

## Implementación de trabajos especiales en Ingeniería Bioquímica I

- ❖ **VITA, CAROLINA** | vitacarolina@gmail.com
- ❖ **KIKOT, PAMELA** | pkikot@biotec.org.ar
- ❖ **CASTAÑEDA, TERESITA** | castanedateresita@gmail.com
- ❖ **FERNÁNDEZ, MARIELA** | marielafernandez0712@gmail.com
- ❖ **GORTARI, CECILIA** | mcgortari@gmail.com
- ❖ **YANTORNO, OSVALDO** | yantorno@quimica.unlp.edu.ar
- ❖ **BOSCH, ALEJANDRA** | bosch@quimica.unlp.edu.ar

**UNLP. Argentina.**

### RESUMEN

Ingeniería Bioquímica I es una materia obligatoria del cuarto Año de la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la UNLP. Esta es la primera asignatura de esta carrera donde se introduce al alumno en las posibilidades que ofrece la domesticación de organismos vivos. La materia tiene como objetivo preparar al alumno en un área multidisciplinaria como la Biotecnología, la cual combina conocimientos de física, química, biología, bioquímica, microbiología, genética, bioinformática e ingeniería. Esta disciplina emplea organismos vivos o parte de estos, para producir bienes y servicios integrando conocimientos de ciencia con tecnología.

La ausencia de conocimientos previos en el área biológica, obliga al docente a iniciar el curso transmitiendo conceptos básicos, para gradualmente abordar de forma global los procesos biotecnológicos en un reactor, las etapas de “scale up” y “scale down”. Es fundamental que los futuros ingenieros químicos comprendan el gran potencial de la Biotecnología y la diversidad

de ámbitos de trabajo que ésta posee, otorgándoles las herramientas necesarias para poder desarrollarse en los mismos.

Si bien la asignatura está diagramada de manera que el alumno se lleve un conocimiento global de las etapas de un proceso biotecnológico, se describen procesos y se implementan trabajos prácticos a escala de laboratorio. Dada la imposibilidad práctica de realizar u observar procesos a escala industrial o de abarcar la diversidad de procesos biotecnológicos, se decidió implementar un conjunto de trabajos especiales, a través de los cuales se pudiera integrar y aplicar los conocimientos transmitidos, para implementar y entender las aplicaciones biotecnológicas en pequeña y gran escala.

Para implementación de esta actividad, se seleccionaron y entregaron a los alumnos 13 trabajos relacionados a la manufactura de distintos productos biotecnológicos. El objetivo fue que los alumnos fueran comprendiendo en el transcurso de la cursada el trabajo asignado y al finalizar el cuatrimestre expusieran en forma grupal y oral las características del proceso biotecnológico implicado (producto, composición química, mecanismo de síntesis biológica, organismo implicado, proceso de down-stream, etc.); aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de la cursada.

Durante las exposiciones grupales orales, los docentes mediante preguntas buscaron hacer reflexionar al alumno sobre etapas importantes del bioproceso y ampliar el conocimiento sobre cada uno de los temas. Asimismo, se pretendió que el alumno pudiese asociar lo expuesto en el contexto general de la Biotecnología.

Para la evaluación de la actividad se consideró la calidad de la exposición oral, la comprensión del tema abordado y la participación de cada alumno en la preparación del trabajo.

La exposición final del trabajo especial demostró que en general el alumnado había logrado la integración y ampliación de los conocimientos dictados.

Al final de la actividad, se realizó una encuesta para determinar las dificultades encontradas por los alumnos en desarrollar esta experiencia, y para enriquecer y mejorar esta actividad para el siguiente curso.

Se propone seguir con la experiencia en los años subsiguientes, modificando temas del trabajo y realizando un seguimiento más riguroso sobre su realización a medida que transcurre la cursada.

**PALABRAS CLAVE:** Ingeniería Bioquímica, Biotecnología, Integración de contenidos, Ingeniería química.

## INTRODUCCIÓN

Ingeniería Bioquímica I (IB I), es una materia obligatoria que se dicta en el segundo semestre del cuarto Año de la Carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. (Facultad de Ingeniería, UNLP. 2016). El plantel docente está integrado por dos Profesores, un Jefe de Trabajos Prácticos y tres Ayudantes Diplomados, todos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Exactas. El dictado de esta asignatura tiene dos particularidades importantes: i) es la primera materia de toda la Carrera en la que se introduce al alumno en el concepto de organismos vivos y en la forma en que el ingeniero químico puede “domesticar” a los mismos en beneficio de la sociedad, ii) dado que la única materia correlativa de IB I donde se estudian compuestos orgánicos es Química Orgánica, los alumnos sólo tienen como base los conceptos básicos de biología incorporados durante la enseñanza media.

