aunque eso sería posible con esfuerzo mancomunado de ambas cátedras.

3.7 Herramientas virtuales

Como ya se ha mencionado, el cuerpo docente cuenta con los recursos necesarios para las clases teóricas (**Sección 3.4.1**). Sin embargo, antes del 2020 se utilizaban pocos recursos virtuales, ya que es una asignatura con marcada presencialidad para el desarrollo de los TPs, como también se hizo evidente en este diagnóstico. Dentro de los recursos virtuales que se emplean, se encuentran principalmente el uso de diapositivas para el desarrollo de las clases teóricas y **el campus virtual**, éste último principalmente como **repositorio de material didáctico**. Esto se vio modificado durante el período de cursada virtual 2020, donde el campus fue utilizado con mayor frecuencia para el intercambio docente-estudiante.

Cabe resaltar que durante parte de la escritura del presente proyecto de innovación se realizó una **cursada virtual “forzada”** debido a la situación ocasionada por la pandemia de **-COVID-19**, por lo cual se evidenció la factibilidad de la cursada a distancia y la posibilidad **de realizar algunos TPs virtuales o de forma “casera”** (**ANEXO 4**, clases vía *Drive*). En ese contexto, como recurso principal se utilizó la plataforma *Zoom*, de manera tal de continuar con un formato similar, es decir previo al ASPO, con el dictado de clases teóricas y la explicación de TPs pero a través de la mencionada plataforma. Todos los TPs fueron explicados “virtualmente” pero de manera exhaustiva, con más detalle que durante la presencialidad, intentando enseñar parte del *curriculum* oculto verbalmente. También se contó con el apoyo de herramientas virtuales como prácticas en páginas web (simulaciones) y videos demostrativos de prácticas de laboratorio en *Youtube*. Otros TPs fueron reconvertidos -o diseñados *de novo*- a un formato “casero” para que el estudiantado pueda llevar a cabo prácticas experimentales en sus hogares y como refuerzo de las prácticas virtuales. En todos los casos, se ha invitado al estudiantado a que participe de futuros cursos de manera presencial en aquellos TPs que deben ser necesariamente realizados en el laboratorio, y que no pueden ser reemplazados por clases observacionales u experiencias caseras. Por otro lado, aún no se ha resuelto si se podrán o no realizar las prácticas presenciales del ciclo lectivo de 2021.

Asimismo, durante el ASPO la visita a la planta potabilizadora “AySA San Martín” utilizada como recurso didáctico pasó también a un formato virtual, mientras que la visita a la cervecería “Fermentis” no pudo ser realizada y, en su lugar, se reemplazó por una visita virtual a la planta de Bioetanol “Bio4” de Río Cuarto.

En este contexto, también es interesante mencionar que un régimen de cursada mixta facilitaría el inconveniente asociado a la cursada de la carrera en las distintas sedes de la FIUBA. Más aún, una mayor **preponderancia de recursos virtuales** permitiría al estudiantado cursar a distancia en caso de percibir dificultades motrices. Asimismo, la virtualidad podría abrir las puertas a facilitar la **internacionalización** de Microbiología Industrial, otro de los pilares del Plan 2020.

3.8 Prácticas sociales

Actualmente, la responsable de la cátedra se encuentra participando de un **proyecto de la UBA (PIUBAMAS)**, el cual se focaliza en potenciar las capacidades de la Universidad de Buenos Aires para contribuir a acelerar el proceso de integración social y urbana de barrios populares del área metropolitana de Buenos Aires (comunicación personal con la docente). Para ello busca conectar, entre sí y con el medio, capacidades con las que cuenta la universidad para avanzar en este objetivo entre las distintas Facultades. En síntesis, se está trabajando conjuntamente con las Facultades de Ingeniería, Ciencias Sociales, Arquitectura Diseño y Urbanismo, y Filosofía y Letras, coordinando su participación en los barrios Carbonilla (CABA), Roberto Arlt y Puerta de Hierro (GBA), y ampliando la vinculación de la Universidad con la Defensoría del Pueblo de CABA, organismo con el que se encuentra avanzado un convenio marco y uno específico de asistencia técnica enmarcado en la Facultad de Ingeniería.

En este proyecto participan personas graduadas de UBA de distintas especialidades, que articulan y aportan su experiencia y contactos provenientes de la actividad privada y pública en la que se vienen desempeñando. Asimismo, se integran proyectos de trabajos finales y tesis de grado y posgrado, involucrando a diversas cátedras, departamentos, laboratorios e institutos. El aporte de la Facultad de Ingeniería resulta fundamental, debido a que puede dar soporte relevante en el caso de abordajes vinculados a cuestiones técnicas específicas relacionadas por ejemplo con la calidad del agua que consumen los/as vecinos/as. Microbiología Industrial se encuentra en el centro

del proyecto ya que puede informar las condiciones generales de **provisión de servicios de agua y saneamiento** a través de análisis microbiológicos, que pueden ser realizados en las prácticas de laboratorio de la cátedra. Asimismo, se puede **articular con el Instituto de Ingeniería Sanitaria**, Posgrado en Ingeniería Sanitaria, y el Posgrado en Tecnologías Urbanas Sostenibles para consultas particulares en lo respectivo a equipamiento electromecánico: cátedra Máquinas Eléctricas, Departamento de Energía, cátedra Trabajo Final, Departamento de Ingeniería Mecánica; las condiciones que posibilitan o dificultan la regularización de las viviendas (cátedra Trabajo Final, Departamento de Agrimensura), entre otras; todo lo cual contribuye al cumplimiento del Plan 2020.

