

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Ana Moral¹, María de la Menta Ballesteros²

¹Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica. Área de Ingeniería Química, Universidad Pablo de Olavide, e-mail:amoram@upo.es

²Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica. Área de Ingeniería Química, Universidad Pablo de Olavide, e-mail:mmbalmar@upo.es

Resumen

Un criterio útil de clasificación de las estrategias metodológicas enmarcadas en el concepto enseñanza-aprendizaje consiste en identificar quién está en el centro de la actividad. Así, los *métodos expositivos* son aquellos en los que la actividad recae fundamentalmente en el profesorado y si es en el alumnado, y se propicia la interacción entre iguales, se denominan *métodos interactivos*; los *métodos individuales* se basan en la utilización de materiales de autoaprendizaje por parte del estudiante.

El desarrollo de *métodos interactivos* ha significado un esfuerzo importante ya que rompe con el estrecho espacio formativo que deja la transmisión mecánica y verbalista de conocimientos. Marcando como objetivo la superación del 'argumento de autoridad', se han propuesto diversas estrategias para llevar a cabo procesos de aprendizaje basados en investigación. Entre las más conocidas caben destacar: a) Aplicación del método científico o experimental. b) Aprendizaje por descubrimiento. c) Investigación guiada. d) Investigación del medio. e) Investigar problemas sociales de interés. f) Investigación y cambio conceptual. g) Proyectos de trabajo e investigación. h) Las "WebQuest".

En el presente estudio se hará un recorrido por los diversos *métodos interactivos* de enseñanza-aprendizaje para centrarnos en las estrategias metodológicas del aprendizaje basado en proyectos debido a su especial relevancia en el ámbito científico. Los intercambios de ideas, los apoyos que se prestan tanto entre iguales, como las aportaciones procedentes del docente u otro colaborador, hacen de este sistema un tejido cultural compartido excelente para el aprendizaje del alumnado en el campo de la Ingeniería Química.

Palabras clave: enseñanza, aprendizaje, investigación, metodología, proyectos.

1 INTRODUCCIÓN

La clase magistral, el trabajo guiado, la tutoría, el trabajo en grupo, etc. son ejemplos de los métodos comúnmente utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un criterio útil de clasificación consiste en identificar quién está en el centro de la actividad. Se denominan *métodos expositivos* a aquellos en los que la actividad recae fundamentalmente en el profesorado; si es el alumnado y se propicia la interacción entre iguales se denominan *métodos interactivos*; los *métodos individuales* se basan en la utilización de materiales de autoaprendizaje por parte del estudiante [1].

El desarrollo de *métodos interactivos* ha significado un esfuerzo importante ya que rompe con el estrecho espacio formativo que deja la transmisión mecánica y verbalista de conocimientos. La enseñanza-aprendizaje a partir de los *métodos interactivos* cuenta con numerosos antecedentes [2-5]. Porlán y Cañal (1986) [6] mencionaron que se encuentra "ligada a una tradición pedagógica antigua" que ha evolucionado en la actualidad hacia una sólida alternativa de cara a la renovación y al cambio [7].

Entre las estrategias más conocidas y empleadas en este contexto se pueden destacar las siguientes modalidades:

a) Aplicación del método científico o experimental: El objetivo de esta metodología es superar a la tradicional, que prescinde de cualquier actividad práctica o las reduce a simples ilustraciones de las clases teóricas [8]. El alumno aprenderá tanto los conocimientos y actitudes necesarias para la resolución del método experimental como el proceso mismo [9].