La asignatura tiene como objetivo introducir al futuro Ingeniero Químico en el área de la Biotecnología. Sin embargo, para empezar a recorrer este camino los docentes nos vemos obligados a destinar gran parte del tiempo de cursada en la enseñanza de temas básicos como macromoléculas y microbiología, para finalmente poder abordar de forma global y comprensible los procesos biotecnológicos desde el escalado hasta las etapas de extracción y formulación de producto. El objetivo de la asignatura es por lo tanto lograr que los futuros profesionales de la ingeniería química comprendan el gran potencial que posee la Biotecnología y la diversidad de sus campos de acción para su desarrollo científico y actividad profesional. Se abre de esta forma un mundo nuevo para estudiantes acostumbrados a reacciones químicas y cálculos en procesos que se llevan a cabo a temperaturas y condiciones de operación en general incompatibles con la vida y en condiciones extremas que generan en muchos casos, productos y/o subproductos perjudiciales para la salud y el medio ambiente.

Las incumbencias del Ingeniero Químico son muy amplias, pudiendo actuar en la transformación de materias primas o semielaboradas, en productos de mayor valor agregado en diferentes campos: explotación petrolera, petroquímica, industria alimenticia, farmacéutica, producción de fertilizantes, procesos biotecnológicos en salud tanto humana como animal, tratamiento de efluentes, química inorgánica, etc. (Facultad de Ingeniería, UNLP, 2016). Para cubrir estos campos tan diversos de aplicación, el Plan de Estudio posee tres orientaciones: Procesos, Alimentos y Ambiental, lo que le abre una amplia variedad de oportunidades en el ámbito laboral.

En general los alumnos de Ingeniería Química de la UNLP, dada la proximidad de la Facultad con la destilería de YPF se orientaron tradicionalmente a la adquisición de conocimientos vinculados con las operaciones de procesamiento del petróleo. Sin embargo, con las reducciones de personal de la última década muchos optaron por otras opciones incluyendo en este caso procesos que incluían microorganismos. Es interesante observar como en los últimos años tanto ingenieros como físicos y químicos están utilizando procesos donde intervienen agentes vivos. De las diferentes orientaciones que ofrece la carrera de Ingeniería Química la mayoría de los alumnos optan por la orientación Ambiental, donde los distintos procesos de tratamiento biológico de efluentes resultan críticos. Sin embargo, a pesar de que Argentina es un país que basa su economía en la producción de alimentos, pocos alumnos siguen esta orientación. Ante esta situación, el cuerpo docente se encuentra en la búsqueda continua de alternativas para lograr incentivar al alumnado y transmitirle nuestro entusiasmo por el uso de agentes biológicos en procesos ingenieriles. A este fin buscamos incentivar el interés por la importancia de nuestra materia y de los contenidos que posee. Para nosotros, IB I es esencial para la formación ingenieril, ya que todas las transformaciones conocidas hasta el momento por ellos son inorgánicas, desconociendo el potencial y eficiencia de los biocatalizadores. Por otra parte la Biotecnología es necesaria para la vida cotidiana, tornándose esencial para la salud, la industria farmacéutica, alimenticia, industrias químicas, etc.

Si bien es evidente que a medida que transcurre la cursada de la asignatura, los alumnos reconocen el anclaje de la biotecnología en la vida cotidiana y manifiestan mayor interés que al inicio de la cursada, consideramos que las circunstancias ya mencionadas (escasos conocimientos de biología, limitado conocimiento sobre el campo profesional, elección de un

único recorrido con salida laboral en la actividad petrolera) no facilitan un aprendizaje significativo respecto de los alcances de su profesión/orientación (Davini, 2008).

En ese contexto, el grupo de trabajo de la cátedra decidió instrumentar diferentes estrategias orientadas a poner en cuestión la representación que los alumnos tienen de su profesión, favorecer las instancias de reflexión y razonamiento crítico respecto de su futura actividad profesional. Se trabajó en una “reprogramación” del curso que dispuso la incorporación de una actividad cuyo valor estaría puesto en la selección de contenidos y en el trabajo grupal. Respecto de los contenidos se buscó implicar a los alumnos en el análisis de trabajos científicos de actualidad que abarcaran la diversidad de aplicaciones de la carrera, teniendo en cuenta el perfil de los estudiantes y la adecuación a las exigencias de aprendizaje (Davini, 2008, Feldman, 2015). Respecto de la modalidad de trabajo la decisión surgió a partir de numerosas investigaciones que dan cuenta de la importancia del trabajo grupal como facilitador del aprendizaje. La actividad entre pares no solo promueve los aspectos académicos sino también los aspectos vinculares entre los estudiantes (intercambio de opiniones, estímulo para la participación y colaboración, instancias de trabajo cooperativo, conciencia de responsabilidades compartidas) tan importantes a la hora de reconstruir conocimientos (Litwin, 2016).