3.9 Reflexiones finales y conclusiones sobre el diagnóstico

Teniendo en consideración los ejes analizados, una de las primeras reflexiones que pueden realizarse es que el *currículum* de Ingeniería Química de la FIUBA tiene una marcada presencia de **tradiciones tecnocráticas (Sección 1.2.1)**, lo cual se traduce en los **objetivos de enseñanza de Microbiología Industrial, y se hace evidente en el carácter utilitarista del plan de estudios de la carrera**. Inclusive, en el Plan 2020 se explicita que la reforma responde a la necesidad de “actualizarse frente a los nuevos desafíos que los/as ingenieros/as deben enfrentar en el mundo laboral”. El componente de eficiencia, lo observable, el hacer -y no teorizar-, la ciencia y el avance tecnológico son todos componentes de un *currículum* tecnocrático y que se hallan fuertemente representados en el plan de estudio de la carrera y las esferas de análisis aquí consideradas en Microbiología Industrial. Sin embargo, **la perspectiva del Plan 2020 apunta a mejorar el *currículum* incluyendo matices más críticos**, aunque manteniendo en parte su tradición tecnocrática. En tal sentido, se consideran cuestiones **ambientales y sociales**, aunque su implementación está todavía en desarrollo. En relación a la planificación de la enseñanza y los aprendizajes, se puede observar que dentro de la reforma del Plan 2020 parece buscarse una mejora en los contenidos y las estrategias de enseñanza, articulando con tendencias en ingeniería, como ser la capacidad de análisis y pensamiento crítico; la capacidad de trabajo en equipo; la sostenibilidad y el cuidado del ambiente.

Específicamente en relación a Microbiología Industrial, **la asignatura cumple**, en líneas generales, con **los requisitos para la formación de los perfiles y competencias requeridos para personas egresadas de Ingeniería Química**, dando cumplimiento a algunos de los objetivos detallados en la **Sección 2**. Sin embargo, hay ciertas cuestiones donde se hallan oportunidades de **innovación y mejora** que pueden colaborar en el cumplimiento del Plan 2020 para esta asignatura. Por ejemplo, se ha mencionado que las clases son conducidas principalmente por *powerpoint* y se enfocan principalmente al contenido en un formato de “clases magistrales” de exposición. En una clase dinámica deben poder ponerse en juego distintos recursos para que la atención del estudiantado no disminuya. También se puede recapitular sobre lo visto la clase previa y cerrar cada clase con frases que resuman lo visto o incluso desarrollar algún ejercicio de meta-cognición. Todas estas son estrategias de enseñanza factibles y fáciles de desarrollar, que pueden redundar en mejoras para la asignatura con pocos recursos.

En resumen, según lo observado durante el diagnóstico (**Sección 3**), **los contenidos dictados son adecuados y están actualizados**, aunque se ha mencionado la falta de una clase relacionada a temas de Biorremediación, que a su vez incorporaría con mayor peso la perspectiva ambiental en el *curriculum*. En relación a la incorporación de herramientas virtuales en la enseñanza de la asignatura, antes del 2020 se ha visto un escaso uso del campus virtual. También se ha visto que uno de los problemas **fundamentales es la falta de clases y tiempo como recurso**, el cual podría optimizarse, por ejemplo, haciendo un mayor empleo **de herramientas virtuales**. Más aún, se ha visto que los TPs son muy importantes en la formación de **competencias ingenieriles** de procesos biológicos, pero estos son realizados de manera presencial y sin articulación entre sí. Se podría entonces, por ejemplo, **integrar algunos TPs empleando herramientas virtuales que faciliten la educación a distancia y fomentando además el trabajo en equipo entre el estudiantado**.

Por otro lado, las **prácticas sociales y la articulación** con otras asignaturas como Microbiología Industrial para Ingeniería en Alimentos, son escenarios posibles si se adecuan ciertos contenidos y prácticas del *curriculum*. Asimismo, **crear instrumentos de evaluación más claros** y conteniendo un párrafo introductorio donde indique instrucciones mínimas de resolución, el puntaje asignado a cada ejercicio y los criterios de evaluación son mejoras fáciles de realizar y que aportarían en gran medida a la transparencia y confiabilidad del instrumento.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, en las secciones posteriores se propondrá una serie de innovaciones en la planificación de Microbiología Industrial, incluyendo estrategias didácticas basadas en competencias y la posibilidad del uso de nuevas tecnologías, a través de una perspectiva social y ambiental, y siempre con los lineamientos del Plan 2020 como horizonte.

4. RESULTADOS ESPERADOS

A través del presente proyecto de innovación se pretende actualizar la planificación de Microbiología Industrial. El empleo de nuevas estrategias de enseñanza basadas en competencias **emulará situaciones que el estudiantado enfrentará en su vida profesional**, por lo cual, dichos actores saldrán al mercado laboral y al ámbito profesional con una preparación más contundente, no solo en el ámbito de la microbiología específicamente, sino en general en el trabajo en equipo. Se prevé además que esas estrategias de enseñanza permitirían al estudiantado **facilitar su aprendizaje** gracias a la inherente integración teórico-práctica. Más aún, las **prácticas sociales** también colaborarán en la inserción del cuerpo estudiantil en el mundo laboral, además de los fines de acreditación requeridos por rectorado de UBA.

Asimismo, las herramientas virtuales podrán **facilitar la internacionalización de la educación y la educación a distancia**. De esta manera, se espera además que el estudiantado pueda manejar con mayor facilidad herramientas virtuales y también en el idioma inglés. Por otro lado, se espera que la articulación entre asignaturas colabore no solo en la plasticidad con que el estudiantado pueda cursar las materias de su carrera, sino además que permita **una integración de contenidos**, facilitando su implementación en posibles situaciones laborales futuras.

