



Universidad Nacional de La Plata
Carrera de Especialización en Docencia Universitaria

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

***Propuesta innovadora de articulación e integración de las
experiencias de formación práctica en la asignatura
Biotecnología II.***

Alumna: Claudia Inés Prieto
Directora: Mg. Teresa Inés Legarralde
Facultad de Ciencias Exactas
Año 2019

Agradecimientos

A mi directora, Teresa Legarralde, por haberme guiado en la redacción de este trabajo y brindado su experiencia. Gracias por la predisposición y dedicación permanente.

Al equipo de tutorías, en especial a Mariana Filardi y Glenda Morandi, por su enorme apoyo durante esta etapa.

A mi familia, por estar incondicionalmente

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

“Enseñar no es transferir conocimientos, sino crear las posibilidades para su propia producción o construcción”

Paulo Freire

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Indice

1	Resumen.....	5
2	Contextualización, fundamentación del tema y abordaje metodológico del TFI..	6
2.1	Antecedentes	10
3	Objetivos	14
3.1	Objetivo general.....	14
3.2	Objetivos específicos	14
4	Perspectivas teóricas	15
5	Descripción general de la propuesta de innovación educativa	28
5.1	Estrategia metodológica	28
5.2	Ambiente de aprendizaje	30
5.3	Actividades.....	30
5.3.1	Primer encuentro. Organización general y diseño del primer trabajo experimental	31
5.3.2	Segundo encuentro. Ejecución del primer Trabajo Experimental.....	35
5.3.3	Tercer encuentro. Análisis de resultados y diseño del segundo trabajo experimental.	36
5.3.4	Cuarto encuentro. Ejecución del Segundo Trabajo Experimental	38
5.3.5	Quinto encuentro. Discusión general.....	40
5.4	Evaluación	41
5.4.1	Evaluación del proceso.....	42
5.4.2	Evaluación del producto	42
6	Reflexiones finales	43
7	Bibliografía	46

1 Resumen

En este proyecto se presenta una propuesta de innovación educativa, conducente a mejorar las posibilidades de logro de aprendizajes significativos en las clases de trabajos prácticos experimentales de la asignatura Biotecnología II de la carrera de Licenciatura en Biotecnología y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP. El mismo surge como una propuesta superadora a partir de la constatación de que los estudiantes suelen llevar a cabo los trabajos prácticos mecánicamente, sin tener en claro el objetivo de la tarea. Se realizará desde una perspectiva constructivista que posibilite a los alumnos desarrollar un mayor nivel de participación, involucramiento y compromiso en sus experiencias de aprendizaje. Se articularán los espacios y las modalidades de enseñanza de las clases teóricas y las prácticas para promover condiciones que favorezcan procesos de integración y resignificación del conocimiento, promoviendo la realización y desarrollo de actividades grupales y de investigación para la resolución de situaciones problemáticas reales que fomenten la motivación de los estudiantes a través de la participación y el aprendizaje grupal. Como método de enseñanza se aplicará el basado en solución de problemas en donde a partir del planteo de un problema surgen dudas, incertidumbres, que llevaran a los alumnos a analizar y comprender el problema y tomar decisiones para resolverlo. Los alumnos deberán trabajarán en grupos reducidos y tendrán la posibilidad no sólo de diagramar el trabajo experimental sino de realizarlo, siendo partícipes activos de todas las etapas, desde diseño, preparación de material, elaboración e interpretación de resultados.

2 Contextualización, fundamentación del tema y abordaje metodológico del TFI

La propuesta de innovación educativa a realizar en el marco del Trabajo Final Integrador surge de una situación problemática que se presenta en el contexto de mi propia práctica docente en la materia Biotecnología II, como Jefe de Trabajos Prácticos. La asignatura es parte de un grupo de materias englobadas dentro del Área Biotecnología, encargada del dictado de varios cursos para alumnos de cuarto y quinto año de la Carrera de Licenciatura en Biotecnología y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Es una materia que se presenta como importante y enriquecedora para la formación de los alumnos, ya que aborda temas relacionados con la producción de productos biotecnológicos, o sea, productos obtenidos a partir de microorganismos cultivados en un biorreactor. Para un alumno de esta Carrera, los contenidos abordados son fundamentales, complementarios de la materia Biotecnología I y es muy probable que los apliquen en su vida profesional.

Pese a la relevancia para la formación que tiene la materia, se observa con preocupación que la mayor parte de nuestros alumnos no muestran interés por los contenidos dictados. Este desinterés se ve reflejado en varios aspectos que incluyen poca participación, ausencia de lectura previa al desarrollo de las actividades, estudio a último momento para aprobar, entre otras cosas. La materia se organiza en 9 horas semanales con una serie de clases teóricas y prácticas, estas últimas abarcan clases de seminarios de problemas y trabajos prácticos de laboratorio. En las primeras, se explican los temas a modo de clase magistral durante la cual los alumnos toman apuntes y participan muy poco, a pesar que el profesor interpela a los estudiantes a participar. Los contenidos abordados durante las clases teóricas se reactualizan luego para poder realizar una serie de problemas en los seminarios prácticos. A su vez, los alumnos desarrollan durante la práctica trabajos de laboratorio donde se aplican muchos de los contenidos aprendidos durante las teorías y los seminarios. Uno de los problemas con los que nos encontramos los docentes es que los alumnos llegan a los seminarios sin repasar las teorías, con lo cual se les dificulta enormemente resolver las problemáticas. Debido al escaso tiempo para realizar los problemas planteados los docentes terminamos explicando cómo se resuelven los problemas en el pizarrón. Una parte crucial de la materia es

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

el trabajo del laboratorio donde los alumnos se enfrentan con equipos específicos para ver el desarrollo de microorganismos y la producción de productos biotecnológicos. Al comienzo del laboratorio se da una explicación del trabajo que se va a realizar, los objetivos, resultados esperados y organización de la clase. Pese a que los alumnos cuentan con una guía de laboratorio que debe llevarse previamente leída, en general los docentes notamos que los alumnos llegan a la clase sin haber realizado una lectura comprensiva de los contenidos del trabajo de laboratorio. Al igual que sucede durante los seminarios, los docentes debemos realizar una explicación detallada del TP mientras los alumnos toman apuntes, nuevamente con escasa participación. Durante el trabajo práctico los alumnos se dividen en grupos para realizar el monitoreo de la experiencia a lo largo del tiempo. Una vez recolectadas las muestras necesarias, los parámetros obtenidos son enviados a los alumnos quienes los procesan para obtener los resultados y realizar un análisis de los mismos. Finalmente se desarrolla una clase de discusión de resultados. Es en esta clase donde la falta de interés por el trabajo de laboratorio es más notoria. La materia les brinda a los alumnos las herramientas necesarias para discutir esos resultados y sacar conclusiones, pero nos encontramos con que los alumnos apenas participan de la discusión y nuevamente los docentes terminamos explicando el tratamiento de los datos, dictando las conclusiones a las que se arriba y los alumnos simplemente tomando apuntes. A partir de este diagnóstico, junto a mis colegas llegamos a la conclusión de que indefectiblemente debíamos generar mejoras que promuevan la motivación de los alumnos para que la materia les resulte interesante y de esta manera mover el eje motivacional desde el mero aprender para aprobar al comprender para adquirir una competencia que necesitarán en el futuro inmediato. Una de las primeras cuestiones a plantear es a qué se debe la falta de interés por comprender la materia. A través de charlas francas con los alumnos se puede vislumbrar una serie de razones o causas que generan un bajo compromiso con el aprendizaje: los alumnos no dimensionan la importancia de la asignatura en términos de las competencias que adquieren al aprenderla y consideran los trabajos prácticos planteados como irrelevantes, sosteniendo que no les entusiasman. La materia es referenciada por los alumnos como fácil, poco exigente. No sólo es la fama, sino que durante el dictado de la misma realmente poco se exige a los alumnos en términos de leer, investigar, razonar y en general el contenido se transmite a modo de clase magistral. Los

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

alumnos perciben esto y se suelen involucrar lo justo y necesario para “pasar y aprobar” la materia. Su paso por la cursada consiste en asistir, tomar apuntes y estudiar unos días antes del parcial, sin reciprocidad en el intercambio de conocimientos con los docentes. La materia se cursa junto con otras tres que tienen una alta carga horaria y nivel de exigencia mayor, por lo que le dan menor prioridad a esta y le dedican menos tiempo. Los estudiantes postergan la preparación y estudio de esta asignatura hasta el final del semestre, que es el período de evaluación de la misma. Pocos son los alumnos que demuestran verdadero interés en los contenidos. Pero como esto también ocurre el hecho de que algunos estudiantes se acercan al plantel docente para realizar una tesina (trabajo final de carrera) en nuestra área temática nos lleva a pensar que hay factores, como los intrínsecos de cada alumno, que posiblemente no se están teniendo en cuenta a la hora de definir las causas del problema.

Lo cierto es que la manera en que los alumnos encaran la materia, y el nivel de compromiso con la misma, genera un aprendizaje superficial (Biggs, 2006; Doménech Betoret, y Gómez Artiga, 2011; Entwistle, 1988; Santrock, 2006) que, si bien en la mayoría de los casos sirve para aprobar el parcial, no genera un conocimiento significativo que pueda ser capaz de transferirse a otras situaciones problemáticas de la práctica profesional. Esta situación genera inquietud en algunos de nosotros, los docentes. Teniendo en cuenta que esta preocupación es empírica y específica, ya que surge de una situación concreta de nuestra práctica docente, y proviene de un hecho puntual como es la falta de interés por estudiar la materia por parte de los alumnos (Barraza Macías, 2010), es que creo que merece ser abordada. Para ello es necesario intervenir en la forma en que es dictada la materia, en la articulación entre las modalidades de teóricos y prácticos y, en particular, cómo se plantean los trabajos experimentales.

En este punto me planteo: ¿Qué problemas se identifican en el desarrollo de la materia y, en particular, en la modalidad predominante de los trabajos prácticos? ¿Qué condiciones podrían promoverse para que los alumnos logren entusiasmarse en su realización?

Como menciono anteriormente, son muchos los factores que generan esta situación, sin embargo, gran parte del problema puede ser la forma en que los trabajos prácticos tradicionalmente están planteados. Los alumnos no participan de todas las etapas del desarrollo de los mismos, por falta de tiempo y espacio solo

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

participan de experimentos casi demostrativos, donde encuentran todo preparado por los docentes. Somos los docentes (JTP y ayudantes) los que realizamos tanto la preparación, diseño, desarrollo y evaluación de los resultados, mientras que los alumnos participan, en forma individual, sólo en algunas etapas del desarrollo. Al no intervenir en los pasos previos, de diseño y preparación, tienen poca participación, lo que creemos no genera una experiencia educativa significativa. Este poco margen de participación condiciona a los estudiantes, los cuales se convierten en simples espectadores de los trabajos prácticos. Esto determina que los trabajos de laboratorio se conviertan en una experiencia que poco logra captar la atención de los alumnos (Biggs, 2006; Maiztegui et al., 2002). Los alumnos se muestran distraídos, poco involucrados, apurados por irse, pareciera que no se logra captar la atención de ellos. En este sentido, se torna necesaria una intervención que produzca una innovación a la hora de organizar la materia y realizar los trabajos prácticos, propiciando que los alumnos se involucren con el desarrollo de los mismos. Con este criterio de mayor involucramiento y participación, se apunta a interceder sobre la “receptividad” que se genera en los estudiantes de lo que los docentes “les ofrecemos” durante las clases, con la intención de movilizar intereses y motivaciones sobre las temáticas que se abordan (Charlot, 2008). Si bien organizativamente lograr una mayor participación de los alumnos es complicada porque requiere un mayor esfuerzo tanto por parte de los docentes como de los alumnos y sobre todo porque se debe romper con estructuras y formas de trabajar arraigadas en los docentes de la materia, creo que es posible un cambio propositivo en la forma de realizar los trabajos experimentales. Sin embargo, es cierto también que la reestructuración y/o revisión de la modalidad de trabajos prácticos, indefectiblemente va a plantear desafíos o traccionar cambios en la modalidad de las clases teóricas también. Al menos, se pretende dejarlas planteadas.

