



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

APRENDIZAJE INTEGRADO DE TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN EL LABORATORIO.

Aplicación al aprendizaje de técnicas de purificación y análisis de proteínas

- Saperas Plana, Núria
Universitat Politècnica de Catalunya
Dept. Ingeniería Química, ETSEIB
Diagonal, 647, 08028 Barcelona, España
nuria.saperas@upc.edu

- Sánchez-Giraldo, Raquel
Universitat Politècnica de Catalunya
Dept. Ingeniería Química, ETSEIB
Diagonal, 647, 08028 Barcelona, España
rakel_san@hotmail.com

1. **RESUMEN:** A menudo el aprendizaje de técnicas experimentales en el laboratorio se ofrece en forma de prácticas independientes inconexas en las que el alumno aprende una o unas pocas de ellas en cada sesión. En esta comunicación se presenta una propuesta alternativa para facilitar el aprendizaje significativo de técnicas experimentales (en este caso algunas de las más habituales en purificación y análisis de proteínas), integrándolas como parte de un proyecto que se prolongará durante varias sesiones.
2. **ABSTRACT:** Very often experimental techniques are offered to the students as a series of independent disconnected sessions where one or a few techniques are learnt in each laboratory session. In this communication we present an alternative proposal that pursues to facilitate a meaningful learning of a series of experimental techniques (related to the purification and analyses of proteins in this case) by means of integrating them as a part of a project that will extend over several sessions.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

3. **PALABRAS CLAVE:** aprendizaje activo, experimentación, laboratorio, proteínas, proyectos. / **KEYWORDS:** active learning, experimentation, laboratory, proteins, projects.

4. **DESARROLLO:**

a) **Objetivos**

El objetivo de esta comunicación es presentar una alternativa a la enseñanza compartimentalizada de determinadas técnicas experimentales en el laboratorio.

Concretamente, se trataría de integrar dentro de un pequeño proyecto las distintas técnicas con las que se desea que se familiarice el alumno en aras de fomentar no sólo la motivación del alumno sino también el aprendizaje significativo de las mismas.

En la presente comunicación se muestra un ejemplo de aplicación de esta aproximación en el caso del aprendizaje de distintas técnicas usadas en el análisis y purificación de proteínas, pero esta misma aproximación puede aplicarse al aprendizaje de otras técnicas experimentales.

b) **Descripción del trabajo**

La experiencia se enmarca dentro de la asignatura “Bioquímica. Introducción a la Biotecnología” que se viene ofreciendo en nuestra universidad dentro de la titulación de Ingeniería Química y que incluye tanto créditos teóricos como prácticos.

A la hora de planificar los créditos prácticos de esta asignatura se planteó por un lado qué técnicas se quería que el estudiante aprendiera en el laboratorio y, por otro lado, cómo organizarlas.

Dentro del área de la bioquímica y la biotecnología muy a menudo es necesario purificar proteínas (a partir de tejidos animales, de cultivos de microorganismos, etc.) ya sea para la investigación de su estructura o su función, ya sea para su producción a escala comercial para distintas aplicaciones (farmacéuticas, industria alimentaria, enzimas para detergentes,



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

etc.).¹ Justamente por este motivo se consideró de interés que el programa de prácticas incluyera el máximo número posible de las técnicas más habituales en este campo.

A partir de aquí se planteó cómo organizar el aprendizaje de estas técnicas. La opción más directa era seguir la aproximación usada en otras asignaturas de presentar estas técnicas a los estudiantes en forma de prácticas independientes en las que el alumno aprendiera y utilizara una o unas pocas de ellas en cada sesión. La otra opción que se contempló, y que es la que aquí se presenta, fue la de organizarlas de forma integrada formando parte de un proyecto que se prolongara a lo largo de varias sesiones.