Por último, la mejora e innovación planteada en la programación de la **evaluación** también apuntan a la **integración y el afianzamiento de los contenidos** por parte del estudiantado. En líneas generales, todo esto se encuentra encauzado en pos de **facilitar el camino para el desarrollo y la puesta en marcha del Plan 2020**.

5. DISEÑO DE ESTRATEGIAS Y PLAN DE ACTIVIDADES

A la luz de lo expuesto en el diagnóstico existen ciertas innovaciones que pueden colaborar en la reforma pensada en el marco del Plan 2020. A continuación, se mencionan varias de ellas y se eligen algunas para su explicación en mayor profundidad:

5.1 Inclusión del orden de las clases conjuntamente con la bibliografía, y las fechas de entrega de trabajos en el cronograma en la planificación de la asignatura. De esa forma, el estudiantado podría concurrir a clases mejor preparado y organizado. Es decir, que podría pensarse al documento denominado aquí como “planificación” más como una verdadera herramienta de enseñanza y no tanto como un documento escrito de mero carácter obligatorio, resultando útil no solo al cuerpo docente, sino también al/a la estudiante. En tal sentido, se puede aprovechar el campus para subir la planificación en mayor detalle, el cronograma actualizado semana a semana, la bibliografía dividida en ejes temáticos, y otros recursos pertinentes dependiendo la clase dictada, los cuales pueden subirse como hipervínculo.

5.2 Articulación con Microbiología Industrial para Ingeniería en Alimentos: Se propone la realización de un TP que incluya un tema tanto de Microbiología para Alimentos como de Microbiología para ingeniería Química como, por ejemplo, la realización de “**Yogur**”. Asimismo, este TP tendría la ventaja de poder realizarse, además, de manera casera. El mismo se encuentra detallado como guía de estudio en **ANEXO 7**. Si bien este punto no resuelve completamente la articulación de la asignatura con Ingeniería en Alimentos ya que, como se ha mencionado, depende del esfuerzo de ambas cátedras y, más aún, no es el objetivo central de este proyecto, sí sienta el antecedente para facilitar una futura articulación. Por otro lado, el hecho de que su realización pueda ser casera facilita, a su vez, su incorporación en un posible curso a distancia.

5.3 Articulación conjunta del TP “Análisis microbiológico de aguas” y prácticas sociales. A su vez, ambos articulan al mismo tiempo con materias

de grado/posgrado, según lo comentado en la **Sección 3.8**. Desde Microbiología Industrial se propone la realización del TP “Análisis microbiológico de aguas” utilizando muestras de agua de barrios involucrados en el proyecto de articulación social de PIUBAMAS. La propuesta consiste en que el estudiantado trabaje con dichas muestras y prepare un informe final que concluya si el agua es potable o no, con la correspondiente supervisión docente.

5.4 Incorporación de seminarios en inglés a cargo de grupos de estudiantes con temas elegidos por el cuerpo docente. Esto podría facilitar la práctica de dicho idioma y, a futuro, también de la internacionalización de la educación. Asimismo, dichos seminarios pondrán en juego la comprensión de distintas problemáticas actuales relacionadas con Microbiología Industrial, el estudio de problemas integrales complejos en microbiología, el trabajo en equipo y la práctica de capacidades orales por parte del estudiantado.

5.5 Incorporación del tema “Biorremediación” al *curriculum* explícito. Este tema a su vez articula con la correlativa “Emisión de contaminantes biológicos y químicos” y con materias de posgrado de Saneamiento de Aguas. Algunos de los ítems que pueden conformar la clase mencionada son: contaminación de aguas, tratamiento biológico, potabilización y *wetlands* para tratamiento de aguas (que a su vez puede relacionarse con el **punto 5.3** mencionado arriba); tratamiento biológico de suelos; tratamiento de residuos sólidos; metales pesados; hidrocarburos y degradación de petróleo; mecanismos metabólicos involucrados en la biorremediación; escalado de procesos relacionados y procesos continuos. Estos últimos puntos articulan también con temas que aquí no han sido profundizados, pero que se encuentran íntimamente relacionados con temas de la correlativa posterior a Microbiología Industrial llamada “Bioingeniería”.

5.6 Campus virtual y guía de autocorrección. Se propone la realización de un cuestionario que recorra los ejes principales de Microbiología Industrial, de manera de actuar como guía de estudio. La propuesta consiste en que dicho

cuestionario -actualmente disponible para el estudiantado en formato *Word*- sea reconvertido a un formato auto-correctible que pueda subirse como recurso virtual al campus de la asignatura. De esta manera, se estaría dando un mayor uso al campus como herramienta virtual y, además, colabora en la economía del tiempo en relación a una posible clase de resolución de problemas. En este sentido, también la habilitación de foros correspondientes podría colaborar en la resolución de problemas y consultas del estudiantado de manera asincrónica.

5.7 Propuestas de estrategias de enseñanza y evaluación desarrolladas en mayor profundidad:

- 5.7.1 Propuesta de estrategia de enseñanza basada en un caso
- 5.7.2 Propuesta de estrategia de enseñanza basada en TP integrado y utilizando herramientas virtuales
- 5.7.3 Propuesta de valorización de la enseñanza con un instrumento de evaluación escrita y con empleo de un instrumento de apoyo a la corrección

A continuación, se desarrollarán los puntos 5.7.1, 5.7.2 y 5.7.3 en mayor profundidad.