Frente a ello: ¿cómo se puede lograr que los alumnos se interesen por la materia y participen activamente en la realización de los trabajos experimentales?

La propuesta de trabajo que surge es la de plantear los trabajos prácticos con dinámicas de trabajo grupal, tipo taller, durante la cursada, donde los alumnos deben aplicar los conocimientos para resolver una problemática particular, lo cual se espera que favorezca una mayor participación y compromiso de los alumnos con la materia. El taller como opción metodológica abre un espacio a los procesos de

reflexión pre y post práctica e implica un ejercicio creativo que se enriquece en la medida en que incorpora al colectivo (Edelstein, 2000).

Se fomentará en el taller una enseñanza basada en la resolución de problemas (Barell, 2007; Branda, 2001; Davini, 2008), donde no sólo se presentará a los alumnos situaciones para que ellos construyan por sí mismos destrezas y estrategias eficaces, sino también se creara en ellos el hábito y la actitud de enfrentarse al aprendizaje como un problema al que hay que encontrar respuesta. El aprendizaje a partir de problemas tiene un alto valor educativo, desarrolla la capacidad crítica, la inventiva y el sentido práctico, integrando distintos conocimientos y experiencias previas, a través del razonamiento y buscando nuevas informaciones para entender y resolver el problema. Facilita la interacción grupal y el aprendizaje del trabajo en equipo (Davini, 2008).

Los trabajos prácticos son considerados una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, permiten un conocimiento vivencial de fenómenos, constituyen una oportunidad para el trabajo en equipo y el desarrollo de actitudes. Deben ser planteados en forma abierta, donde se invita al alumnado a pensar cómo resolver un determinado problema y no en forma cerrada como un conjunto de instrucciones. Es por eso, que debemos apuntar a elaborar una propuesta de los trabajos prácticos experimentales desde una perspectiva constructivista que posibilite a los alumnos desarrollar un mayor nivel de participación, involucramiento y compromiso en sus experiencias de aprendizaje realizando y desarrollando actividades grupales y de investigación para la resolución de situaciones problemáticas reales que fomenten la motivación de los estudiantes a través de la participación y el aprendizaje grupal

2.1 Antecedentes

Como antecedentes en innovaciones en la asignatura Biotecnología II, hemos implementado en el año 2018 a modo de prueba piloto, un taller de diseño, con la intención de favorecer los aprendizajes de los estudiantes durante el desarrollo del dictado de la asignatura. El mismo consistió en un encuentro previo al desarrollo de uno de los trabajos experimentales, con modalidad de taller y de carácter obligatorio, donde los alumnos trabajaron en pequeños grupos ante una consigna

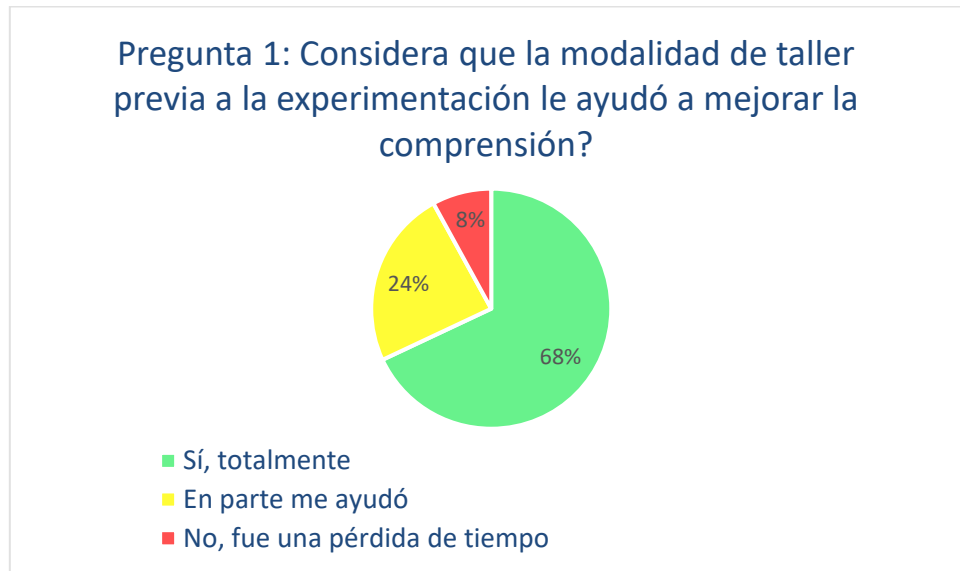
disparadora, que llevaba a la optimización y diseño de un experimento destinado a evaluar el funcionamiento de un biorreactor tubular para ser utilizado en un proceso biotecnológico. Dispusieron de material bibliográfico disponible en la cátedra para optimizar el proceso y diseñar el protocolo del mismo. Luego, en el espacio destinado al trabajo experimental, desarrollaron el protocolo que ellos mismos diseñaron. Para evaluar la utilidad de este taller de prueba, realizamos una encuesta a los estudiantes (Figura 1). Sobre un total de 48 alumnos encuestados, el 68% consideró que la modalidad de taller previa a la experimentación le ayudó totalmente a mejorar la comprensión de los temas tratados, un 24% opinó que en parte le ayudó y apenas un 8% consideró que no le ayudó y fue una pérdida de tiempo. Cuando se les preguntó a los alumnos recursantes qué opinaban sobre esta modalidad respecto a la utilizada en el curso anterior, el 80% de los mismos respondió que fue mejor y les fue más útil esta modalidad. El 20% contestó que no notó diferencias y ninguno respondió que no le sirvió. Sin embargo, no se puede dejar de tener en cuenta que algunos de los estudiantes de este grupo observaron que no supieron discriminar si la mejora en la comprensión se debía al taller en sí o a que estaban viendo la materia por segunda vez.

Un aspecto que resulta de interés en este trabajo es el concerniente a la valoración de los aprendizajes logrados por los estudiantes; en este sentido, la evaluación del desempeño de los alumnos es realizada tradicionalmente en la cátedra mediante pruebas escritas. El estudiante dispone de tres instancias de evaluación. La promoción de la asignatura con examen final se consigue con el 40% de la evaluación realizada adecuadamente. En cambio, para la promoción sin examen final se debe tener un logro del 60%. De no alcanzar la promoción sin examen final, el alumno debe rendir una evaluación final integradora de teoría y práctica. Al respecto, comparamos los resultados obtenidos en la cursada del año 2017 con la cursada del año 2018, siendo este último año cuando realizamos el taller de prueba (Figura 2). Observamos que la aprobación de la asignatura aumentó del 66% al 86%, con un incremento en el porcentaje de alumnos que promocionaron la misma (sin examen final) y una disminución en la aprobación de sólo la cursada (con examen final). Además, hubo una disminución en el porcentaje de alumnos que desaprobaban la cursada (a diferencia del año académico 2018, donde no los hubo) y una baja en el porcentaje de alumnos que abandonaron. En suma, se observó una

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

mejora en el desempeño académico de los alumnos en el año 2018. No podemos afirmar que dicha mejora se deba solo a la implementación de un taller de prueba, ya que en todo proceso de enseñanza y de aprendizaje las variables que se ponen en juego son muy diversas, y en especial hay que tener en cuenta que lo que varió de un año a otro es el grupo de alumnos, por lo cual no es válida una extrapolación definitiva. Sin embargo, estos resultados nos alentaron a pensar que era posible trabajar en la implementación de innovaciones para mejorar el aprendizaje.

Figura 1. Encuesta



TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Pregunta 2: Cómo valora la discusión en el taller en función de la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación en la experimentación?



Pregunta 3: Si Ud ha cursado la materia anteriormente qué opina sobre esta modalidad respecto a la utilizada en el curso anterior?

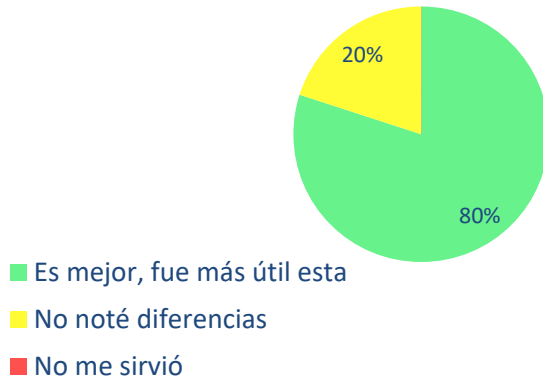
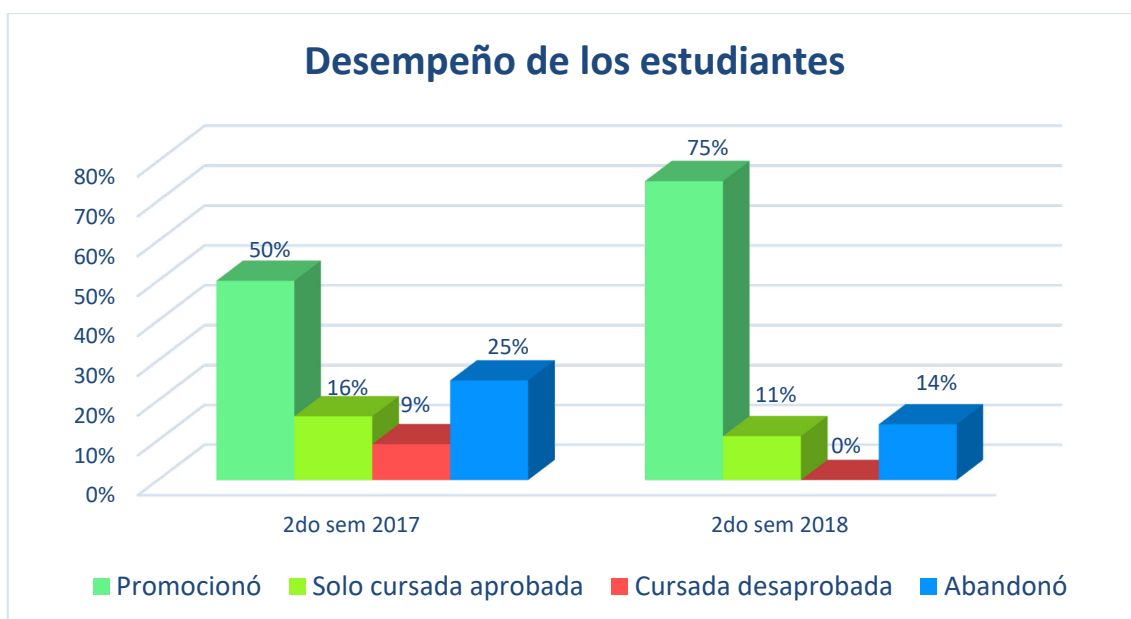


Figura 2. Desempeño de los estudiantes en la evaluación



3 Objetivos

3.1 Objetivo general

- Diseñar una propuesta de innovación pedagógica conducente a mejorar las posibilidades de logro de aprendizajes significativos en las clases de trabajos prácticos de la asignatura Biotecnología II de la carrera de Licenciatura en Biotecnología y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar una propuesta de los trabajos prácticos experimentales y de evaluación de la misma desde una perspectiva constructivista que posibilite a los alumnos desarrollar un mayor nivel de participación, involucramiento y compromiso en sus experiencias de aprendizaje.
- Articular los espacios y las modalidades de enseñanza de las clases teóricas y las prácticas para promover condiciones que favorezcan procesos de integración y resignificación del conocimiento.
- Promover la realización y desarrollo de actividades grupales y de investigación para la resolución de situaciones problemáticas reales que fomenten la

motivación de los estudiantes a través de la participación y el aprendizaje grupal.