La actividad fue programada de tal forma que el inicio y el final del trabajo, coincidieran con el desarrollo del curso regular buscando no solo una integración final de los contenidos sino un permanente intercambio entre esta actividad y la incorporación de nuevos conocimientos.

El objetivo de este trabajo es compartir una experiencia piloto en la implementación de una estrategia educativa para fortalecer y ampliar el recorrido de los futuros ingenieros realizada durante el ciclo lectivo 2017 en la cátedra de IB I.

### **DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA / DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Al iniciar la cursada en el año 2017, nos planteamos dos desafíos: por un lado mejorar la integración de los contenidos a fin que el alumno comprenda el proceso biotecnológico en forma global y por otro, que conozcan la diversidad de dichos procesos a través del conocimiento de ejemplos concretos llevados a cabo en la actualidad a nivel mundial. Esto se debe a que como es tan vasto su campo de acción de la biotecnología, considerábamos que,

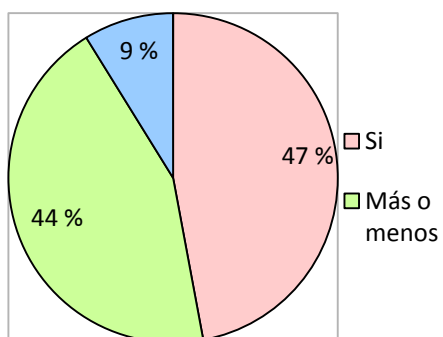
con el dictado de las clases, la realización de los seminarios y de los trabajos prácticos en los que se desarrollan procesos en escala de laboratorio, los alumnos finalizaban el curso con una idea sesgada de la Biotecnología.

En reuniones previas entre los docentes al inicio del ciclo lectivo 2017, decidimos abrir el abanico biotecnológico hacia los alumnos, implementando una serie de trabajos especiales (TE) y proponiéndonos ofrecerles las herramientas para poder comprenderlos y discutirlos, durante todo el curso. Se consensuó que el TE sería de carácter obligatorio, desarrollado por los alumnos de manera grupal con asistencia continua de los docentes a través de un sistema de tutorías que asignaría un docente-tutor para cada grupo para promover la participación de los estudiantes y orientarlos en el análisis y desarrollo del trabajo.

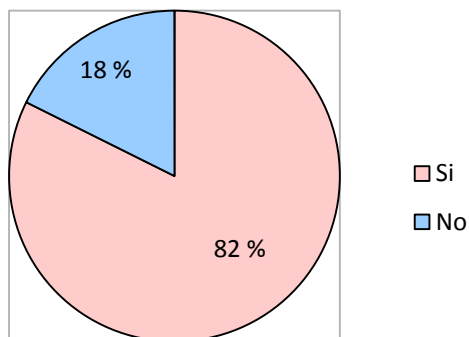
La implementación de los TE requirió de la selección previa por parte de los docentes, de los temas que podrían resultar de interés para los alumnos y también de relevancia biotecnológica. A tal fin se consultaron publicaciones científicas de diversas áreas de la biotecnología que se consideraron de importancia para el Ingeniero Químico. Los temas seleccionados fueron entregados al azar a grupos de 4-5 integrantes. El objetivo fue que los alumnos fueran trabajando durante el transcurso de la cursada sobre su TE, de manera que a medida que iban incorporando nuevo conocimiento ayudan al alumno a la comprensión del mismo. A su vez, se les otorgó la libertad de ampliar los temas relacionados con el trabajo, mediante la búsqueda de bibliografía alternativa e incluso de temáticas relacionadas. Como ayuda adicional, en los seminarios se incorporaron preguntas orientativas que buscaron extraer la información relevante. También se propuso investigar la síntesis química para cada uno de los productos a obtener vía el proceso biotecnológico, analizando ventajas y desventajas de la aplicación de cada estrategia, su impacto económico y su efecto en el medio ambiente. Al finalizar la cursada los alumnos debieron exponer en forma grupal su TE, especificando cuál era el producto biotecnológico que se deseaba obtener, su composición química, cómo se sintetizaba biológicamente, que tipos de organismos se empleaban en su trabajo en particular, ventajas y desventajas, en qué consistía el upstream y downstream del proceso, etc. La exposición oral tuvo como objetivo el aprendizaje que implica la experiencia de comunicar un conocimiento adquirido a sus pares y a sus profesores. Al mismo tiempo se