5.7.1 Propuesta de estrategia de enseñanza basada en un caso

El **estudio de casos** como metodología didáctica constituye un excelente recurso para la formación de profesionales competentes y reflexivos/as, enfocando el aprendizaje desde una perspectiva holística, evaluando la situación planteada en el caso como un todo **que requiere una resolución integral**. Esta metodología consiste en una secuencia temporal de cuatro pasos que configuran el aprendizaje reflexivo: experiencia, reflexión, interacción y teoría (Dorio Alcaraz, 2014).

Con el estudio de casos como disparador se intenta contribuir a que el estudiantado desarrolle la **capacidad de análisis crítico**, ayudando a familiarizarse con el análisis

relacionado con la toma de decisiones en situaciones complejas, promoviendo el trabajo colaborativo y la integración de nuevo conocimiento (Vázquez, 2007).

Por lo mencionado anteriormente se plantea un estudio **de caso real de una situación ocurrida** en una experiencia de laboratorio (**ANEXO 8**), donde el estudiantado debe analizar los efectos sobre el resultado de un hecho ocurrido en el transcurso de un TP, reflexionando y poniendo en aplicación conocimientos teóricos previos vistos en clase, integrando varios conocimientos adquiridos en los TPs previos. De esta manera, se estaría trabajando **en un modelo basado en competencias y por proyecto**. El caso elegido es real, y lo interesante es que no existe una única solución al problema o una sola respuesta a las preguntas planteadas. El espíritu del caso es mostrarle al estudiantado que los ensayos de laboratorio muchas veces pueden salir mal o por fuera de lo esperado y que es necesario adecuarse a la situación, tratando de encontrar la mejor solución posible a dicho problema. De esta manera, la presente estrategia busca que el estudiantado reflexione y piense colaborativamente, aplicando conceptos de microbiología trabajados desde el primer día de clase y acercándolos/as a lo que implica ser profesionales del área.

5.7.2 Propuesta de estrategia de enseñanza basada en TP integrado y utilizando herramientas virtuales

Para esta propuesta didáctica se ha diseñado una clase que involucra estrategias de enseñanza centradas en formas indirectas de intervención del cuerpo docente, particularmente, **el aprendizaje basado en problemas y el trabajo colaborativo**, que ha demostrado ser efectivo en áreas como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Dumont, 2014).

La propuesta consiste en **el uso de herramientas virtuales para el estudio de distintas prácticas de laboratorio de manera integral, empleando un enfoque alternativo** a la manera en que normalmente se dictan estos TPs. Como se mencionó anteriormente, Microbiología Industrial tiene la particularidad de contar una alta carga de TPs de laboratorio, lo cual dificulta muchas veces los tiempos de explicación de los mismos y su integración con las clases teóricas. Se propone entonces el uso de **clases invertidas**. Esto podría emplearse como apoyo para las clases teóricas, ya que

permitirían reforzar conceptos y relacionarlos más con la práctica, especialmente con la explicación de los TPs. De esta forma, cuando el estudiantado concurra a realizar los TPs, ya asistirían con los conceptos más reflexionados y se podrían abocar más a trabajar en la mesada, resolver ejercicios y consultar dudas, lo que implica un mayor poder cognitivo.

Para poder implementar la estrategia expuesta, se propone la planificación de un proyecto de TP integrador que incorpore además el uso de tecnologías. Dicha práctica constaría en la unificación de 3 TPs, a saber: “*Siembras, aislamientos y coloraciones*”, “*curva de crecimiento*” y “*producción de biomasa*”, **para lograr un aprendizaje basado en proyecto y colaborativo, mediado por tecnología**. La práctica estaría dividida en varias etapas. En primera instancia, los/as estudiantes tendrán a disposición material en el campus previo a la práctica. Este constará de material bibliográfico, links de búsqueda confiables y resultados experimentales obtenidos en otros cuatrimestres. Debido a que este TP reemplazará a otros trabajos, el estudiantado contará con la explicación convencional vía web, en un modelo de clase invertida. Dichas explicaciones serán a modo de apoyo y repaso, ya que los/as estudiantes habrán realizado previamente otras prácticas similares, pero de manera no unificada.

Con este material disponible virtualmente, se pedirá a un grupo de 2-3 estudiantes que lleven a clase una propuesta de TP basado en proyecto: “*Producción de biomasa con materia prima de bajo costo*”. Luego, se coordinará una fecha específica donde se discuta en clase (presencial o vía Zoom) la metodología y los materiales a emplear en la práctica. La etapa posterior constará de la práctica en sí misma en el laboratorio, con la ulterior discusión de los resultados obtenidos. Durante la práctica de laboratorio, los/as estudiantes emplearán un microorganismo, estudiarán su crecimiento en un determinado medio de cultivo (reemplazando el TP “*Curva de crecimiento*”) bajo condiciones seleccionadas por ellos/as mismos/as y, finalmente manufacturarán como producto a escala de laboratorio la biomasa de dicho microorganismo (reemplazando el TP separado de “*Producción de Biomasa*”). Durante todo el TP tendrán que hacer uso de herramientas microscópicas y microbiológicas para determinar el correcto crecimiento del microorganismo y teñirlo para su observación (reemplazando el TP de “*Siembras, aislamientos y coloraciones*”). A partir de allí, los/as estudiantes tendrán que emplear los datos para la confección del informe final, donde tendrán que poner en juego las bases teóricas de distintos ejes temáticos, que será empleado como método de

evaluación. Por último, se dará lugar a la **retroalimentación** -presencial o vía *Zoom*- de los conceptos generales y, en última instancia, se le solicitará al estudiantado que completen un ejercicio metacognitivo sobre lo que aprendieron y donde, además, puedan indicar cómo se sintieron realizando la experiencia, qué cambiarían y qué tan útiles (o no) les resultaron las herramientas virtuales complementarias a las clases en aula/laboratorio. La idea principal es que este TP se realice hacia el final del **cuatrimestre**, donde el estudiantado ya se encuentre entrenado en ciertas prácticas en microbiología, como ser: manejo de micropipetas; diluciones seriadas; rastrillaje y siembra gotas; coloraciones de Gram. Algunas de estas técnicas se podrían practicar virtualmente como, por ejemplo, recuento en cámara de *Neubauer*; distinción de Gram+ y Gram- en fotos; reconocimiento al microscopio y diferenciación entre levaduras y bacterias y, en el caso de bacterias, distinción entre cocos y bacilos.