4 Perspectivas teóricas

La innovación educativa en el aula universitaria es una expresión de un proceso creativo y de ruptura con las formas habituales de enseñanza (Lucarelli, 2004). Puede originarse en un problema percibido por el docente. Uno de los mayores desafíos que se le presenta al docente es cómo favorecer el desarrollo de procesos de apropiación del contenido curricular por parte de los estudiantes, de manera que los nuevos aprendizajes se articulen significativamente con los existentes, integrándose con ellos o reemplazándolos. El planteamiento de este interrogante abre el camino hacia la innovación.

Entre los diversos enfoques existentes acerca del aprendizaje, se distinguen, fundamentalmente, dos grandes corrientes con sus respectivas derivaciones didácticas. Por un lado, las teorías asociacionistas de condicionamiento de estímulo-respuesta, sustentadas en una perspectiva conductista del aprendizaje; por otro, los modelos constructivistas que enfatizan en la importancia de las variables internas (Furman y Podestá, 2010; Pérez Gómez, 1992).

Las teorías asociacionistas se sustentan en dos pilares fundamentales. El primero de ellos asume al aprendizaje como un proceso repetitivo, ciego y mecánico de asociación de estímulos, respuestas y recompensas; el segundo, gira en torno al poder de los reforzadores, siempre que se apliquen adecuadamente sobre unidades simples de conducta. De acuerdo a los supuestos delineados, la enseñanza se limita a organizar el contexto que facilite la adquisición de conductas deseadas. Este tipo de enfoques propone un esquema por demás simplista, mecanicista e incapaz de reflejar los intercambios en el aula y la importancia de las variables internas. Por otro lado, el rol desempeñado por el alumno es pasivo, ya que el acento está puesto en la “transmisión” docente; se asume que basta con impartir los mismos contenidos a todos los alumnos, para que aquellos sean asimilados por todos los estudiantes por igual (Furman y Podestá, 2010; Orozco, 2009).

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Considerando lo expuesto es preferible adoptar un posicionamiento de tipo constructivista que se entiende superador para pensar las formas en que los sujetos aprenden. El constructivismo permite comprender e interpretar los procesos de aprendizaje, a partir de dos supuestos fundamentales: 1) “la actividad del sujeto está en función de su organización cognoscitiva” y 2) “el cambio en la organización cognoscitiva del sujeto está en función de su actividad”. Considerar la organización cognoscitiva como una construcción subjetiva implica ubicar al alumno como protagonista activo de los procesos de aprendizaje, y ya no como una mera tabla rasa sobre la que se debe inscribir información. El rol del docente, por su parte, se plantea como mediador y facilitador de la construcción subjetiva (Tébar, 2009). Las personas aprenden a ritmos diferenciados, ya que cada una establece una relación distinta con el objeto de conocimiento. Otra de las razones que vuelve superadora esta corriente, a comparación de enfoques conductistas, es su anclaje en la significatividad del conocimiento a aprender, ya que “se aprende lo que se comprende”. El aprendizaje significativo implica activar el conocimiento previamente construido para cimentar el nuevo (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2002; Orozco, 2009; Ortiz, 2009).

La concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje, asume el aprendizaje como un proceso de construcción del conocimiento esencialmente individual e interno que depende del nivel de desarrollo cognitivo, de los componentes motivacionales y emocionales, y es inseparable del contexto social y cultural en el que tiene lugar (Carretero, 2002; Coll, 2002). Es individual, porque los alumnos deben llevar a cabo su propio proceso de construcción de significados y de atribución de sentido sobre los contenidos sin que nadie pueda sustituirlos en esta tarea, es interno porque el aprendizaje es el fruto de un complejo e intrincado proceso de construcción, modificación y reorganización de los instrumentos cognitivos y de los esquemas de interpretación de la realidad y es inseparable del contexto social y cultural porque el aprendizaje es resultado también de la dinámica de las relaciones sociales que se establecen entre los participantes (Coll, 2002).

Bruner se dedicó al estudio del desarrollo del pensamiento y elaboró una teoría del aprendizaje, *el aprendizaje por descubrimiento* (Pérez Gómez, 1992). Postuló que el aprendizaje supone el procesamiento activo de la información y que cada persona lo realiza a su manera. Los profesores deben proporcionar situaciones problemáticas que estimulen a los alumnos a descubrir por sí mismos. En lugar de

explicar el problema, de dar el contenido acabado, el profesor debe ofrecer el material adecuado y estimular a los alumnos para que, mediante la observación, la comparación, el análisis de semejanzas y diferencias, lleguen a descubrir el conocimiento de un modo activo. Enfatizó la importancia de hacer que los alumnos se den cuenta de la estructura del contenido que van a aprender y de las relaciones entre sus elementos de modo que pueda ser retenido como un todo organizado. De esta manera, los alumnos aprenden por medio del descubrimiento guiado que ocurre durante la exploración motivada por la curiosidad. Promueve que los alumnos analicen y manipulen la información más que a absorberla, esto también disminuye el riesgo de fracaso. El aprendizaje por descubrimiento es la capacidad del ser humano de reorganizar los datos obtenidos de manera novedosa que permite nuevas soluciones.

Por otro lado, según Ausubel se considera que el aprendizaje es receptivo, se recibe información para luego incorporarla a la estructura psíquica (Pérez Gómez, 1992). Esto no significa que Ausubel niegue el valor del aprendizaje por descubrimiento descrito por Bruner, en que el contenido que se va a aprender es elegido por el sujeto que aprende. Según Ausubel se adhiere el conocimiento por medio de la recepción y eliminando lo repetitivo siempre que sea posible. Para que se produzca aprendizaje significativo se deben cumplir ciertas condiciones:

- 1- Disposición para aprender, le da importancia a la atención y la memoria
- 2- Que el material a aprender sea potencialmente relacionable con la estructura cognitiva del que aprende de manera sustantiva y no arbitraria. No al pie de la letra (potencialmente significativo)
- 3- Que existan “anclajes” que permitan la interacción con el material nuevo presentado

El aprendizaje se produce cuando la nueva información se relaciona con un aspecto relevante de la estructura de conocimiento del alumno. Este proceso supone una interacción que Ausubel le da el nombre de “concepto integrador”. Las ideas más generales son las que se deben aprender primero, a continuación, las que tengan menos generalidad y por último los detalles.

Una de las condiciones que Ausubel considera indispensables para la realización de aprendizajes significativos es la manifestación, por parte del alumno, de una disposición hacia el aprendizaje significativo, esto es, de una disposición para ir a fondo en el tratamiento de la información que se pretende aprender, para

establecer relaciones entre ella y lo que ya se sabe, para aclarar y detallar los conceptos. Esta disposición para el aprendizaje se relaciona con el enfoque profundo del aprendizaje. En este enfoque (Entwistle, 1988), la intención de los alumnos es comprender el significado de lo que estudian, lo que lleva a relacionar su contenido con conocimientos previos, con la experiencia personal o con otros temas, a evaluar lo que se va realizando y a perseverar en ello hasta que se logra un grado de comprensión aceptable. Por otro lado, el otro enfoque del aprendizaje es el llamado enfoque superficial. En este caso, la intención se limita a cumplir los requisitos de la tarea, de tal modo que más importante que la comprensión del contenido es prever el tipo de preguntas que puedan formularse sobre él, lo que el profesor va a considerar relevante. Se produce un desplazamiento del interés desde el «núcleo» intrínseco de contenido hasta la «periferia» de las exigencias extrínsecamente planteadas. Como puede observarse, las diferencias no son despreciables. De una forma tal vez simplificadora, aunque clara, Entwistle las resume como sigue: “Enfoque profundo: intención de comprender; fuerte interacción con el contenido; relación de nuevas ideas con el conocimiento anterior; relación de conceptos con la experiencia cotidiana; relación de datos con conclusiones; examen de la lógica de los argumentos. Enfoque superficial: intención de cumplir los requisitos de la tarea; memoriza la información necesaria para pruebas o exámenes; encara la tarea como imposición externa; ausencia de reflexión acerca de propósitos o estrategia; foco en elementos sueltos sin integración; no distingue principios a partir de ejemplos” (Entwistle, 1988, p. 67). Hay que tener en cuenta que estos enfoques se aplican a la forma de abordar la tarea y no al estudiante; es decir, un alumno puede modificar su enfoque de una tarea a otra o de un profesor a otro.

La enseñanza basada en la indagación tiene sus bases teóricas en el constructivismo (Chatterjee, Williamson, McCann y Peck, 2009), donde el estudiante es un sujeto activo responsable de su aprendizaje. La enseñanza deja de ser centrada en el docente para pasar a ser centrada en el estudiante, y deja al profesor como facilitador o guía dentro del proceso de construcción del aprendizaje. La indagación es central para el aprendizaje de las ciencias (Garriz y Reyes Cárdenas, 2011). De esta manera, los estudiantes describen objetos y fenómenos, elaboran preguntas, construyen explicaciones, prueban estas explicaciones contra lo que se sabe del conocimiento científico y comunican sus ideas a otros. Así, los alumnos desarrollan activamente su comprensión de la ciencia, al combinar el conocimiento

científico con las habilidades de razonamiento y pensamiento (Garritz, Labastida Piña, Espinosa y Padilla, 2009; Reyes Cárdenas y Padilla, 2012). De acuerdo con Minner, Levy, y Century (2010) la enseñanza a través de la indagación científica promueve que los alumnos propongan y realicen actividades de investigación para probar sus ideas. Este autor sostiene que “las estrategias de enseñanza que comprometen al estudiante activamente en el proceso de aprendizaje a través de investigaciones científicas incrementan la comprensión conceptual mejor que las estrategias que se basan en técnicas pasivas.” (Minner et al., 2010, p. 474).

Con respecto a la relación teoría-práctica en la formación de profesionales, esta es una problemática siempre presente en la educación superior, que se expresa en la valoración creciente del lugar de “la práctica” en la formación de profesionales. Hay un reconocimiento de la falta de preparación de profesionales para resolver los problemas que se les presentan en sus primeros ámbitos del ejercicio de la profesión, poniendo en debate los espacios de práctica en la formación universitaria. Se entiende a la práctica como la oportunidad para desarrollar en instancias formativas las destrezas y competencias que supone el ejercicio profesional (Morandi, 1997). Se trata del lugar privilegiado de acceso al conocimiento, como modo de conocer “desde la práctica”. Desde una perspectiva histórica, la relación teoría-práctica sufrió un lento proceso, desde la formación artesanal, que llevó a la relegación de la práctica en la formación universitaria. Se parte de la diferenciación aristotélica entre tres tipos de conocimiento: técnico, práctico y teórico. El técnico se caracteriza como la instrumentación de ciertos procedimientos preestablecidos a ser realizados en situaciones determinadas. El conocimiento práctico se define como un saber hacer, saber cómo se hace “eso de lo que se trata” (Bourdieu, 1991) o como un conocimiento en la acción (Schön, 1992). El conocimiento teórico constituye una generalización y abstracción de las situaciones concretas modelizándolas. Según Bourdieu (1991), existe una lógica práctica, un sentido práctico que organiza los pensamientos, las acciones, las percepciones mediante principios generadores de esquemas prácticos. Schön (1992), por otro lado, critica la racionalidad técnica la cual apoya la idea de que los profesionales de la práctica solucionan problemas instrumentales mediante la selección de los medios técnicos más idóneos. Schön propone el diseño de situaciones de enseñanza y de aprendizaje a las que denomina “practicum”. Esta es una situación pensada y dispuesta para la tarea de aprender una práctica, en la que

el estudiante aprende a evaluar la práctica competente, debe diseñar y realizar su propia percepción de la práctica, reflexiona sobre lo realizado y sus fundamentos y analiza casos de la práctica. Así es posible aprender las competencias que se ponen en juego en situaciones de la práctica. Al respecto, es común una queja en los docentes universitarios que sostienen que ellos explican, realizan demostraciones, discriminan pasos y secuencias, etc., en la teoría, pero que cuando los alumnos “van a la práctica” no realizan las tareas como se supone que fueron enseñadas. En otras situaciones, el docente “muestra” cómo se hace, como la mejor manera de “transmitir” el conocimiento de una práctica; es decir, sin una mediación teórica. No hay una recuperación de la práctica concreta que realizan los alumnos, para tomarla en sí misma como objeto de análisis. Este momento de práctica es antecedido por la explicación teórica, con lo que se da por “sabida”, solo queda realizarla, de acuerdo con la norma. Según Lucarelli (1994) tradicionalmente las instituciones educativas tratan las disciplinas como teóricas, y los momentos dedicados a las prácticas sirven para la aplicación de lo que se trabajó teóricamente. Se considera que la competencia práctica comienza donde termina el conocimiento teórico, sin propiciar que pueda ser el origen de reflexiones que permitan enriquecer lo logrado teóricamente.