buscó que a través de la misma los alumnos tuvieran la posibilidad de conocer los temas preparados por los otros grupos, poniéndose de manifiesto la versatilidad de la biotecnología. Finalizado el semestre se realizó una encuesta para determinar las dificultades por parte de los alumnos a la hora de desarrollar el trabajo especial, con el objetivo de enriquecer y mejorar esta experiencia para el año 2018. Se encuestaron 34 alumnos. Las encuestas realizadas al finalizar la cursada arrojaron los siguientes resultados expresados en porcentaje:

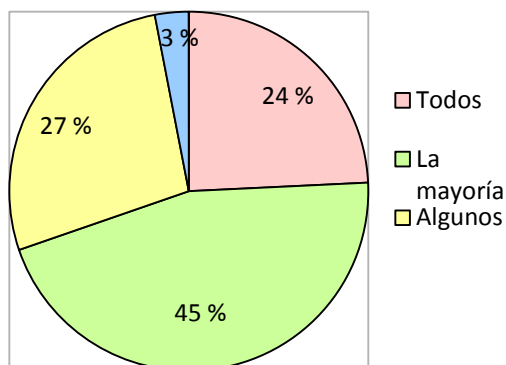
a) ¿Es útil el "trabajo especial" para integrar los conocimientos?



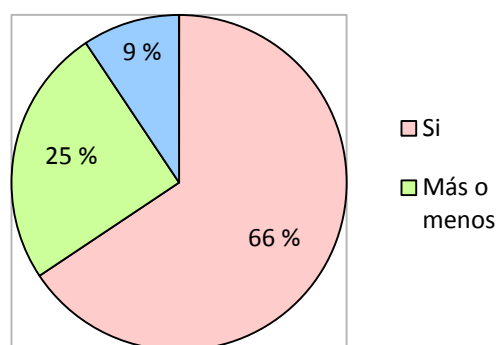
b) ¿Fue necesario cursar la materia para entender el "trabajo especial"?

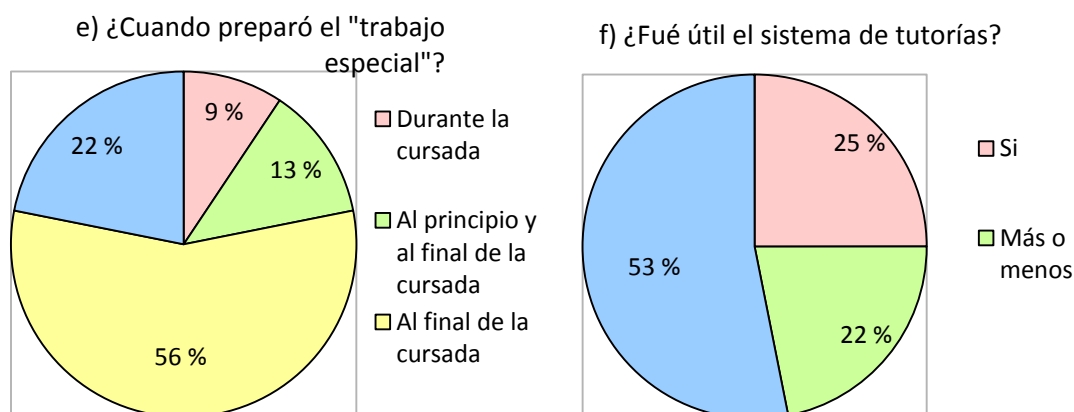


c) ¿Los temas elegidos son de interés para su profesión?



d) ¿Las consignas fueron claras?





**Figura 1: Resultado de las encuestas realizadas a los alumnos al finalizar el curso**

### ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

Cuando se consultó a los alumnos si el trabajo especial les resultó útil para integrar los conocimientos adquiridos, 47% respondieron afirmativamente (Figura 1a). De modo que prácticamente la mitad del alumnado pudo relacionar lo visto en clases y aplicarlo a la producción de un producto biotecnológico. Solamente el 9% consideró que el TE no le resultó útil para integrar el conocimiento. Cabe destacar que los trabajos fueron elegidos por los docentes y eran procesos biotecnológicos, donde se involucraba un organismo vivo para la producción de un producto y las etapas posteriores de purificación del mismo.