El abordaje propuesto podría redundar en varios beneficios. En primera instancia, se estaría implementando **un aprendizaje basado en proyecto** que además pone en juego varias **competencias esperadas para personas egresadas en Ingeniería**, como ser el trabajo en equipo (CONFEDI, 2018). Se plantea una práctica integradora de conceptos, lo cual es objetivo de la asignatura y, por supuesto, necesario para un aprendizaje significativo. Mediante este tipo de prácticas el estudiantado aprendería por entrenamiento y simulación en lugar de sólo escuchar o ser solo espectadores/as del material disponible en el laboratorio para diseñar y analizar un proceso complejo. Más aún, la propuesta solicita al estudiantado que proponga su propia metodología de trabajo y posterior discusión, es decir, se utiliza un modelo pedagógico **basado en el desafío**. Se trata de garantizar un aprendizaje estimulante a partir del diseño de situaciones educativas que reten a los/as estudiantes. La tecnología tiene un papel muy importante como mediador de este tipo de aprendizaje a partir del uso de recursos de aprendizaje, repositorios y contenidos estimulantes (Salvat & Fructuoso, 2015). Incluye además una etapa de investigación grupal, diseñado para llevar a los/as alumnos/as a definir problemas, explorar distintas perspectivas y estudiar juntos a fin de dominar la información, ideas, habilidades y desarrollar la competencia en el campo social (Joyce, Weil & Calhoun, 2002). Por último, el **uso de tecnologías** en este caso estaría aportando una **mejora en la programación de la enseñanza**, especialmente en el uso de **los tiempos disponibles** que se ha diagnosticado como recurso escaso o limitado.

5.7.3 Propuesta de valorización de la enseñanza con un instrumento de evaluación escrita y con empleo de un instrumento de apoyo a la corrección

En primera instancia sería primordial **definir el programa de evaluación más explícitamente y mejorar la comunicación con el estudiantado**, enseñándoles ambos programas -enseñanza y evaluación- al inicio de la cursada. Esto puede realizarse cuatrimestre a cuatrimestre en la planificación de Microbiología Industrial y comunicarlo no solo a través de la web de FIUBA, sino además empleando el campus.

Por otro lado, para la propuesta de evaluación se ha trabajado sobre un instrumento de evaluación sumativo escrito (**ANEXO 5**). En líneas generales, es importante definir bien el **objetivo de la evaluación** y contraponerse al programa escrito de la asignatura, para evaluar qué tan adecuado es y cómo se lo puede adecuar mejor según los propósitos de la misma. Esto último también es importante para tener en cuenta al momento de explicitar los **criterios de evaluación**. La evaluación de los aprendizajes debe realizarse sobre la base de un *curriculum* que, al servicio de la enseñanza y el aprendizaje, está constituido por un conjunto de instrumentos de evaluación. Dado que cada tipo de instrumento permite evaluar diferentes aspectos de los aprendizajes, es menester garantizar la **pertinencia y calidad técnica** del programa considerado integralmente como una estructura y de cada uno de sus componentes (Camilloni, 1998a). En la evaluación se debería especificar con qué fin se evalúa, de acuerdo al perfil de graduado/a que busca la universidad en cuestión. Esto último se encontrará en consonancia con lo que proponga la FIUBA acerca de la reforma del Plan de estudios de Ingeniería Química según el Plan 2020.

En relación a lo anterior, se podrían reformular algunos ítems como el 2 (**ANEXO 5**) para que simulen una situación más cercana a la realidad profesional, que es uno de los objetivos de la materia. A pesar de que no sería una **evaluación completamente “auténtica”**, teniendo en cuenta el perfil de las personas egresadas en Ingeniería Química, es pertinente que el estudiantado demuestre durante la evaluación que es capaz de desarrollar criterios durante la resolución de un problema de tipo profesional, permitiendo una reflexión sobre su práctica.

Algunas de las mejoras que pueden realizarse son cuestiones organizativas del examen, que colaborarían en la **validez y en la confiabilidad** del instrumento. Por

ejemplo, se puede presentar un **párrafo introductorio** donde indique instrucciones mínimas de resolución; se deberían especificar los **criterios de corrección y el puntaje** asignado a cada ejercicio y aclarar ciertos conceptos fundamentales, como la organización deseable de resolución y **la longitud/tiempo de la evaluación**. Por este motivo, se agregarán dichas especificaciones en la evaluación (**ANEXO 5**).

Por último, al final del examen sería conveniente además agregar alguna **lista de cotejo sobre los puntos clave** (“*checklist*”), para evitar que la omisión de algún ítem importante solo por olvido y no por falta de conocimiento para ello.