- b) Aprendizaje por descubrimiento. "El contenido esencial de lo que debe ser aprendido no se facilita en su forma final, sino que tiene que ser descubierto por el sujeto" [10]. Se establece un marco de libertad fomentando la acción espontánea [11].
- c) Investigación guiada: "El profesor estructura la situación de aprendizaje, esparce pistas, formula preguntas indicativas o por cualquier otro método guía al alumnado hasta la antesala del descubrimiento" [10]
- d) Investigación del medio. Movimiento cercano a los planteamientos iniciados por Freinet (1980) [12] (Movimiento di Cooperazione Educativa -MCE-, en Italia; Movimiento Cooperativo de Escuela Popular -MCEP-, en España, etc.) que considera de vital importancia conectar la enseñanza con el medio. Se defiende un proceso basado en la motivación del alumnado conectando con sus inquietudes y necesidades [13].
- e) Investigar problemas sociales de interés. A partir de los años sesenta del pasado siglo se encuentran propuestas en torno a ciertas cuestiones controvertidas [14, 15]. Para su desarrollo se tomaron "cuestiones humanas importantes" que una vez expuestas en el aula instaban al alumnado a ir adquiriendo un juicio responsable.
- f) Investigación y cambio conceptual. El profesor asume el papel de 'experto' que conoce y domina tanto el proceso como el conocimiento y lo refuerza, matiza o pone en cuestión las aportaciones elaboradas por el alumnado [16-19].
- g) Proyectos de trabajo e investigación. Tiene su antecedente en propuestas de Dewey sistematizadas [20]. Muchos autores las han utilizado como referencia: la investigación dialógica de [12], los Proyectos de Trabajo -PT-[21], los Proyectos de Investigación -PI- [22] o la investigación en grupo [23]. El resultado estará directamente relacionado con las inquietudes iniciales a través de las distintas producciones obtenidas.
- h) Las "WebQuest". Es la enseñanza por investigación en la era digital, algo así como "investigación del alumnado en la red" [12]. Tiene gran importancia la perspectiva del alumnado. En el presente estudio, tras hacer un recorrido por los diversos *métodos interactivos* de enseñanza-aprendizaje nos centraremos en el aprendizaje basado en proyectos debido a su especial relevancia en el ámbito científico. Se describirá la metodología adecuada para la realización del mismo, ejemplificándola con un caso práctico. Con ello, se mostrará que los intercambios de ideas así como las aportaciones procedentes del docente u otro colaborador, hacen de este sistema un tejido cultural compartido excelente para el aprendizaje del alumnado en el campo de la Ingeniería Química.

2 METODOLOGÍA

2.1. Población y muestras

La población a la que se dirige la investigación está compuesta por los estudiantes del Máster en Biotecnología Ambiental, Industrial y Alimentaria de la Universidad Pablo de Olavide. La muestra se realizó mediante procedimientos de muestreo deliberado o intencional que supone la determinación de una serie de características del grupo de estudio para, a continuación, elegir los sujetos participantes.

Dichas características fueron: haber vivido al menos una experiencia de investigación en la formación universitaria, calificación en la asignatura Ingeniería de los Bioprocesos (estrechamente relacionada con la oferta formativa de los proyectos de Investigación), experiencia previa en industrias dentro del ámbito de la Ingeniería Química, Licenciatura (o Grado) en Ciencias Químicas, Biología o formación afín, y equilibrar el género masculino y femenino en el número de participantes en el proceso de selección.

2.2. Enfoque y fases de la investigación

Para este estudio se ha optado por un enfoque que recoja la realidad estudiada desde la perspectiva del alumnado. Se trata de "dar la palabra" a un colectivo que ha experimentado un proceso de enseñanza en la que la investigación constituye el referente fundamental; no se pretende por tanto interaccionar con el alumnado desde la lejanía de un referente teórico, sino conocer el punto de vista de unos alumnos que han llevado a cabo una determinada investigación y evaluar así las características y posibilidades que le atribuyen a esta propuesta didáctica. De esta forma, se obtendrá información basada en la experiencia directa y desde la posición de la práctica.

Para el desarrollo de la actividad investigadora se sigue un proceso organizado en fases que se pueden ir ajustando en función de la experiencia.

2.2.1. Fase primera: propuesta inicial

Se discute sobre el tema objeto de estudio con el propósito de identificarlo y acotarlo con cierta precisión. Se constituye una base documental o “estado del arte” que permite conocer los antecedentes. De las reuniones mantenidas surge un primer esquema orientativo: red de preguntas, secuencia básica y categorías de análisis preliminares.

2.2.2. Segunda fase: diseño de la investigación.

En esta fase se define y concreta el proyecto para crear una guía detallada y orientada en función de los objetivos previamente definidos. Para dotar al alumnado de mayor claridad en el desarrollo de las tareas es habitual enumerarlas o presentarlas esquematizadas.

2.2.3. Tercera fase: recogida y tratamiento de datos.

Se reúnen los datos diarios y se seleccionan aquellos que serán tenidos en cuenta. Una vez revisada y tratada la información, se procede a su sistematización con objeto de facilitar su uso.

2.2.4. Cuarta fase: informe.

Con la información ordenada y contrastada se elaboran los primeros borradores que, después de un proceso de deliberación y ajuste fundamentado, se convierte en un documento final con un anexo de conclusiones.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Población y muestras

Todos los colaboradores fueron informados previamente del sentido de sus aportaciones en el marco de la investigación que se están exponiendo. Además, se aseguró la más estricta libertad de participación sin que en ningún momento se forzara a nadie a intervenir.

