

Estudio de casos: «Resolución teórica y práctica de un problema de equilibrio ácido-base. (Verificación química de un proceso biotecnológico)»

Kubescha, María P.^(a), Héctor C. Goicoechea^(a), Hilario F. Miglietta^(b), Julieta B. Ferraro^(a), Beatriz M. Rodil^(a) y Víctor E. Mantovani^{(a)*}

Introducción

El método de estudio de casos es esencialmente activo y, por lo tanto, aplicable en innumerables campos donde se trate de combinar eficientemente la teoría y la práctica. En la pedagogía activa el método de casos busca «el modo de estudiar el problema, percibir los hechos, comprender las situaciones, encontrar soluciones válidas y aceptables»⁽¹⁾. Se lo puede considerar en una doble vertiente: por un lado, para el aprendizaje de la toma de decisiones y, por el otro, como una modalidad de investigación⁽²⁾.

Se propone el diseño del caso que culmina en un trabajo práctico especial, que presenta la posibilidad de motivar a los alumnos y despertar entusiasmo para facilitar la respuesta teórica a muestras reales en el laboratorio.

El **caso** es: «Verificar las variables fisicoquímicas en el proceso de fermentación estática con microorganismos aerobios sobrenadantes». La **consigna general**: «Emplear para su resolución la metodología ácido-base únicamente».

-
- (a) Cátedra de Química Analítica General. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Paraje "El Pozo"- 3000- Santa Fe. Argentina. E-mail: vmantova@fcb.unl.edu.ar
- (b) CIEN (Centro de Investigaciones de Endemias Nacionales). Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral

Metodología

Requerimientos previos

Para el desarrollo del práctico se requirió entonces sólo de los conocimientos de la titulación ácido-base (1), quedando a cargo de los responsables del práctico explicar y satisfacer las dudas que surjan de parte de los alumnos acerca del microorganismo.

Microorganismo

Kombucha: una zooglea formada por una levadura (*Schizosaccaromyces pombe*) y una bacteria (*Acetobacter xylinum*), cuyo producto fermentado poseería propiedades probióticas.

Medio de cultivo

Infusión de té en hebras (4 g L⁻¹) en solución de sacarosa (75 g L⁻¹).

Biorreactor

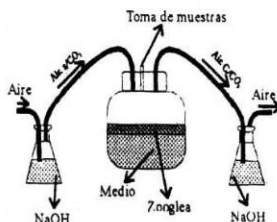


Figura 1

Proceso

Se siembra el biorreactor con la zooglea en un volumen de 2 L de medio de cultivo. Se hace pasar un caudal de 2 L. min⁻¹ de aire previamente descarbonatado, manteniendo el sistema a 28 °C, en la oscuridad.

Toma de muestra

Se realizaron tomas de muestras (20 mL) cada 24 horas a partir del momento de la siembra y hasta finalizado el tiempo que duró la experiencia (7 días).

Determinaciones analíticas

Se aplicó volumetría ácido base para realizar las siguientes determinaciones:

1) La concentración de los ácidos producidos por el microorganismo a través de la fermentación. La acidez se expresa como g% (p/v) de ácido acético.

La consigna: «Justificar teóricamente la técnica desarrollada en el instructivo del trabajo práctico».

Como elemento de reflexión el alumno necesita:

a) Interpretar las reacciones ácido-base que tienen lugar y la elección del indicador, para un entorno de error aceptable.

b) Exponer el razonamiento de la expresión final del cálculo.

2) El CO_2 desprendido por la zooglea a través de la respiración, producto de su metabolismo. Se expresa en mmol de CO_2 producido en el transcurso total de la experiencia; para este fin se lo valorará todos los días, acumulándose las cantidades de milimoles.

La consigna: «Interpretar y poner a punto la metodología».

Esta metodología se desarrolla, siguiendo el esquema del biorreactor (fig. 1) de la siguiente manera: el gas que sale del medio de cultivo, que contiene el dióxido de carbono producido por la zooglea, es arrastrado por la corriente de aire decarbonatada. El CO_2 se retiene en dos erlenmeyer conectados en serie, que contienen NaOH en exceso y el indicador fenoftaleína. Deben mantener el color rosado hasta el cambio por otros. Los erlenmeyer una vez retirados se titulan con HCl valorado mediante la técnica de los dos indicadores (fenoftaleína y verde de bromocresol), empleando para los cálculos el volumen gastado para el viraje del verde de bromocresol.