Respecto a la forma de corrección, es necesario establecer previamente los criterios de cómo se corregirá. En este caso, se propone **por logro de aprendizaje**. Para facilitar la corrección y evitar el sesgo, que puede ser por fuentes externas como el cansancio (Camilloni, 1998a), se puede confeccionar una “**clave de corrección**” con los criterios claramente establecidos, los conceptos fundamentales que el/la estudiante debe haber aprendido; la puntuación (que ya tuvo que haber sido proporcionada); la organización deseable y, además, sería conveniente tener la “respuesta tipo” escrita. Estos elementos fáciles de confeccionar, aportan **confiabilidad al dispositivo** de evaluación y permiten disminuir el tiempo y los problemas que se les plantean al cuerpo docente en el momento de la corrección, otorgando mayor seguridad a los resultados de la evaluación (Camilloni, 1998b). Esto colaboraría en evitar ciertos sesgos como las estimaciones, por ejemplo, sobreestimación de logros en estudiantes “débiles” y subestimación de quienes pueden considerarse “más capaces” (McClelland, 1942).

Por otro lado, en el caso de Microbiología Industrial, **probablemente no sea conveniente confeccionar una rúbrica**, debido a que los parciales cambian cuatrimestre tras cuatrimestre. Contrariamente, la confección de una rúbrica sería más conveniente de implementar, por ejemplo, para la corrección de TPs que suelen repetirse todos los cuatrimestres, lo cual facilitaría la corrección y otorga pautas claras al estudiantado. Sin embargo, **sí correspondería adicionar a la evaluación criterios de corrección y un instrumento de construcción de calificación**.

A través de los cambios mencionados se pretende entonces mejorar el dispositivo de evaluación que se encuentra disponible en el **ANEXO 5**. Este nuevo dispositivo pretende ser más acorde a los objetivos de la asignatura; más claro, más confiable; incluyendo distintas instancias/distintos tipos de propuestas de evaluación

para demostrar lo aprendido durante la cursada, lo cual lo hace a su vez un instrumento más justo.

5.8 Reflexiones finales

Con las estrategias mencionadas se espera, por un lado, poder sentar las **bases no solo para articular con otras asignaturas de grado y posgrado dentro de la FIUBA, sino también incorporar a la programación el espacio necesario para propiciar prácticas sociales y, sobre todo, llevar a cabo estrategias de enseñanza y evaluación innovadoras basada en las competencias establecidas para ingenieras/os químicas/os**, cumpliendo con los objetivos del plan 2020 de la FIUBA. Estas estrategias fueron pensadas desde el estudio de casos, la enseñanza basada en proyectos, la integración de prácticas de laboratorio con la incorporación de **herramientas virtuales y también desde la valorización de la enseñanza.**

Durante **el estudio de casos** se proporciona la oportunidad de establecer un entorno de aprendizaje donde el punto de partida es la experiencia, representando de forma narrativa situaciones a partir de vivencias aportadas por estudiantes y el cuerpo docente, por lo que se establece una relación entre ambos de un carácter probablemente distinto al establecido durante una clase expositiva y de la que pueden derivarse nuevos aprendizajes bidireccionales. Una de las bellezas del aprendizaje basado en casos es la reciprocidad y el poner al/la estudiante a la par del profesional docente. En palabras de Fenstermacher (1989) educar a una persona consiste en proporcionarle los medios para estructurar sus propias experiencias de modo que contribuyan a ampliar lo que la persona sabe. No consiste en proporcionarle conocimiento, sino los medios para el acceso al conocimiento. El estudio de casos es, en ese sentido, una herramienta valiosa para el acceso al conocimiento.

En relación a las herramientas virtuales, el **aprendizaje invertido** propone un apoyo a las clases teóricas por medio de tecnología, para mejorar la experiencia en el aula, permitiendo reforzar conceptos para relacionarlos e involucrarse más con la práctica, lo que implicaría un mayor poder cognitivo y de reflexión sobre el ejercicio de la Microbiología en laboratorio, propiciando el tiempo necesario para discutir, hacer ejercicios, colaborar en trabajos grupales y mejorando la retroalimentación con sus docentes (Reporte EduTrends 2014a, 2014b). En este sentido, la estrategia propuesta, junto a la exploración del material disponible *online*, anexo al aula física, se espera que permita y amplíe el trabajo áulico. Sin lugar a dudas, la supervisión docente es

fundamental, tanto personal como remota para dar lugar a un proceso exploratorio y analítico, lo cual permitirá profundizar este tipo de estrategias para resolver problemas y desarrollar conocimiento. Quizás la transformación más significativa que suponen estas modificaciones propuestas es el mismo rol docente. Dicho rol implica cada vez más moverse hacia una figura de “guía” de contenido y consultora de dudas, y ya no como un/a docente que dicta una clase magistral (Reig Hernández, 2010). Es poner a disposición contenidos virtuales de calidad y facilitar el acceso con el que los/as alumnos/as puedan acceder a cualquier tipo de información y fuente, con un criterio crítico. Es desde ese lugar donde el cuerpo docente oficia principalmente de guía, por ejemplo, en esta forma de aprendizaje propuesta basada en un proyecto, donde los/as alumno/as trabajan de manera más autónoma que en el pasado, o inclusive para orientarlos/as sobre la confiabilidad de las fuentes. Para hacer realidad este acompañamiento docente, será de suma importancia seguir el proceso de aprendizaje con el apoyo de evaluaciones sumativas y/o ejercicios de retroalimentación, que permitan también officiar de ejercicio metacognitivo tanto para el estudiantado como para el cuerpo docente, el cual podrá disponer de una poderosa herramienta para seguir mejorando las clases.