Por lo expuesto, toda experiencia que intente romper con el aislamiento de la formación universitaria tanto de la realidad en que se desenvuelven las profesiones, como de las necesidades concretas a atender mediante la intervención práctica en la realidad social, debe ser valorada y apoyada. En este sentido, el enfoque por competencias es una estrategia educativa que se ha puesto en marcha ante las exigencias de la sociedad actual y la necesidad de que la enseñanza responda a los requerimientos de los individuos, dado que la educación tradicional ya no es una opción para formar a los ciudadanos que se demandan para hacer frente a los desafíos de la globalización (Denyer, M., Furnémont, J., Poulain, R. y Vanloubbeeck, G. (2009). Una competencia puede comprenderse como la “aptitud de poner en acción un conjunto organizado de saberes, de saber-hacer y de actitudes que permitan realizar cierto número de tareas” (Denyer et al., 2009). Pozo y Pérez Echeverry (2009) mencionan que para desarrollar una competencia “se requiere un dominio estratégico y autónomo del conocimiento. Ese dominio estratégico exige una integración del conocimiento teórico (saber decir), de naturaleza declarativa y explícita, y del conocimiento procedimental (saber hacer)”,

además del saber actuar, cuya naturaleza es implícita. Para aprender o poner en práctica las competencias, los alumnos requieren que se presente ante ellos un conjunto de situaciones (que se pueden traducir en tareas o situaciones desafiantes) reales o realistas, en donde puedan movilizar de manera efectiva y holística ese conjunto de saberes que integran las competencias. En tal sentido, para que un alumno denote que posee una determinada competencia, debe manifestar un desempeño competente en una situación particular. Según Pérez Gómez (2008), ser competentes es la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz (Pérez Gómez, 2008). Se debe tener presente que uno de los propósitos del enfoque de competencias es romper con la enseñanza de tipo enciclopédico producto de currículos y programas saturados de saberes, donde hay una exagerada acumulación de contenidos (especialmente de tipo conceptual), que en muchas ocasiones son conocimientos inertes que solo sirven para acreditar las evaluaciones (Denyer et al., 2009).

Siguiendo esta línea de análisis, para atribuir el sentido necesario que nos permitirá implicarnos de verdad en una tarea, hace falta que la veamos atractiva, que nos interese, que podamos percibir que cubre una necesidad; esa necesidad puede funcionar entonces como motor de la acción. No siempre es fácil percibir la necesidad que cubre un aprendizaje; no siempre éste se encuentra en la franja de nuestro interés. La necesidad, el interés, se crean y se suscitan en la propia situación de enseñanza y de aprendizaje. Esta condición para el sentido puede conducir a revisar no sólo algunas de las tareas que proponemos o de los contenidos que enseñamos, sino también, y quizá, sobre todo, la forma de presentarlos o de organizarlos. No es lo mismo “la lección o unidad que toca”, que participar en un proyecto para el que nos resulta necesario disponer de ciertos instrumentos conceptuales y procedimentales; no es igual ajustarse a unos temas y a un orden previamente establecidos que poder participar en la elección de determinados tópicos sobre los que se va a trabajar. Se trata de que los alumnos no sólo conozcan los propósitos que guían una actividad, sino que los hagan suyos, que participen de la planificación de aquélla, de su realización y de sus resultados de forma activa, lo que no supone únicamente que hagan, que actúen y que

realicen; exige, además, que comprendan qué hacen, que se responsabilicen de ello, que dispongan de criterios para evaluarlo y modificarlo si es necesario. Cuando una tarea que se ajusta a las posibilidades de los alumnos les es presentada como algo que permite cubrir determinadas necesidades (de aprender, de saber, de hacer, de influir, de cambiar), y cuando se les ofrece la oportunidad de que se impliquen activamente en ella, estamos poniendo las condiciones para que dicha tarea les interese. En este mismo sentido, Mc Robbie y Tobin (1997) argumentan también que cuando las tareas académicas son percibidas como interesantes, importantes y útiles los estudiantes pueden estar más dispuestos a aprender con comprensión. El interés no viene dado, no está ahí siempre; hay que crearlo, y una vez que se suscitó, cuidarlo para que no decaiga. Su mejor alimento es la experiencia de que se aprende, y de que se puede aprender. Se sugiere desarrollar las tareas mediante el trabajo grupal, pues sucesivos estudios muestran que el hecho de trabajar en cooperación con otros compañeros tiene evidentes ventajas motivacionales (Exley y Dennis, 2007; Sellan, 2016). Por su parte, Alonso Tapia (1995) destaca también los beneficios motivacionales del trabajo grupal, señalando que en un grupo los participantes perciben que todos tienen algo que aportar y nadie se siente inútil, a la vez que la existencia de puntos de vista diferentes suele promover mayor actividad de búsqueda de información, confrontación, elaboración de argumentos. Otra cuestión a atender a fin de fomentar mayores niveles de motivación es el manejo de la autoridad por parte del docente; de hecho, parece conveniente que el profesor se muestre como colaborador, delegando un grado razonable de control, presentándose como facilitador de la realización de las tareas, a la vez que promoviendo la participación de los alumnos en la toma de decisiones con respecto a las mismas (Abarca, 2006; Felix, 2005; Huertas, 1997). De este modo, es posible que los estudiantes perciban un mayor control sobre sus propios aprendizajes.

Entonces, ¿cómo movilizar intereses en los estudiantes universitarios para que conduzcan a un aprendizaje profundo de las temáticas pertinentes de su futuro rol profesional?

Es importante conocer el rol que nos corresponde a los profesores en el ámbito universitario. La formación universitaria debe intentar aproximar a los alumnos a una realidad profesional, en la que se deberán desenvolver una vez que

hayan finalizado sus estudios. Desde esta perspectiva, los trabajos prácticos son actividades que pueden y deben tener un valor formativo muy importante. El interés educativo de esta clase de actividades no sólo está relacionado con el aprendizaje de destrezas y técnicas específicas de laboratorio, sino también con el desarrollo de actitudes y de habilidades cognitivas, como el rigor intelectual, trabajo en equipo, consideración de ideas y sugerencias de otras personas, etc. En este escenario, enseñar por medio de la resolución de problemas se perfila como una alternativa de interés, esto supone, ante todo, recuperar el orden natural de las cosas, según el cual el conocimiento debe ser siempre la respuesta a una pregunta previamente formulada (Azcuay Lorenz, L.M., Nápoles Crespo, E., Infantes Quiles, L., Rivero Rivero, M. y Ramírez Varona, R., 2004; Garritz, A. y Reyes Cárdenas, F., 2011). Por desgracia, en las aulas es habitual que el alumnado se vea sometido a una avalancha de respuestas definitivas a cuestiones que nunca le han inquietado y sobre las que ni siquiera ha llegado realmente a preguntarse.

Desde un punto de vista psicológico, un problema es una situación nueva o sorprendente, a ser posible interesante o inquietante en la que se conoce el punto de partida y dónde se quiere llegar, pero no los procesos mediante los que se puede llegar. Un problema es por tanto una situación abierta, que admite varias vías de solución. En cambio, un ejercicio es una situación rutinaria, o sea, habitual y escasamente sorprendente, poco inquietante, en la que nos encontramos ante una dificultad, pero conocemos el procedimiento exacto para alcanzar la meta (Gaulin, 2001). El tipo de procedimientos requeridos por uno y otro tipo de tarea es bien diferente. La diferencia básica sería que los ejercicios requieren el uso de técnicas, mientras que los problemas hay que afrontarlos mediante estrategias, es decir una planificación consciente de los pasos que pueden seguirse y de las consecuencias que se derivarían de cada uno de ellos (Contreras, 2009; Pozo, 1990; Pozo, Pérez Echeverría, Dominguez, Gómez Crespo y Postigo, 1994). Las técnicas se automatizan, son más eficaces cuando se aplican de forma no consciente; en cambio, las estrategias deben ser deliberadas, producto de una reflexión consciente (Pozo, 1990).

Plantear problemas a los estudiantes en el contexto de las actividades prácticas, supone enfrentarles a situaciones para las que no existe una respuesta inmediata; situaciones que requieren el análisis de unos hechos y la puesta en práctica de estrategias que permitan obtener datos, procesarlos, interpretarlos y

como consecuencia alcanzar conclusiones. Los estudiantes deben comprender el problema y seleccionar entre un conjunto posible de estrategias para encontrar la solución del mismo. El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una metodología basada en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. (Barell, 2007; Branda, 2001). El ABP es una metodología que le permite al estudiante (Delors, 1996):

- Adaptarse a los cambios
- Fomentar un espíritu crítico
- Aprender a aprender
- Integrar la teoría y la práctica
- Trabajar y aprender en equipos

Con este aprendizaje los estudiantes comparten la posibilidad de practicar y desarrollar habilidades. Este método permite al estudiante la observación y análisis de actitudes y valores que durante el método tradicional docente no pueden llevarse a cabo (Freire, 1975).

El ABP busca que el estudiante comprenda y profundice en la respuesta a los problemas que se utilizan para aprender (Coronel y Curotto, 2008; Ortiz, 2009; Perales, 2010). Los estudiantes trabajan de manera colaborativa en grupos pequeños y, bajo la supervisión de un tutor, analizan y resuelven un problema. Pero el objetivo final no es la resolución del problema. El problema se utiliza como sustento de la identificación de los temas de aprendizaje, para su estudio de manera independiente o grupal. El trasvase pasivo de la información que se establece a través del método tradicional queda superado en el ABP. En el ABP, el profesor a cargo del grupo actúa como un tutor en lugar de ser un docente experto en el área y transmisor del conocimiento a través de clases magistrales. Su área consiste en ayudar a los estudiantes a identificar, reflexionar y desarrollar el conocimiento previo (que conocen o creen conocer en relación al caso expuesto), y a señalar las diferentes necesidades de información para completar los objetivos definidos. Parte de su labor es guiar y motivar al estudiante a continuar con el trabajo y alcanzar las metas de aprendizaje predefinidas.

Las tendencias educativas actuales propician el paradigma de “enseñar a pensar” (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2002), en el que se entiende la educación como un proceso en el cual los estudiantes se hacen autónomos para interpretar,

procesar, utilizar y crear la información. Es dentro de este paradigma donde se ubica el modelo de enseñanza problemática. Esta concibe el conocimiento como un proceso en el cual se desarrollan formas de pensamiento y en el que interviene y se desarrolla la creatividad (García, 2000; Ortiz, 2009). En este proceso se proponen al alumno situaciones problemáticas que lo conduzcan a la construcción del conocimiento y al desarrollo de sus habilidades de pensamiento básicas y superiores, en lugar de ejercicios de mecanización y aplicación de fórmulas; se le exige pensar, participar, proponer y diseñar, es decir, activar su mente en lugar de callar, oír, escribir y memorizar, que es lo usual en la enseñanza tradicional.

La implementación de una estrategia didáctica basada en un modelo de enseñanza problemática posibilita a los estudiantes el desarrollo de las capacidades creativas y las habilidades para resolver problemas. El modelo de enseñanza problemática propone la solución de situaciones problemáticas creativas y que el alumno ya no piense tanto en manipular datos e informaciones y en resolver el problema sino en comprenderlo, en formular hipótesis y en buscar la aplicabilidad de las soluciones obtenidas a otros contextos y situaciones.