Por otro lado, cuando le preguntamos si necesitaron cursar la materia para poder entender el TE el 18% consideró que no fue así (Figura 1b). Posiblemente, esto puede deberse a que parte de los alumnos tienen conceptos sobre ingeniería de procesos que les permitiría analizar una publicación de este tipo sin necesidad de cursar la materia. El 82 % restante respondió afirmativamente, dando cuenta que los conocimientos adquiridos durante el curso son importantes no solo para su formación como ingenieros, sino también para la comprensión de desarrollos de productos biotecnológicos.

En cuanto a la utilidad de los temas elegidos por los docentes para el Ingeniero Químico, las respuestas fueron muy variadas. El 45% de los alumnos respondió que la mayoría de los



temas elegidos eran de utilidad para su carrera (Figura 1c). Entre los temas de mayor utilidad nombraron: biodiesel, bioetanol, butanol, cítrico, propanodiol, biorremediación y factor VIII. Un dato relevante que surgió de esta pregunta es que sólo el 3% de los alumnos contestó que ninguno de los temas eran de su interés, con lo cual podemos inferir que la elección resultó adecuada.

En relación a la claridad de las consignas que se les dio a los alumnos al principio de semestre el 66% considera que fueron claras (Figura 1d). Es un desafío para los docentes poder llegar al alumno con consignas claras que no den lugar a interpretaciones ambiguas.

En lo que respecta a la implementación del sistema de tutorías, los resultados no fueron ampliamente satisfactorios, ya que el 53% de los alumnos no consultaron a los docentes encargados de asistirlos en el proceso de entendimiento de su TE (Figura 1e). Sin embargo, de aquellos que si consultaron, solo el 25% consideró que les fue de utilidad. Este resultado debe analizarse junto con la Figura 1f, ya que el 78% de los alumnos preparó su TE al final de la cursada o bien días antes de exponerlo. Esto explicaría en principio por que no fue aprovechado el sistema de tutorías, acompañado por la falta de interés del alumno en las temáticas elegidas. Solo el 9% de los alumnos fueron realizando el trabajo durante la cursada.

Finalmente, en lo que respecta a las exposiciones, general fueron muy claras y en todos los casos incorporaron conceptos que fueron dados en el transcurso de la asignatura. Observamos que muchos grupos buscaron bibliografía complementaria e incluso hubo grupos que fueron más allá y buscaron trabajos similares como alternativa.

## CONCLUSIONES

La incorporación del TE fue para los docentes de la cátedra sumamente satisfactoria ya que se obtuvo una amplia participación por parte del alumnado y, lo que es fundamental, se alcanzó la integración de los conocimientos adquiridos. Se logró incentivarlos y demostrarles la utilidad de la biotecnología para el desarrollo socio-económico. En cuanto a las temáticas abordadas, se consideró de importancia para el futuro Ingeniero Químico. Igualmente continuaremos en la búsqueda de temas afines que les resulten de interés para su profesión teniendo en cuenta sus sugerencias.

El mayor desafío para el próximo semestre es promover la realización del TE a lo largo de la cursada fomentando más el sistema de tutorías durante la cursada. Una posibilidad sería incrementar la cantidad de preguntas orientativas a realizar al final de los seminarios, para que a medida que un tema fue dado en clases, el alumno pueda reconocer si fue utilizado o no en su trabajo especial. De esta manera se podría desarrollar de manera continua el trabajo especial clase a clase, desde el principio al final del curso.

Por otra parte, es necesario mejorar la claridad de las consignas, incorporando en forma escrita una serie de pautas esenciales, para evitar malos entendidos.

En el futuro se incorporará una encuesta inicial y otra final, tendientes a comparar el conocimiento adquirido durante la cursada, si se ha cumplido y/o superado las expectativas preexistentes, de manera de evaluar si tuvo lugar un cambio substancial en respecto de los que es esta área en los alumnos. Nuestro objetivo es continuar buscando herramientas para mejorar el aprendizaje de los alumnos año a año de manera que los mismos obtengan el mayor beneficio posible.

## **BIBLIOGRAFÍA**

*Davini, M.C. (2008). "Métodos de enseñanza. Didáctica general para maestros y profesores". Santillana.*

*Facultad de Ingeniería.*

*Feldman, D. (2015). "Para definir el contenido. Notas y variaciones sobre el tema en la universidad". Tra-yectorias universitarias. Volumen 1 (1): 20-27.*

*Litwin, E. (2016). "El oficio de enseñar. Condiciones y contextos". Biblioteca Fundamental de la Educación. Paidós.*

*UNLP (2016):[https://www.ing.unlp.edu.ar/articulo/2016/2/3/grado\\_quimica](https://www.ing.unlp.edu.ar/articulo/2016/2/3/grado_quimica)*