El solo hecho de tener en cuenta estas nuevas herramientas digitales para la planificación docente es una puerta abierta a reflexionar y adaptar las prácticas que históricamente fueron enseñadas en un aula física y expandirlas fuera de los límites institucionales, donde cada estudiante pueda ampliar y/o continuar su formación en la medida de sus necesidades. Y esto es muy importante de tener en cuenta para los objetivos del Plan 2020 que involucran la internacionalización y la educación a distancia. Más aún, es menester replantear el dictado de clases en función de la **pandemia originada por COVID-19** y como esto puede presentar un antecedente para el futuro dictado de clases.

Así, estrategias similares utilizando herramientas virtuales pueden emplearse con **otros TPs** como, por ejemplo, Fermentación en Estado Sólido (FES) para la producción de penicilina (que tradicionalmente se realiza en medio líquido, no sólido, FES es otro TP separado que se realiza para la producción de enzimas) y biorremediación. De esta manera, se estaría trabajando en un solo TP tres prácticas integradas con distintos grupos de microorganismos, repartidos entre grupos de estudiantes (por ejemplo 3 grupos de estudiantes trabajando cada cual con 3 microorganismos distintos).

Algunas de las propuestas aquí sugeridas podrían aplicarse también a una **asignatura completamente a distancia para fomentar el dictado de cursos internacionales**. De esta manera, se podría facilitar la internacionalización y asistencia del estudiantado con **movilidad reducida** y para quienes cursen simultáneamente en **varias sedes de la FIUBA**.

Finalmente, es importante resaltar que todo lo aquí propuesto se encuentra sujeto a la **evaluación de resultados posterior y es objeto de futuros trabajos**. Una vez implementados los cambios en la planificación se debe evaluar el impacto de dichas modificaciones. Esto último podría ser parte de un proyecto futuro en investigación educativa, como ser una posible tesis de maestría.

6. FACTIBILIDAD y CRONOGRAMA PROPUESTO

El proyecto es factible de realizarse debido a que las reformas que se plantean son realizables. Esto se debe a que prácticamente solo requieren **recursos inmateriales o recursos ya existentes en el laboratorio y la cátedra**. Por otro lado, la autora de este trabajo forma parte del equipo de trabajo de Microbiología Industrial, con lo cual el contacto con el cuerpo docente y las autoridades universitarias se encuentra facilitado. Sin embargo, como se mencionó, aquí se presentaron una serie de estrategias que pueden facilitar el cumplimiento del Plan 2020, pero esto no significa que todas las estrategias deban llevarse a cabo. Por el contrario, es de suma importancia contar con el consenso de la cátedra y con las autoridades de FIUBA para el mismo.

Cronograma de actividades propuestas

N°	Actividad/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Consideración de metodologías de enseñanza y evaluación con el cuerpo docente	x	x						
2	Desarrollo de cursada modificada con estrategias basadas en competencias			x	x	x	x		
7	Evaluación de las modificaciones propuestas y posibilidad de vuelta al punto 1 Actualización escrita de la programación y planificación (<i>curriculum</i> , estrategias, evaluación)						x	x	
9	Comunicación de resultados con las autoridades de FIUBA para incorporación de las innovaciones como parte del Plan 2020							x	x

7. FORMAS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO E INDICADORES PARA MEDICIÓN DE LOS RESULTADOS

El proyecto podrá ser evaluado luego de que se lleven a cabo las modificaciones durante **al menos un cuatrimestre**. Las herramientas principales a utilizar durante el primer período post-reforma serán las calificaciones de las evaluaciones y seminarios, la consideración del ejercicio metacognitivo propuesto en la **Propuesta de estrategia 5.7.2**.

Adicionalmente, y en relación con la valoración de los aprendizajes, una forma de medir resultados relacionados a la evaluación podría ser dividir el curso en dos partes y a una mitad tomar parciales convencionales y a otra mitad parciales reformados según la **Propuesta de estrategia 5.7.3**. De esta manera, se tendría una mitad de la clase como grupo “control” y la otra mitad como grupo “experimental”. Luego, habría que comparar las calificaciones de ambos grupos y sería nuevamente necesario realizar un ejercicio metacognitivo.

Por otro lado, también sería interesante estudiar si hubiera correlación entre las calificaciones obtenidas durante la evaluación escrita sumativa y la realización o no (y el porcentaje de respuestas correctas alcanzado) que se hubieran obtenido en el desarrollo de guías suministradas auto-correctibles subidas al campus mencionado en la **Propuesta de estrategia 5.6**.

Asimismo, y en todos los casos, se prevé el desarrollo de **encuestas al estudiantado y la comunicación/nuevas entrevistas** con el cuerpo docente de la cátedra y de asignaturas correlativas posteriores de Microbiología Industrial, como “Bioingeniería” y “Emisión de contaminantes químicos y biológicos”. El uso de una herramienta tan sencilla de retroalimentación como una encuesta podría permitir **adaptar la enseñanza y evaluación a las necesidades de sus estudiantes** y explicitar cuáles son las dificultades reconocidas por el alumnado para mejorar posteriormente la propuesta pedagógica. Con toda la información recabada y con una constante comunicación con el cuerpo docente de la cátedra y las autoridades de FIUBA se podrá realizar la retroalimentación pertinente para mejorar los métodos de innovación propuestos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrés, J. M. & Martínez Olmo, F. (2008). *La evaluación alternativa de los aprendizajes*. Barcelona, España: Ediciones Ocataedro.

Brock, T. D., Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2003). *Brock biology of microorganisms*. Upper Saddle River (NJ), USA: Prentice-Hall.

Camilloni, A. (1998a). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Camilloni, A. (1998 b). *Las apreciaciones personales del profesor*. Buenos Aires, Argentina: CEFYL- UBA. Mimeo.