La problemática de la comprensión es muy compleja. Desde la función docente, enseñar para la comprensión es un trabajo difícil que implica repensar las propias prácticas en el aula. Desde la posición del que aprende, desarrollar la comprensión significa explicar y actuar usando los conocimientos para resolver nuevos problemas en situaciones inéditas (Costamagna, 2005). Si no se logra la comprensión es muy difícil usar posteriormente el conocimiento en forma activa. Como señala Bruner (1990), la persona que ha comprendido es capaz de “ir más allá de la información suministrada”. La comprensión no es un estado de posesión de un conocimiento sino un estado de capacitación, en el que además de tener información se es capaz de hacer determinadas cosas con ese conocimiento.

El punto clave para aprender a aprender estriba en ofrecer al sujeto herramientas que le ayuden a tomar conciencia de su proceso de aprendizaje y que sea él mismo quien lo supervise y controle. Tal como indican Campanario y Otero (2000), el hecho de relacionar la información que se está aprendiendo con información ya conocida se puede considerar como una de las destrezas cognitivas de aprendizaje más importantes. Puede considerarse como una estrategia metacognitiva, en la medida en que esta estrategia puede ayudar a detectar

dificultades de comprensión. Una estrategia en este sentido es la autoevaluación, como valoración del grado actual de comprensión de un tema.

La comprensión va más allá del hecho de saber: alude a la capacidad de hacer con un tópico una variedad de cosas que estimulan el pensamiento, tales como explicar, demostrar, y dar ejemplos, generalizar, establecer analogías y presentar el tópico de una manera nueva (Blythe, 1999).

Buscando superar las debilidades observadas en las formas tradicionales de llevar a cabo las prácticas de los alumnos, se propone el taller como una forma pedagógica que pretende lograr la integración de teoría y práctica a través de una instancia que ligue al alumno con su futuro campo de acción y lo haga empezar a conocer su realidad objetiva. Es un proceso pedagógico en el cual alumnos y docentes desafían en conjunto problemas específicos.

La modalidad operativa del taller crea un ámbito y las condiciones necesarias para superar las disociaciones que suelen darse entre la teoría y la práctica como si fuesen instancias no relacionadas. Desde un punto de vista pedagógico, el taller, según Ander-Egg (1991), se trata de una forma de enseñar y sobre todo de aprender. El taller pretende un aprendizaje significativo a partir del desarrollo de un trabajo cooperativo, “es un aprender haciendo en grupo” (Careaga, A., Sica, R., Cirillo, A. y DaLuz, S., 2006; Martínez y Salvador, 2005). Los conocimientos se adquieren en una práctica concreta que implica la inserción en un campo de actuación directamente vinculado con el futuro quehacer profesional de los estudiantes. El taller se apoya en el principio de aprendizaje según el cual aprender una cosa viéndola y haciéndola es más formador que aprender solo por comunicación verbal de ideas. El taller reemplaza el mero hablar recapitulativo/repetitivo, por un hacer productivo en el que se aprende haciendo. Es una superación de la clase magistral y del protagonismo del docente, por la formación a través de la acción/reflexión acerca de un trabajo realizado en común por los participantes del taller, en el que predomina el aprendizaje sobre la enseñanza. El taller es un grupo social organizado para el aprendizaje, supone el trabajo grupal. En el taller todos tienen que aportar para resolver problemas concretos y para llevar a cabo determinadas tareas. Los alumnos confrontan los problemas propios de una disciplina o de un quehacer profesional. La participación activa de todos los talleristas (docentes y alumnos) es un aspecto central de este sistema de enseñanza y de aprendizaje. El taller está enfocado para que sus

participantes adquieran habilidades y destrezas técnicas y metodológicas que pueden ser o no aplicadas en disciplinas científicas, prácticas supervisadas o profesionales (Ander Egg, 1991; Careaga et al, 2006). El taller es una de las mejores opciones para combatir el síndrome de conocimiento frágil que sufren muchos alumnos al no ser capaces de comprender lo que se les explica en clase y optan por memorizar el contenido de las asignaturas. Este acto de memorización es muy breve ya que luego de pasar los exámenes, con frecuencia la información desaparece de la mente de los estudiantes. Es necesario que los alumnos experimenten las disciplinas para así absorber los conocimientos genuinamente. Es a través de la vivencia y de la resolución de problemas que el estudiante logra comprender los contenidos.

El taller usa la pedagogía de la pregunta (Zuleta, 2005), contrapuesta a la pedagogía de la respuesta propia de la educación tradicional. El conocimiento se produce fundamentalmente y casi exclusivamente en respuesta a preguntas. Comparado con la educación tradicional, el taller exige redefinir los roles, tanto del educador como del educando:

- El educador/docente tiene una tares de animación, estímulo, orientación, asesoría y asistencia técnica.
- El educando/alumno, se inserta en el proceso pedagógico como sujeto de su propio aprendizaje, con el apoyo teórico y metodológico de los docentes y de la bibliografía y documentación de consulta.

La actividad del taller en el aula incluye momentos de trabajo grupal (Exley y Dennis, 2007) pero también momentos de trabajo individual. El trabajo individual posibilita un tiempo de reflexión personal, de confrontación con el propio conocimiento, de análisis interior sobre dudas, necesidades, intereses, posibilidades, y/o proyectos. Por otra parte, el trabajo de grupo permite a los integrantes aprender a pensar y a actuar junto con otros (Ferreiro Gravié, 2006; Gavilán y Alario, 2010) y desarrolla actitudes de tolerancia y solidaridad. En el trabajo grupal se pierde el individualismo, no la individualidad (Martinez y Salvador, 2005) y se estimula la creatividad de cada integrante, lo que se refleja en la riqueza del producto final. Asimismo, con la aplicación de técnicas grupales se evita el estereotipo del rol docente y se dinamiza la producción a través de la interacción grupal, en la que cada integrante es productor de ideas, normas y modos de acción

(Ferreiro Gravié, 2006). Si bien es en el trabajo grupal donde la participación se manifiesta con mayor intensidad, en el individual el estudiante no está aislado, porque su tarea forma parte de un proyecto común. Para el estudiante, el grupo es un ámbito de pertenencia que le da la posibilidad de reconocerse como diferenciado y, a la vez, ligado al compañero, de sentirse comprometido y responsable frente a la tarea y ante el otro.

5 Descripción general de la propuesta de innovación educativa

Esta propuesta de innovación se enmarca dentro de una revisión global del dictado de la asignatura tendiente a reorganizar contenidos en función de un mejor acercamiento del alumno a su futuro profesional. A lo largo de los años de docencia en esta asignatura los docentes hemos observado que hay temas específicos cuya comprensión, integración y proyección presentan mayor complejidad. Los trabajos prácticos, donde el alumno se enfrenta con problemas reales son una excelente herramienta para mejorar la accesibilidad de los conceptos y despertar la motivación *intrínseca* generadora de "conocimientos duraderos" (Alonso Tapia, 1992; Camacho y Del Campo, 2015; Rodriguez, 2006; Romero Arisa y Perez Ferra, 2009). Para el éxito de los procesos de enseñanza y de aprendizaje la motivación del alumno es un factor indispensable, al permitir que éste adopte una actitud positiva hacia el estudio, sea receptivo y asuma la responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje (Pozo y Perez Echeverry, 2009). En este contexto y en el marco de la revisión regular de los trabajos prácticos con el fin de optimizar su funcionamiento como facilitadores del aprendizaje, es que se presenta esta propuesta de innovación.

5.1 Estrategia metodológica

Se realizará la revisión de los trabajos prácticos con el fin de modificarlos de manera tal que permitan que los alumnos se involucren en la realización de los mismos conducentes al logro de un aprendizaje significativo. Se ha observado en la cátedra, a modo de ejemplo, que conceptos como reactor tubular, flujo pistón y funcionamiento de reactores enzimáticos en condiciones alejadas de la idealidad, aunque íntimamente relacionados, son temáticas claves de la materia concebidos

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

en forma separadas. Además, la forma como está planteada hoy la sucesión de trabajos prácticos, como compartimentos estancos, profundiza este error dificultando su comprensión y el desarrollo de juicio crítico. Esta propuesta contempla el abordaje de la temática de la materia de una manera diferente con el objetivo de desarrollar los trabajos prácticos como una puesta a punto secuencial similar a lo que el alumno deberá enfrentarse en su vida profesional. De manera que los resultados de un trabajo experimental serán utilizados para diseñar el siguiente acercándonos progresivamente a la solución integral de un sistema que es complejo en su conjunto. Las actividades comenzarán entonces con un trabajo grupal para diseñar el primer trabajo práctico donde se ajustarán las condiciones de operación de un reactor tubular para optimizar su funcionamiento. Los resultados permitirán elegir las mejores condiciones de operación para diseñar un reactor enzimático que luego serán optimizadas en un segundo trabajo práctico. El alumno estará involucrado en el diseño, la ejecución y el uso de los resultados para proyectar el proceso siguiente. De esta forma se espera lograr el desarrollo de la destreza experimental y de la capacidad de resolución de problemas relacionados con aspectos teóricos y experimentales. Esta propuesta involucra además acciones tendientes a determinar el impacto de la innovación a través de talleres de discusión con los alumnos para evaluar el éxito de la innovación.

Como método de enseñanza se aplicará el basado en solución de problemas (Davini, 2008) en donde a partir del planteo de un problema surgen dudas, incertidumbres, que llevarán a los alumnos a analizar y comprender el problema e involucrarse en la toma de decisiones para resolverlo. Esto desarrollará la capacidad crítica poniendo el razonamiento y la integración de los conocimientos al servicio de la acción. Con este objetivo se planteará en primer lugar un problema bien definido y estructurado que involucre para resolverlo conocimientos que son en gran parte desarrollados durante el transcurso de la cursada de la materia en las clases teóricas y los seminarios.

Los alumnos trabajarán en un taller en el marco del espacio de práctica, donde se discutirá el diseño de un trabajo experimental cuyo propósito es encontrar las mejores condiciones de operación que permitan trabajar luego en la optimización de otros parámetros de proceso en un segundo trabajo experimental. Para ello se llevarán a cabo distintos encuentros durante los cuales se podrá discutir todo el

proceso y decidir qué parámetros deben ajustarse de manera secuencial en cada momento. Eso dará la posibilidad de que se plantee más de un esquema experimental, propiciando una instancia de toma de decisión y generación de criterios. En el taller, y en todas las instancias de discusión los alumnos trabajarán en grupos reducidos y tendrán la posibilidad no sólo de diagramar los trabajos experimentales sino de realizarlos posteriormente, siendo partícipes activos de todas las etapas, desde diseño, preparación de material, elaboración e interpretación de resultados. Es importante señalar que el clima de interacción entre los docentes y los alumnos debe ser dinámico, abierto y participativo. Los docentes debemos propiciar que los alumnos se planteen preguntas y formas de resolverlas, que experimenten libremente posibles soluciones teniendo a su disposición libre acceso a la bibliografía existente en la temática. En este espacio participarán de la propuesta todos los docentes, tanto de la práctica como el docente responsable de la teoría, buscando que haya una articulación entre teoría y práctica.

5.2 Ambiente de aprendizaje

El taller se realizará en dos entornos de aprendizaje. Uno de ellos será el aula, donde se realizarán algunos encuentros y se aprovecharán las mesas de trabajo que facilitarán el trabajo en grupos, permitirá el acceso a pizarrón y uso de cañón para medios audiovisuales en el caso de ser necesario. El otro ambiente será el laboratorio, que cuenta con el equipamiento necesario para que los estudiantes lleven a cabo los trabajos experimentales que ellos mismos vayan diseñando durante el taller.

5.3 Actividades

Esta innovación involucra la integración de dos trabajos experimentales que, desarrollados en forma secuencial y planificados en conjunto permiten la optimización global del proceso. Se espera que esta forma de ejecución ponga en evidencia la interrelación de ambos trabajos experimentales y las posibilidades que ofrece este tipo de diseño, de mucha utilidad para la vida profesional del biotecnólogo. El tiempo estipulado para el desarrollo del trabajo de innovación será de 5 semanas, organizado en un encuentro por semana. Cada encuentro tendrá una

duración de 4 horas (horario correspondiente a una clase) y cada uno se organizará en tres momentos: apertura, desarrollo y cierre.