Ambas opciones permiten finalmente al alumno familiarizarse con las mismas técnicas, sin embargo se consideró que la opción escogida favorecía mucho más la motivación y participación de los alumnos y que este hecho podría mejorar el aprendizaje de las mismas.^{2,3}

Concretamente, a lo largo del curso se plantean a los estudiantes dos proyectos experimentales a realizar, cada uno de ellos, durante tres sesiones. El primero consiste en la purificación de una proteína de interés comercial a partir de un tejido animal, mientras que el segundo consiste en la purificación de una proteína de origen animal pero esta vez a partir del cultivo de una bacteria modificada genéticamente. En ambos casos los estudiantes trabajan en grupos de dos o máximo tres personas y presentan un único informe global al final del proyecto.

A modo de ejemplo, se presenta en esta comunicación el primero de los proyectos.

Proyecto que se plantea al alumno: Purificación de una proteína de interés comercial a partir de un tejido animal.

En el proyecto planteado se pretende reproducir a escala de laboratorio el proceso de obtención y purificación de una proteína de origen animal de interés comercial, la protamina.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

Es importante incluir una sesión previa dedicada a un seminario sobre las técnicas experimentales que se utilizarán (cromatografía, electroforesis, centrifugación, precipitación, cuantificación de proteínas, etc.). En este seminario incluimos tanto la explicación del fundamento teórico de dichas técnicas como la presentación de casos prácticos y problemas numéricos. Por ejemplo, a partir de unos datos experimentales presentados al alumno, proponer el diagrama de flujo más adecuado para la purificación de una determinada proteína.

Por otro lado, antes de empezar la práctica en el laboratorio, es también muy importante presentar no sólo las distintas aplicaciones comerciales que pueda tener la proteína a purificar, sino también cuál es su función en la naturaleza. Igualmente es importante que los estudiantes conozcan el máximo de datos disponibles sobre la proteína a purificar (composición aminoacídica, punto isoeléctrico, conformación, etc.). Todo ello ayudará a centrar el problema, a contextualizarlo, y a plantear una secuencia de pasos lógica que conduzca a su purificación.

Muy brevemente, las protaminas son pequeñas proteínas de naturaleza muy básica que compactan extraordinariamente el material genético (ADN) del núcleo del espermatozoide. Las primeras fueron descubiertas en peces y han encontrado diversas aplicaciones tanto en la industria alimentaria (como agente antimicrobiano) como en la industria farmacéutica (uso en preparados de insulina, agente anti-anticoagulante en cirugías).^{4,5}

Así pues, a partir del tejido y orgánulo celular correspondiente, los alumnos obtendrán primeramente una mezcla de proteínas en disolución que incluirá su proteína de interés, la protamina. Para reducir el volumen de la muestra de trabajo y así facilitar los pasos de purificación posteriores, los alumnos precipitarán las proteínas. Las proteínas insolubilizadas podrán ser entonces separadas por centrifugación. Una vez disueltas en el medio adecuado, se procederá a realizar una cromatografía de intercambio catiónico, puesto que las protaminas son proteínas con elevada densidad de carga positiva. Las condiciones concretas utilizadas durante la cromatografía habrán sido también discutidas y escogidas



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

previamente por los alumnos durante el seminario teniendo en cuenta las características de la molécula a separar. Las distintas fracciones obtenidas durante la cromatografía serán analizadas electroforéticamente para comprobar la correcta separación de la mezcla de proteínas y el grado de pureza de la proteína de interés. Finalmente, usando un método colorimétrico, se cuantificará la proteína purificada y se calculará el rendimiento obtenido.

c) Resultados y/o conclusiones

Cada grupo de alumnos es responsable de su muestra desde el principio hasta el final del proceso. Los resultados finales en cuanto a grado de pureza y rendimiento de protamina obtenidos por los distintos grupos se comparan y se discuten. Generalmente dichos resultados son muy parecidos, puesto que todos los grupos parten de la misma muestra inicial. Sin embargo, los posibles casos de grupos con resultados negativos o que se apartan del resto de la clase, también son importantes puesto que permiten enriquecer la discusión y, finalmente, aprender más.