CONFEDI: Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina. Libro Rojo de CONFEDI*, [en línea] [Fecha de consulta: diciembre 2018]. Recuperado de https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/ LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-paraIngenieria-2018-VFPublicada.pdf

da Silva, T. T. (2001). *Espacios de identidad. Nuevas visiones sobre el curriculum*. Barcelona, España: Ediciones Ocataedro.

de Los Rios, I., Cazorla, A., Díaz-Puente, J. M., & Yagüe, J. L. (2010). Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1368-1378.

Dorio Alcaraz, I. (2014). Capítulo 4: El estudio de casos en el desarrollo de la competencia reflexiva. En: N., Perez-Escoda (Ed.), *Metodología del caso en orientación* (pp. 43-51). Barcelona, España: Universitat de Barcelona (Institut de Ciències de l'Educació).

Dumont, A. (2014). *Implementing the flipped classrooms and Peer Instruction in a Swiss University of Applied Sciences*. Recuperado de http://www.iced2014.se/proceedings/1134_Dumont.pdf

Elola, N. & Toranzos L. (2000). *Evaluación educativa. Una aproximación conceptual*. Recuperado de http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/conferencias/conceptos_basicos.pdf

Feldman, D. (2015). Para definir el contenido: notas y variaciones sobre el tema en la universidad. *Trayectorias Universitarias*, 1(1). Recuperado a partir de <https://revistas.unlp.edu.ar/TrayectoriasUniversitarias/article/view/2309>

Feldman, D. & Palamidessi, M. (2001). Programación de la enseñanza en la universidad. *Colección Universidad y Educación, Serie Formación Docente n°1*, UNGS, Buenos Aires, Argentina.

Fenstermacher, G. D. (1989). Capítulo III: Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza. En M. Wittrock (Ed.), *La investigación de la enseñanza, I* (pp. 149- 179). Barcelona-Buenos Aires-México: Paidós.

Gimeno Sacristán, J. (1990). *La pedagogía por objetivos: Obsesión por la eficiencia*. Madrid, España: Ed. Morata.

Gil Flores, J. (2011). La evaluación del aprendizaje en la universidad según la experiencia de los estudiantes. *Estudios sobre educación*, 22, 133-153.

Gvirtz, S. & Palamidessi, M. (2000). *El ABC de la tarea docente: curriculum y enseñanza*. Buenos Aires, Argentina: Aique.

Hamilton, D. (1991). Orígenes de los términos clase y curriculum. *Revista de la educación*, 295, 187-206.

Igarza, A. S. (2018). Aprendizaje por competencias, un nuevo viejo enfoque. *Revista digital del departamento de ingeniería e investigaciones tecnológicas de la universidad nacional de La Matanza*, 3, 1-6.

Joyce, B., Weil, M. & Calhoum, E. (2002). *Modelos de enseñanza*. Barcelona, España: Gedisa.

López Pastor, V. M. (2009). *La evaluación formativa y compartida en educación superior: Propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias*. Madrid, España: Narcea Ediciones.

McClelland, W. W. (1942). *Selection for secondary education*. Londres, Reino Unido: University of London Press, Limited.

Paoloni, P. V., Chiecher, A.C. & Elisondo, R. C. (2019). Graduados de ingeniería y competencias genéricas. Cinco estudios de la última década que recuperan sus valoraciones y experiencias. *Revista Educación en Ingeniería*, 14, 54-64.

Reig Hernandez, D. (2010). El futuro de la educación superior, algunas claves. *Revista d' Innovació i Recerca en Educació*. 3, 98-113.

Resolución de Consejo Directivo 1235/2018 el proyecto denominado "Plan 2020" CD 1235/2018 FIUBA. Recuperado de <http://www.fi.uba.ar/sites/default/files/1235%20Plan%202020.pdf>

Resoluciones de FIUBA 520/10, 3653/11, 172/14 FIUBA. Recuperado de <https://transparencia.fi.uba.ar/>

Reporte HORIZON (2016). *Educación Superior Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) Departamento de Proyectos Europeos*. Recuperado de https://intef.es/wp-content/uploads/2016/03/Resumen_Horizon_Universidad_2016_INTEF_mayo_2016.pdf

Reporte EduTrends (2014a). *Aprendizaje invertido*. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, México. Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeinvertido>

Reporte Edutrends (2014b). *MOOCS*. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, México. Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edutrendsmooc>

Salvat, B. G. & Fructuoso, I. N. (2015). Mirando el futuro: Evolución de las tendencias tecnopedagógicas en Educación Superior. *Campus virtuales*, 2, 130-140.

Steinman, J. (2012). *Más didáctica (en la educación superior)*. San Martín, Argentina: Colección Educación y Didáctica, UNSAM Edita.

Terigi, F. (1999). Conceptos para el análisis de políticas curriculares. En F. Terigi, *Curriculum: Itinerarios para aprehender un territorio* (pp.59-70). Buenos Aires, Argentina: Santillana.

Uziak, J. (2016). A project-based learning approach in an engineering curriculum. *Global Journal of Engineering Education*, 18, 119-123.

Vázquez, M. I. (2007). *La gestión educativa en acción. La metodología de casos*. Montevideo, Uruguay: Universidad ORT.

Vidali, M. (2001). Bioremediation. An overview. *Pure and applied chemistry*, 73(7), 1163-1172.

Willey, J. M., Sherwood, L. & Woolverton, C. J. (2011). *Prescott's microbiology*. New York, USA: McGraw-Hill.

Yadav, A., Vinh, M., Shaver, G.M., Meckl, P., & Firebaugh, S. (2014). Case-based instruction: Improving students' conceptual understanding through cases in a mechanical engineering course. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(5), 659-677.