5.3.1 Primer encuentro. Organización general y diseño del primer trabajo experimental

Primer momento: Apertura y presentación

En este primer encuentro se les presentará a los alumnos la modalidad de trabajo. Se les informará que trabajarán en un taller donde se discutirá el diseño de un trabajo experimental cuyo propósito es encontrar las mejores condiciones de operación que permitan trabajar luego en la optimización de otros parámetros de proceso en un segundo trabajo experimental. Se les presentará el tema en el que se trabajará, que es el diseño y optimización de un proceso biocatalítico operado en reactor tubular. Se presentarán los contenidos a trabajar, la problemática a abordar y se plantearán los objetivos de trabajo.

Contenidos a desarrollar

Reactores reales e ideales. Tipos de reactores. Características y funcionamiento del reactor tubular. Operación ideal del reactor en flujo pistón. Reactor real y alejamiento de la idealidad. Grado de mezcla. Número de Reynolds (Re). Dispersión axial (Dx). Número de Peclet (Pe). Tiempo de residencia.

Situación problemática

En una empresa se quiere utilizar la enzima invertasa obtenida a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. La enzima será utilizada para hidrolizar la sacarosa obtenida de los desechos de frutas y así producir glucosa y fructosa, las cuales luego serán fermentadas por levaduras para producir etanol. Se requiere inmovilizar la enzima en un soporte adecuado que permita su reutilización en forma

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

continua y la optimización del proceso de biocatálisis enzimática en un biorreactor tubular.

Objetivo general

-Promover la apropiación de conocimientos a través de la generación de situaciones didácticas significativas que propicien la adquisición e integración de saberes, el desarrollo de habilidades y el uso de las mismas en la resolución de situaciones concretas.

Objetivos específicos

-Propiciar la participación de los alumnos en todas las etapas, desde el diseño del trabajo experimental hasta la ejecución, discusión, y valoración de los resultados obtenidos.

-Promover que los estudiantes se familiaricen con el uso de reactores tubulares tipo flujo pistón y la forma de analizar el grado de alejamiento de la idealidad.

Segundo momento: Presentación de consigna y trabajo grupal

La optimización de un reactor enzimático es un proceso secuencial que se inicia con la selección del biorreactor a utilizar y la selección de variables de operación que permitan optimizar su funcionamiento acercándolo a la idealidad, para luego ajustar las condiciones de trabajo inherentes al diseño del reactor enzimático en sí mismo.

Este trabajo está planteado de manera que los resultados de una experiencia serán utilizados para diseñar una segunda experiencia acercándonos progresivamente a la solución integral de un sistema que es complejo en su conjunto.

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

En el primer encuentro se podrá discutir todo el proceso y decidir qué parámetros deben ajustarse de manera secuencial en cada puesta a punto, qué resultados se espera obtener en cada caso, cómo los resultados experimentales de un trabajo permitirán establecer las mejores condiciones experimentales para iniciar la optimización del siguiente, y qué resultados globales esperamos obtener según el diseño experimental planteado. Eso dará la posibilidad de que se plantee más de un esquema experimental, propiciando una instancia de toma de decisión y generación de criterios. En este primer taller, y en todas las instancias de discusión los estudiantes formarán pequeños grupos y, con la guía de los docentes, trabajarán en el diseño del trabajo experimental, analizarán los posibles resultados y sus proyecciones; se espera que los alumnos trabajen siendo partícipes activos de todas las etapas.

Los alumnos dispondrán de bibliografía y material de la cátedra. También se los estimulará a realizar sus propias búsquedas de material a modo de contar con bibliografía propia que les permita ampliar sus análisis.

A continuación, como estrategia orientadora del trabajo, se presenta la consigna que se propondrá a los estudiantes con cuestionamientos que guiarán el proceso de resolución y actuarán como un andamiaje que será complementado por el acompañamiento que realizará el equipo docente:

Consigna

- Cómo podría evaluar si el reactor tubular tiene flujo pistón o se aleja de la idealidad?

- Si eligiese determinar el tiempo de residencia por el método del pulso y/o del escalón, ¿cómo diseñaría el experimento?

Discuta en grupo las variables que influirán en el comportamiento reológico del biorreactor, es decir, aquellas que permitan modificar D_x y Re . ¿Cómo deben modificarse estas variables para acercarse al funcionamiento ideal?

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Considerando que el método de elección para evaluar dicho alejamiento puede ser tanto el método del escalón como el método del pulso, diseñe un protocolo para determinar el tiempo de residencia medio en las condiciones de operación seleccionadas.

Los elementos disponibles para diseñar el protocolo son los siguientes:

- Colorante Índigo Carmín, solubilidad en agua 10 g/l. En este caso evaluar si es factible utilizar este trazador para determinar el tiempo de residencia
- Reactores en columna de 22.5 cm de alto.
- Bombas peristálticas de caudal variable entre 200 y 800 ml/h
- Perlas de vidrio para relleno de columnas de tamaños grandes y pequeñas

Como observación, se recomienda al grupo de trabajo especificar caudal de alimentación, concentración del colorante, tiempo de toma de muestra, tiempo total del experimento. Se ajustarán entonces, las condiciones de operación que optimicen el funcionamiento del reactor tubular (acercándolo a la idealidad) teniendo en cuenta la disponibilidad de material con la que se cuenta.

Tercer momento

Se realizará una puesta en común de las diferentes elaboraciones grupales, se realizará un cuadro comparativo en el pizarrón señalando las diferencias entre cada uno y se discutirán los posibles problemas y soluciones. Luego, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de los mismos se decidirá el diseño final entre todos. Teniendo en cuenta el número de alumnos y la disponibilidad de dos reactores en columnas se dividirá a los estudiantes en dos comisiones para realizar los trabajos prácticos de laboratorio en dos días de la semana, de manera que se podrán ensayar hasta cuatro diseños diferentes.

5.3.2 Segundo encuentro. Ejecución del primer Trabajo Experimental

Primer momento: Apertura

El día del primer trabajo experimental, los alumnos concurrirán al laboratorio, donde los docentes realizarán un encuadre del trabajo y un análisis de las expectativas, lo cual permitirá que los alumnos se hagan una idea de cómo serán las experiencias. Los alumnos se dispondrán a preparar el material necesario para realizarlo, a partir del diseño realizado por ellos en el primer encuentro, En caso de haber surgido más de un diseño, los alumnos se organizarán en comisiones para llevar a cabo los diferentes trabajos experimentales propuestos.

Segundo momento: Desarrollo de actividades

Durante la realización de las experiencias se buscará generar espacios que permitan que todos los alumnos tengan acceso al manejo de los biorreactores. Los alumnos prepararán los reactores tubulares a utilizar, los rellenarán con los soportes destinados para las experiencias, y armarán el sistema de flujo tipo continuo. Prepararán los bidones con los medios adecuados para alimentar el sistema y los conectarán con mangueras a través de bombas peristálticas. Las mismas deberán ser calibradas para ser usadas con distintos caudales. Para cada condición experimental, los estudiantes deberán fijar el tiempo total del experimento, es decir durante cuánto tiempo van a monitorear el biorreactor tomando muestras para analizar los resultados, y también deben fijar el tiempo de toma de cada una de las muestras necesarias para completar el tiempo total. Las muestras serán analizadas y los resultados experimentales permitirán describir el funcionamiento del biorreactor en cuanto al grado de mezcla que presenta. Se obtendrán valores del grado de dispersión axial que presenta el biorreactor para las distintas condiciones ensayadas lo cual indicará el grado de alejamiento o no de la idealidad.

Tercer momento: Cierre e integración

Los alumnos realizarán un informe del trabajo práctico que enviarán a los docentes vía mail, en el cual explicitarán objetivos, introducción, materiales y métodos, resultados y conclusiones Los docentes harán una devolución, con

correcciones en el caso de ser necesario, para que los resultados puedan ser utilizados por los alumnos en el próximo encuentro.

5.3.3 Tercer encuentro. Análisis de resultados y diseño del segundo trabajo experimental.

Primer momento. Apertura y presentación

Se presentarán los contenidos a trabajar, y se plantearán los objetivos de trabajo. La situación problemática es la misma que se planteó en el primer encuentro, siguiendo ahora con la segunda parte de la propuesta.

Contenidos a desarrollar

Tipos de enzimas. Parámetros cinéticos de enzimas. Catálisis enzimática. Inmovilización. Biocatalizadores inmovilizados. Transferencia interna y externa. Módulo de Thiele y eficiencia interna.

Objetivo general

-Promover la autonomía de los estudiantes, propiciando que participen activamente y organicen la actividad experimental.

Objetivos específicos

-Estudiar el rendimiento y la eficiencia de un proceso de biocatálisis enzimática en reactor tubular.

-Evaluar los parámetros cinéticos de la enzima inmovilizada.

En el segundo trabajo experimental optimizarán un reactor catalítico empleando biocatalizadores inmovilizados. En particular la catálisis que estudiarán es la de la hidrólisis de sacarosa mediante la utilización de células de levadura común de panificación (*Saccharomyces cerevisiae*) con actividad de invertasa (-n-fructosidasa) inmovilizadas en geles de alginato de Ca^{+2} . Las bolillas de alginato de

Ca^{+2} con enzimas entrampadas se emplean para hidrolizar una solución de sacarosa. Para ello se prepara un reactor tubular en el cual las bolillas son retenidas en una columna a través de la cual se hace circular la solución de sacarosa. La conversión alcanzada (que es una medida del grado de hidrólisis) se determina midiendo la concentración de glucosa a la salida del reactor. Ajustando los parámetros de operación definidos en el primer trabajo experimental se optimizará el rendimiento del proceso evaluando el efecto de los distintos parámetros que influyen en el rendimiento global.

Segundo momento. Presentación de consigna y trabajo grupal

Los alumnos analizarán en forma grupal los resultados obtenidos en el primer trabajo experimental y propondrán, de acuerdo a estos, el siguiente paso en la optimización del proceso.

Se les presentará a los alumnos la siguiente consigna orientadora que guiará el proceso de resolución:

Consigna

-Discuta en grupo las variables que influirán en la productividad global del proceso. ¿Cómo estudiaría la productividad? ¿Cómo deben modificarse estas variables para evaluar su importancia en dicha productividad?

- ¿Cómo estudiaría el porcentaje de conversión?

- ¿Cómo determina si hay problemas de transferencia interna? ¿Cómo se pueden solucionar los problemas de transferencia interna en el caso que los haya?

Les proponemos que debatan acerca de la optimización del proceso de biocatálisis enzimática en biorreactor tubular teniendo en cuenta las siguientes situaciones particulares:

- 1- Considerar que el sustrato es caro o tóxico, si lo tiro me estropea las napas. Se debe reducir al mínimo el sustrato en el efluente, lo que equivale a maximizar el porcentaje de conversión.
- 2- Considerar que el interés está en el producto, es de alto valor agregado, necesita obtener una alta productividad.

- 3- Considerar que la enzima sea muy cara, no se desea tener núcleo muerto, es decir, que no haya problemas de transferencia interna.
- 4- Se desea hacer medidas para conocer K_m y V_m de la enzima inmovilizada.

Luego de discutir las variables se deberá diseñar para cada caso, y para las variables seleccionadas en la consigna, un protocolo experimental.

Tercer momento: Cierre e integración

Se realizará una puesta en común y se compararán los resultados y diseños propuestos por cada grupo utilizando el pizarrón para visualizar todas las elaboraciones. Se discutirán las diferentes opciones hasta consensuar la, o las, de mayor factibilidad. Aquellas propuestas que reúnan estas características serán las que se emplearán para llevar a cabo el siguiente trabajo experimental.