Dado que lo que se prima es la visión integrada del conjunto, los alumnos no entregan un informe correspondiente a cada sesión sino que cada grupo entrega un único informe final donde se detallará el planteamiento y desarrollo global de la práctica enfatizando el porqué de cada uno de los pasos, las incidencias encontradas y cómo se han resuelto, y el resultado final obtenido. De todos modos, a lo largo de cada sesión práctica se plantean igualmente una serie de cuestiones que se tendrán que responder también en dicho informe final. De este modo se puede valorar no sólo si se han entendido los detalles de funcionamiento de las distintas técnicas sino también si se ha entendido la práctica globalmente.

Es importante remarcar que la experiencia planteada, aunque aprovecha muchas de las ideas del *project-based learning* (aprendizaje basado en proyectos)⁶ no puede ser calificada exactamente como tal puesto que el hecho de ser desarrollada en un laboratorio de ciencias impone restricciones importantes. Así, al estudiante se le plantea resolver un problema real (en este caso la purificación de una proteína de interés comercial), que le permite establecer conexiones entre lo académico y el mundo real, y sobre el que no hay una única solución,



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

una única vía sino diversas posibilidades. Así, los alumnos van a tener que valorar, juzgar entre alternativas y elaborar un plan. Sin embargo, es evidente que no todas las alternativas van a ser realizables en un laboratorio docente, y dado que los alumnos no van a poder acceder libremente al laboratorio sino solamente dentro del horario de prácticas y siempre bajo supervisión, se tiene que llegar previamente a un compromiso. Lo importante, no obstante, es poder encadenar y dar un sentido global a las distintas etapas que van a conducir a la consecución del objetivo final planteado.

También es importante considerar que, aunque más atractivo, el planteamiento propuesto es también más arriesgado y el profesorado tiene que tenerlo presente. Así, es importante tener previstos recursos o estrategias para que, en caso de que haya algún problema en alguno de los pasos, no implique que un grupo de alumnos no pueda acabar su proyecto.

Por último, aunque la experiencia realizada se enmarca en el campo de la purificación y análisis de proteínas, se puede usar la misma aproximación en otros campos. Por ejemplo, en el campo de los polímeros es habitual que se realicen prácticas de síntesis y caracterización de distintos polímeros. Se podría plantear en este caso que los polímeros analizados fueran justamente los que hubieran sintetizado los propios alumnos.

Consideraciones finales

Mediante la experiencia de aprendizaje activo planteada en este trabajo se consigue que los alumnos, además de cumplir el objetivo final de su proyecto (purificar una proteína de interés comercial en este caso), se familiaricen con un gran número de técnicas experimentales (extracción de proteínas, centrifugación, precipitación, cromatografía, electroforesis, etc.) pero no en forma de prácticas puntuales inconexas, sino siguiendo una secuencia lógica, integrada, encarada a un objetivo final concreto.

Aunque es innegable que el esfuerzo requerido por parte del profesorado es mayor, se ha podido apreciar a través de las opiniones de los propios estudiantes que esta forma de



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

proceder consigue realzar la motivación de los alumnos y que ofrece una visión más aplicada de para qué pueden resultar útiles las distintas técnicas utilizadas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ratledge C., Kristiansen B. (eds.) (2006) Basic biotechnology. Cambridge University Press.
- [2] Ospina J. (2006) La motivación, motor del aprendizaje. Rev. Cienc. Salud, 4(especial):158-160.
- [3] Díaz F., Hernández G. (1999) La motivación escolar y sus efectos en el aprendizaje. En: Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw Hill, pp.35-49.
- [4] Owens D.R. (2011) Insulin preparations with prolonged effect. Diabetes Technol. Ther. suppl 1:S5-14.
- [5] Pai M., Crowther M.A. (2012) Neutralization of heparin activity. Handb. Exp. Pharmacol. 207:265-277.
- [6] Markhan T., Larmer J, Ravitz J (2003) Project Based Learning Handbook: A guide to standards-focused project based learning in middle and high school teachers. Buck Institute for Education.