Otras determinaciones:

Como datos complementarios, con el fin de introducir al alumno en el control de un proceso biológico caracterizado por la cinética que tiene lugar y los balances de masa, se efectuaron las siguientes determinaciones:

- 3) El consumo de sacarosa, fuente de energía necesaria para su viabilidad.
- 4) La biomasa, que evidencia el crecimiento del microorganismo.

Estas determinaciones se realizaron en los diferentes turnos de prácticos, donde se obtuvieron datos que permitieron observar el comportamiento del microorganismo en función del tiempo. La determinación de sacarosa y biomasa fue realizada por los ayudantes de cada trabajo práctico, para evitar que los alumnos distraigan su atención del objetivo principal que es la titulación ácido base.

Experiencia:

La experiencia requirió de los alumnos:

- 1) Búsqueda de información.
- 2) Comprensión de los conceptos teóricos de ácido-base.
- 3) Capacidad de asociación entre teoría y práctica.
- 4) Desarrollo de habilidad para realizar cálculos para arribar al resultado.
- 5) Realización de tratamiento estadístico a los resultados obtenidos.
- 6) Elaboración de conclusiones acerca del comportamiento del microorganismo a través de la evolución del sustrato en función del tiempo (lo que requirió utilización de software para graficación).

Resultados y Discusión

Se trabajó con el denominado «estudio de casos», procedimiento metodológico de investigación sobre una realidad en particular. En nuestra asignatura, Química Analítica, son situaciones generadas frente a un problema analítico. Supone un análisis exhaustivo de todas las variables que afectan a dicha realidad y tiene como objetivo entenderla, explicarla y, finalmente, resolverla; en la medida de lo posible se busca extraer conclusiones generalizables.

Se ha observado, que el método de estudio de casos es un buen camino de aprendizaje grupal, ya que permite extraer el máximo beneficio posible de las experiencias de otros y da posibilidades de agudizar el espíritu de análisis al abordar un hecho concreto, que se realimenta en un proceso de interacción con los propios compañeros de laboratorio y del curso.

La experiencia realizada permitió todas las posibilidades de relacionar los objetivos prácticos con los conceptos teóricos, y la de obtener conclusiones. Tanto éstas, como las propuestas de soluciones aportadas a las consignas, se discutieron y evaluaron.

Por otra parte, los docentes sólo adicionaron información en función de satisfacer inquietudes, ya que si bien el trabajo con el microorganismo fue el generador de las inquietudes y estudio, se buscó no perder de vista el objetivo inicial del trabajo práctico ni las consignas establecidas.

Conclusión

La Cátedra de Química Analítica General forma parte del Proyecto FOMECA N° 329/95 de Química de (UNL). Dicho proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad de la enseñanza de la química, a través de la actualización experimental orientada a lograr un aumento de la eficiencia. Ha establecido como uno de los indicadores para su monitoreo el porcentaje de **nuevos** trabajos prácticos desarrollados respecto del total existente.

Por lo antes mencionado, creemos que este tipo de experiencias, y en particular el denominado estudio de casos, aplicados a situaciones concretas de la enseñanza de la Química Analítica, ayudan a lograr esa mejora con la eficiencia deseada.

Citas:

- (1) Harris Daniel C. 1992. *Análisis Químico Cuantitativo*. Grupo Editorial Iberoamericano. Méjico.
- (2) *Léxico de Tecnología de la Educación*. 1991. Colección Léxicos Ciencias de la Educación. Santillana S.A. Madrid.
- (3) *El método del caso*. 1970. Madrid: Ibérico Europea de Ediciones.

Agradecimientos

Han colaborado en forma directa en la preparación y desarrollo de este trabajo los siguientes docentes, becarios y pasantes de la cátedra: M. Yossen, J. Barrandeguy, R. Pérez del Viso, S. Acebal, M. De Zan, J. C. Robles, M. Cámara, L. Satuf, J. Fernández, C. Bergamini y A. Spagna. La fig. 1, que representa el equipo empleado en la experiencia, la realizó el alumno M. Carot.