5.3.4 Cuarto encuentro. Ejecución del Segundo Trabajo Experimental

Primer momento: Apertura

El día del segundo trabajo experimental los alumnos concurrirán al laboratorio divididos, como en el caso anterior, en dos comisiones, es decir en dos días de la semana. Los docentes explicitarán las pautas orientativas del trabajo de laboratorio. Los alumnos recibirán una guía con los lineamientos generales del trabajo a desarrollar, así como también de la forma de presentación de los resultados a que arriben a través de un informe de las actividades.

Segundo momento: Desarrollo de actividades

Se llevará a cabo el desarrollo de las actividades planificadas con flexibilidad y creatividad. A partir del, o los, diseños surgidos de la discusión en el tercer encuentro, los alumnos de cada comisión se organizarán en grupos para preparar el material necesario y para realizar el trabajo experimental que ellos mismos han diseñado. En este caso, prepararán el mismo sistema continuo de reactor tubular empleado en el trabajo práctico anterior, pero ahora utilizarán

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

como relleno de las columnas un sistema de soportes, tales como perlas de alginato de calcio, que permitirán inmovilizar las enzimas a utilizar para las reacciones de biocatálisis. Para esto los alumnos prepararán los carriers o soportes preparando soluciones de alginato de sodio que mezclarán con soluciones de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, siendo estas células enteras los biocatalizadores a usar que poseen la enzima de interés. Luego se prepararán las perlas haciendo gotear las mezclas, por medio de bombas peristálticas, sobre soluciones gelificadoras de cloruro de calcio, obteniéndose los carriers con los biocatalizadores atrapados, pudiéndose obtener distinto tamaño de perlas, según se necesite de acuerdo a lo diseñado. Luego de un tratamiento de fijación celular, las perlas se usarán para rellenar los reactores. Los alumnos se harán cargo de una columna por grupo y se organizarán para realizar las distintas actividades necesarias para llevar a cabo las experiencias. Deberán preparar soluciones de sustrato de distintas concentraciones para alimentación del sistema, realizar determinaciones experimentales como medir volumen total y volumen hueco del biorreactor, calibrar la bomba peristáltica a utilizar, definir tiempos de toma de muestra y de tiempo total de experiencia, evaluar tiempo de residencia. Para el análisis de las muestras que obtendrán durante el monitoreo de las experiencias, realizarán determinaciones de glucosa como medida de conversión del sustrato a analizar. Para ello necesitarán además realizar una curva de calibración que les permita conocer la cantidad de producto convertido durante el transcurso de los ensayos. Los alumnos ensayarán distintas condiciones de trabajo de acuerdo a sus diseños, tales como diferentes caudales, diferentes concentraciones de sustrato, diferente cantidad de portadores enzimáticos, diferentes tamaños de portadores, etc. Las muestras serán analizadas y los resultados permitirán obtener los niveles de porcentaje de conversión alcanzados y la productividad del proceso. Además, se evaluará, para cada situación, la eficiencia del proceso, determinando el módulo de Thiele y la transferencia interna del sistema de portadores. Se podrá evaluar la existencia de problemas de transferencia interna, y en el caso de que los haya se analizará las posibilidades de solucionarlos para mejorar la eficiencia.

Tercer momento: Cierre e integración

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Los alumnos realizarán un informe de todo el proceso que enviarán a los docentes. El informe constará de objetivo, introducción, materiales y métodos, resultados y conclusiones. Los docentes evaluarán de esta manera los alcances logrados en esta etapa, y devolverán los resultados a los alumnos con las correcciones correspondientes si fuera necesario.

5.3.5 Quinto encuentro. Discusión general

Primer momento: Apertura

En este encuentro se les plantearán a los estudiantes los objetivos de trabajo y se explicitará la dinámica de trabajo grupal. Se llevará a cabo una instancia de presentación de resultados y discusión, donde todos los integrantes debatirán, los alumnos serán expositores/moderadores y los docentes cumplirán el rol de moderadores/evaluadores.

Objetivo general

-Propiciar la adquisición de criterios e integración de saberes que promuevan la apropiación de conocimientos significativos.

Objetivos específicos

-Analizar los resultados parciales y globales alcanzados de las actividades experimentales realizadas, discutirlos y elaborar conclusiones.

-Analizar el éxito de los diseños propuestos y reflexionar sobre la producción grupal.

Segundo momento: trabajo grupal

En esta instancia se discutirán en primer lugar los resultados obtenidos en el primer trabajo experimental de optimización, y el siguiente, valorando los diseños propuestos en relación a los resultados obtenidos. Para esto los alumnos presentarán sus resultados como informe final grupal y los expondrán en forma oral y con una presentación de power point. En segundo lugar, se discutirán los

resultados de forma global. Esta etapa es muy importante en la generación de criterios, ya que el alumno podrá revisar todas las decisiones que ha tomado en función del resultado obtenido. Podrá valorar los resultados de su intervención en el diseño de los procesos y plantear mejoras si no fueran satisfactorios. En esta etapa, como en todas las anteriores, la participación de los docentes deberá propiciar una discusión global con el fin de que los alumnos analicen el éxito de las intervenciones, detecten eventuales fallas en los diseños propuestos o en la forma de analizar los resultados, y propongan alternativas. Esta instancia de intercambio les ofrece a los alumnos la oportunidad de comunicar sus producciones, ponerlas en discusión con sus pares y docentes, abrir a partir de estos debates nuevas posibilidades, estrategias, vías de resolución, cambios en el diseño experimental o ideas sobre las que trabajar. El trabajo mediante resolución de problemas así adquiere relevancia constituyendo una herramienta didáctica potente para desarrollar habilidades entre los estudiantes, además de ser una estrategia de fácil transferencia para la vida, permitiendo al estudiante enfrentarse a situaciones y problemas que deberá resolver.

Tercer momento: Cierre e integración

Se hará una recapitulación y una síntesis global del proceso. De esta manera los alumnos se pueden apropiar de los conocimientos adquiridos en cada grupo de trabajo.

5.4 Evaluación

La discusión general será también una instancia de evaluación de la innovación ya que se podrán observar los resultados obtenidos en términos de apropiación de saberes por parte de los alumnos.

La evaluación integral del estudiante comprende la realización y entrega de un informe final grupal (informe escrito y defensa oral), de carácter obligatorio, el desempeño individual y el resultado del examen parcial, siendo la evaluación cuali-cuantitativa. Se evaluará más los procesos de solución seguidos por el alumno que la corrección final de la respuesta obtenida. Es decir, el objetivo será evaluar más que corregir. Se valorará especialmente el grado en que ese proceso de solución

implica una planificación previa, una reflexión durante la realización de la tarea y una auto-evaluación por parte del alumno del proceso seguido. Se valorará la reflexión y profundidad de las soluciones alcanzadas por los alumnos y no la rapidez con la que son obtenidas.

La evaluación además tendrá como fin estudiar no sólo el impacto del proyecto en la resolución de la problemática abordada sino también evaluar la posibilidad de introducir mejoras para avanzar en la consecución de los objetivos planteados. La evaluación seguirá un modelo de acción interpretativo y social, que tendrá en cuenta a todos los actores involucrados, desde los alumnos hasta todo el personal docente. Se realizará a lo largo de todas las etapas de la intervención, desde la planificación, adopción, desarrollo e implementación de la misma - evaluación del proceso- hasta el análisis de los resultados -evaluación del producto- (Ahumada, 2001; González Pérez, 2000; Saez y Nieto, 1995; Shepard, 2006).

5.4.1 Evaluación del proceso

La evaluación del proceso tendrá por finalidad valorar los cambios introducidos, realizando una verificación continua de la puesta en práctica. Esta evaluación conlleva plantear cuestiones relativas a aspectos funcionales personales y organizativos. Los docentes realizarán un análisis referido a cuestiones como las siguientes:

- ¿Cómo se ha desarrollado la implementación del TP integrador? ¿Qué factores han facilitado o dificultado su puesta en marcha?
- ¿Qué actividades de trabajo grupal se han realizado y cómo han resultado en términos de participación de los alumnos y de la interacción con los docentes?
- ¿Cómo ha sido la aceptación por parte de los alumnos de la propuesta planteada?
- ¿Cómo recibieron los docentes los cambios implementados?

5.4.2 Evaluación del producto

La evaluación del producto tendrá por finalidad realizar una interpretación y valoración de los logros alcanzados y la incidencia que ha tenido la intervención en

el desarrollo de la cursada, en función de los objetivos planteados. Se trata de comprobar no sólo qué objetivos se han alcanzado, sino también los efectos no previstos.

Nos interesa evaluar las siguientes cuestiones:

- ¿En qué grado se han alcanzado los objetivos?
- ¿En qué medida este cambio puede servir como disparador para otros cambios?

Las herramientas que nos permitirán resolver estas cuestiones serán las siguientes:

- 1- El nivel de participación y compromiso de los alumnos en cada etapa y, en particular, su intervención en la discusión general (quinto encuentro)
- 2- Evaluación del rendimiento de los alumnos (teniendo en cuenta los resultados obtenidos a lo largo de la realización de los trabajos grupales y los resultados obtenidos en las evaluaciones individuales al final de la cursada).
- 3- Realización de encuestas a los alumnos.
- 4- Reunión de docentes para analizar cada uno de los aspectos anteriores, el grado de alcance de los objetivos planteados y la necesidad de introducir cambios y/o mejoras.

6 Reflexiones finales

Atravesar instancias de formación como las de la Especialización en Docencia Universitaria me incentivó a reflexionar sobre el quehacer docente, tanto a nivel personal como en la cátedra donde ejerzo mi práctica docente. Tal como sostiene Diaz Barriga (1997): "...se ha llegado a aceptar tácita o explícitamente que basta con saber la materia para enseñar...", esta afirmación se condice con lo que tradicionalmente ocurre en el ámbito docente de mi incumbencia, sin embargo, actualmente se va vislumbrando cada vez más un interés en los docentes por cuestiones didácticas. En este sentido, ha sido notorio en este último año que varios

docentes del Área de Biotecnología han recurrido a la formación pedagógica y en especial a la Especialización en Docencia Universitaria, entendiendo la necesidad de la formación como docente. Esto favoreció la predisposición, sobre todo en mi cátedra, hacia innovaciones pedagógicas, lo cual era impensable unos años atrás.

La educación superior tradicionalmente se ha apoyado en un modelo de enseñanza basado en las clases magistrales del docente, en la toma de apuntes por parte del estudiantado y en la lectura y memorización de textos por parte de los alumnos antes de presentarse a examen. En esta concepción de la enseñanza superior subyace una visión del conocimiento como algo elaborado y definitivo que el docente transmite al alumno y que este debe asumir sin cuestionar. La docencia en general, y la docencia universitaria en particular, no deberían ser comprendidas sólo como ámbitos de transmisión, sino como espacios donde es posible producir conocimientos y otorgar sentidos a las prácticas académicas. En este marco, a partir de la reflexión constante de mi práctica docente, consciente de la necesidad de implementar cambios en la forma de enseñanza, surge la idea de una intervención innovadora educativa.

La implementación de esta innovación permitirá mejorar la apropiación de conocimientos en los estudiantes, lo cual será positivo en vistas a su vida profesional futura, es decir se espera que el alumno logre alcanzar herramientas que le permitan desenvolverse ante la resolución de problemáticas propias de su actividad profesional. La adopción de este nuevo modo de enseñanza en la cátedra pretende que en ella predomine la construcción y posterior asimilación de contenidos, el desarrollo personal, el trabajo colaborativo y la generación de competencias, lo que contribuirá a que los alumnos alcancen un desenvolvimiento autónomo, necesario para su futura vida laboral. De esta manera, la modalidad de trabajo académico al interior de la cátedra seguirá un enfoque constructivista buscando que los alumnos sean conscientes de su propio aprendizaje, el cual no debe ser tomado como una cuestión de memorización sino como una actividad compleja que consiste en lograr un aprendizaje con significado y duradero que requiere de una comprensión más profunda. Se aspira entonces a colaborar con un perfil de estudiantes que adquieran por medio de un aprendizaje autónomo y cooperativo, los conocimientos necesarios y que, además, hayan desarrollado un grupo de competencias previstas en el programa del curso gracias a una reflexión profunda y a una construcción activa de los aprendizajes.

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

En este sentido, y como comentario final, ser docente universitario es ser formador de profesionales, gran desafío ante el compromiso y la responsabilidad de intervención formativa frente a cada futuro profesional. El buen docente fomenta en sus alumnos el espíritu investigativo, el hábito de la lectura, la capacidad crítica, los motiva para seguir estudiando y aprendiendo, no por obtener una buena nota y aprobar un curso, sino para acrecentar los propios conocimientos, para ser una persona más competente y por lo mismo más útil a la sociedad. La docencia no puede ser algo que se deje al azar, ni puede ser una labor improvisada. Debe ser una construcción constante. Por esta razón se espera que esta propuesta colabore, a través de un abordaje diferente, al logro de conocimientos duraderos y a largo plazo en los futuros Licenciados en Biotecnología y Biología Molecular, profesionales que, a través de su tarea, tendrán un alto impacto en la sociedad y conocimientos del futuro.

7 Bibliografía

- Abarca, S. (2006). *Psicología de la motivación*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia San Jose.
- Ahumada, P. (2001). *La evaluación en una concepción de aprendizaje significativo*. Ediciones universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso.
- Alonso Tapia, J. (1992). *¿Qué es lo mejor para motivar a mis alumnos? Análisis de lo que los profesores saben, creen y hacen al respecto*. Madrid: Servicio de Publicaciones Universidad Autónoma.
- Alonso Tapia, J. (1995). *Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar*. Madrid: Santillana.
- Ander-Egg, E. (1991). *El taller. Una alternativa de renovación pedagógica*. Buenos Aires. Editorial Magisterio del Rio de La Plata.
- Azcuy Lorenz, L.M., Nápoles Crespo, E., Infantes Quiles, L., Rivero Rivero, M. y Ramírez Varona, R. (2004). Algunas consideraciones teóricas acerca de la Enseñanza Problémica. *Rev Hum Med* 4 (1).
- Barell, J. (2007). *El aprendizaje basado en problemas: un enfoque investigativo*. Buenos Aires, Argentina. Manantial, 268 p.
- Barraza Macias, A. (2010) *Elaboración de propuestas de intervención educativa*. México, Univ. de Durango.
- Biggs, J. 2006. *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid, Narcea, S.A. de ediciones. pp 295.

Blythe, T. (1999). *La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente*. Buenos Aires: Paidós.

Bourdieu, P. (1991). *El sentido práctico*. Madrid, Taurus.

Branda, L. (2001). Aprendizaje basado en problemas, centrado en el estudiante, orientado a la comunidad. En: Aportes para un cambio curricular en Argentina 2001. *Jornadas de Cambio Curricular de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires*. Buenos Aires: Organización Panamericana de la Salud (pp 79-101).

Bruner, J. S. (1990). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza.

Camacho, M. del M. y Del Campo, C. (2015). Impacto de la motivación intrínseca en el rendimiento académico a través de trabajos voluntarios. Un análisis empírico. *Revista Complutense de Educación*. Vol. 26 Núm 1: 67-80.

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* 18 (2), pp 155-171.

Careaga, A., Sica, R., Cirillo, A. y DaLuz, S. (2006). Aportes para diseñar e implementar un taller. *8vo Seminario-Taller en Desarrollo Profesional Médico Continuo (DPMC). 2das Jornadas de Experiencias educativas en DPMC*.

Carretero, M. (2002). *Constructivismo y Educación* (segunda ed.). México: Editorial Progreso, S. A. DE C. V.

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

- Charlot B. (2008). *La relación con el saber, formación de maestros y profesores, educación y globalización*. Cuestiones para la educación de hoy. Montevideo: Trilce.
- Chatterjee, S., Williamson, V., McCann, K. y Peck, L. (2009). Surveying students' attitudes and perceptions toward guided-inquiry and open-inquiry laboratories, *Journal of Chemical Education*, 86(12), 1427-1432.
- Coll, C. (2002). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje". En Coll, César; Palacios Jesús y Marchessi, Álvaro *Desarrollo Psicológico y Educación*. Tomo II. Madrid, Alianza Editorial.
- Contreras, L. C. (2009). El papel de la resolución de problemas en el aula. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología*. Volumen 1, Número 1, Página 37.
- Coronel, M. y Curotto, M. M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 7 (2), 463-479.
- Costamagna, A. M. T. (2005). El valor de la metaevaluación del cambio conceptual: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 23 (3), 419-430.
- Davini, M. C. (2008). *Métodos de enseñanza. Didáctica general para maestros y profesores*. Editorial Santillana.
- Delors, J. (ed) (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.
- Denyer, M., Furnémont, J., Poulain, R. y Vanloubbeeck, G. (2009). *Las competencias en la educación*, Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Díaz Barriga, A. (1997). *Didáctica y currículum*. Paidós Educador.

- Díaz Barriga, F. y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México, D. F.: Mc graw-Hill. Documento digital.
- Doménech Betoret, F. y Gómez Artiga, A. (2011). Relación entre las necesidades psicológicas del estudiante, los enfoques de aprendizaje, las estrategias de evitación y el rendimiento. *Electronic journal of Research in Educational Psychology*, 9 (2), 463-496.
- Edelstein, G. (2000) El análisis didáctico de las prácticas de la enseñanza. Una referencia disciplinar. En *Revista IICE. Año IX, Nº 17*. Miño y Dávila y Facultad de Filosofía y Letras-UBA.
- Entwistle, N. J. (1988). *La comprensión del aprendizaje en el aula*. Barcelona: Paidós/M.E.C. (Edic. orig.: 1987).
- Exley, K. y Dennis, R. (2007). *Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior*. Narcea, ed. Madrid.
- Felix, G. L. (2005). *Motivar para el aprendizaje desde la actividad orientadora*. Madrid: Cide.
- Ferreiro Gravié, R. (2006). *Nuevas alternativas de aprender y enseñar: aprendizaje cooperativo*. México, D. F., México: Trillas.
- Freire, P. (1975). *Pedagogía del oprimido*. 2ª ed. Madrid: Siglo XXI de España Editores.
- Furman, M. y Podestá, M. E. (2010). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. AIQUE Grupo Editor, Buenos Aires, Argentina.
- García García, J. J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. *Innovaciones didácticas*. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), 113-129.

- Garriz, A., Labastida Piña, D., Espinosa, J. y Padilla, K. (2009). El conocimiento didáctico del contenido de la indagación. Un instrumento para capturarlo. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, pp. 724-728. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-724-728.pdf>.
- Garriz-Ruiz, A. y Reyes-Cárdenas, F. (2011). La enseñanza basada en la indagación científica como práctica educativa de los talleristas del programa Pauta. *XI Congreso Nacional de Investigación Educativa Educación y Conocimientos Disciplinarios*- Ponencia. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gaulin, C. (2001). *Tendencias actuales de la resolución de problemas*. Sigma, 19, 51-63.
- Gavilán, P. y Alario, R. (2010). *Aprendizaje Cooperativo. Una metodología con futuro. Principios y aplicaciones*. Madrid: Editorial CCS.
- González Pérez, M. (2000). Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. *Revista Pedagogía Universitaria*. Vol. 5 N° 2, 31-55.
- Huertas, J. A. (1997). *Motivación: querer aprender*. Buenos Aires. AIQUE.
- Lucarelli, E. (1994). Teoría y práctica como innovación en docencia, investigación y actualización pedagógica. *IICE. Cuadernos de Investigación N° 10*. Facultad de Filosofía y Letras. UBA 1994. Pág. 13.
- Lucarelli, E. (2004). Las innovaciones en la enseñanza ¿Caminos posibles hacia la transformación de la enseñanza en la Universidad? *3ras Jornadas de Innovación Pedagógica en el Aula Universitaria*. Universidad Nacional del Sur.

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

- Maiztegui, A.; Acevedo, J. A.; Caamaño, A.; Cachapuz, A.; Cañal, P.; Carvalho, A. M. P.; Del Carmen, I.; Dumas Carré, A.; Garritz, A.; Gil-Pérez, D.; González, E.; Ras-Martí, A.; Guisasola, J.; López-Cerezo, J.A.; Macedo, B.; Martínez-Torregrosa, J.; Moreno, A.; Praia, J.; Rueda, C.; Tricárico, H.; Valdés, P. y Vilches, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 28, p.129-155.
- Martinez, M. y Salvador, M. (2005). *Aprender a trabajar en equipo*, Barcelona, Paidós.
- Mc Robbie, C. y Tobin, K. (1997). A social constructivist perspective on learning environments. *International Journal of Science Education*, 19 (2), 193-208.
- Minner, D., Levy, A., y Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction — What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002, *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- Morandi, G. (1997). La relación teoría-práctica en la formación de profesionales: problemas y perspectivas. *2º Jornadas de Actualización en Odontología*. Facultad de Odontología, UNLP.
- Orozco, E. del C. (2009). Las teorías asociacionistas y cognitivas del aprendizaje: diferencias, semejanzas y puntos en común. *Revista Docencia e Investigación*. N° 19. Pp. 175-191.
- Ortiz, A. (2009). *Pedagogía problémica: Modelo metodológico para el aprendizaje significativo por problemas* (Primera ed.). Bogotá: Didácticas. Magisterio.
- Perales, J. (2010). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Educación y Pedagogía*, 10 (21), 119-144.
- Pérez Gómez, A. (1992). Los procesos de enseñanza-aprendizaje: análisis didáctico de las principales teorías del aprendizaje, en *Comprender y Transformar la Enseñanza*, Ediciones Morata, Madrid, pág. 36.

- Pérez Gómez, A. (2008). ¿Competencias o pensamiento práctico? La construcción de los significados de representación y de acción. En: *Educación por competencias ¿Qué hay de nuevo?* Madrid, Morata, cap. II.
- Pozo, J. I. (1990): Estrategias de aprendizaje. En: C. Coll; J. Palacios; A. Marchesi (Eds.) *Desarrollo psicológico y educación*. Vol II: Psicología de la educación. Madrid: Alianza Editorial.
- Pozo, J. I. y Pérez Echeverry, M. (2009). Aprender para resolver y comprender problemas. En: *Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias*. Madrid, Morata, pp 31-53.
- Pozo, J. L.; Pérez Echeverría, M. P.; Dominguez, J; Gómez Crespo, M. A. y Postigo, Y. (1994). *Solución de problemas*. Madrid: Santillana/Aula XXI.
- Reyes-Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421, Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X, ISSNE 1870-8404.
- Rodriguez, J.O. (2006). La motivación, motor del aprendizaje. *Rev. Cienc. Salud*. Bogotá (Colombia) 4 (Especial): 158-160.
- Romero Arisa, M. y Perez Ferra, M. (2009). Motivar a aprender en la universidad: una estrategia fundamental contra el fracaso académico. Aportaciones de la investigación y la literatura especializada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50 (5), 1-13.
- Saez, J. y Nieto, J. M. (1995). Evaluación de programas y proyectos educativos o de acción social. Directrices para el diseño y ejecución. *Revista Universitaria de Pedagogía Social* N° 10.
- Santrock, J.W. (2006). Estilos de aprendizaje y de pensamiento. En: *Psicología de la Educación*. Edit. Mc Graw Hill México. Pp 123-126.

Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid: Paidós-MEC.

Sellan Naula, M.E. (2016). Importancia de la motivación en el aprendizaje. *Sinergias educativas*, Vol. 1, págs.. 13-19. e-ISSN 2661 661.

Shepard, L. (2006). La evaluación en el aula. En: *Educational Measurement* (4^a Edición) Editado por Robert L. Brennan. Cap 7. ACE/ Praeger Westport pp. 623-646.

Tébar, L. (2009). *El profesor mediador del aprendizaje*. Bogotá: Magisterio.

Zuleta, O. (2005). La pedagogía de la pregunta. Una contribución para el aprendizaje. *Educere*, 115-119.