Todos los alumnos participantes pertenecen al Máster en Biotecnología Ambiental, Industrial y Alimentaria y muestran una calificación igual o superior a 7,5 en la asignatura Ingeniería de los Bioprocesos. A continuación, se muestra la clasificación según la formación previa al Máster de las diferentes muestras:

Tabla 1. Número de alumnos que cumplen los criterios de preselección según titulación

	Nº de alumnos	Nº de alumnas
Muestra de la titulación en Ciencias Químicas	2	3
Muestra de la titulación en Biotecnología	2	1
Muestra de la titulación en Biología	1	2
Muestra de la titulación en Informática	3	2
Muestra de la titulación en Ciencias Ambientales	2	2

Todos ellos presentan al menos una experiencia de investigación en la formación universitaria. En relación con la experiencia laboral previa en el sector de la Ingeniería Química, los resultados así como las empresas relacionadas se muestran a continuación:

Tabla 2. Alumnos con experiencia profesional previa en el campo de la IQ

	Experiencia en el campo de IQ	Sector
Muestra de la titulación en Ciencias Químicas	1 alumno	Tratamiento de aguas residuales
	1 alumno	Industria papelera
Muestra de la titulación en Biotecnología	1 alumna	Control microbiológico-tratamiento de aguas
Muestra de la titulación en Informática	1 alumna	Ingeniería de Procesos Industriales

Tras ello se realiza una entrevista personal y, en función de la misma, así como de los conocimientos previos más adecuados para la realización los proyectos ofertados por el grupo de investigación RNM-916 de la Universidad Pablo de Olavide “ECOWAL”, se selecciona al alumno con titulación en Ciencias Químicas con experiencia en la Industria Papelera.

3.2. Enfoque y fases de la investigación

3.2.1. Fase primera: propuesta inicial

Se realiza la propuesta temática que oferta el grupo ECOWAL para proyectos fin de Máster:

- Obtención de celulosa de alta pureza a partir de macroalgas
- Cationización de fibras celulósicas
- Fibras celulósicas a partir de materias primas alternativas a las convencionales

Mediante reuniones de los tutores con el alumno se expone, a modo de resumen, en qué consiste cada proyecto, las tareas a realizar así como los objetivos a conseguir. El resultado de ello es que el alumno muestra elevado interés por el tema "cationización de fibras celulósicas". Tras la selección de la línea de investigación, se ha de construir una base documental o "estado del arte" que le permita al alumno familiarizarse con el tema objeto de estudio así como conocer los antecedentes. En esta fase los tutores facilitarán documentación de apoyo, asesorarán en las búsquedas y resolverán dudas.

3.2.2. Segunda fase: diseño de la investigación.

Tras el desarrollo del "estado del arte" se crea una guía detallada del proyecto en función de los objetivos definidos:

- Optimizar el proceso secuencial de mercerización-cationización de fibras celulósicas de características conocidas.
- Desarrollar una serie de productos con aplicaciones como agentes floculantes, agente de retención y adsorbentes.

Para ello se realizará un desarrollo experimental siguiendo los protocolos correspondientes de acuerdo con el esquema:

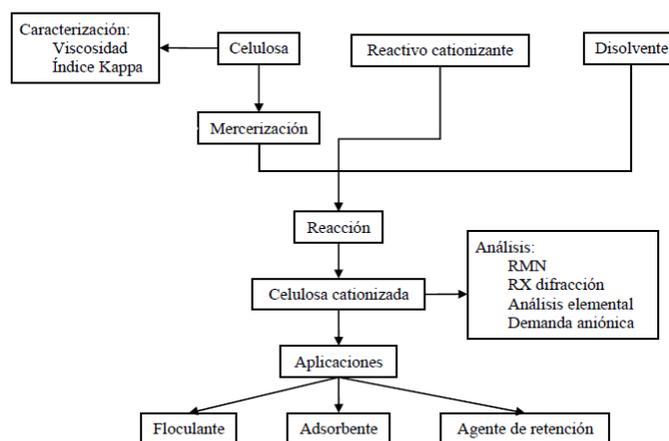


Figura 1. Esquema experimental

3.2.3. Tercera fase: recogida y tratamiento de datos.

Tras la realización de los ensayos, se toman los datos correspondientes y se realiza un análisis para discriminar aquellos que puedan causar error en la interpretación de los resultados. Una vez revisada y tratada la información, se procede al tratamiento de datos mediante programas de análisis estadístico tales como el BMDP [24,25]. En esta fase el alumno consta en todo momento con el apoyo de los tutores tanto en la discriminación de datos, como en el aprendizaje del uso de programas de análisis e interpretación de resultados.

3.2.4. Cuarta fase: informe.

Se elabora el informe que ha de constar de los siguientes puntos fundamentales: resumen (abstract), introducción, experimental (materia prima, mercerización, cationización, caracterización de la muestra), resultados y discusión (análisis elemental, potencial z, difracción de Rayos X, viscosidad), conclusiones, bibliografía, lista de tablas y lista de figuras.

Durante todo el proceso de elaboración del informe, el alumno estará ayudado por los tutores mediante reuniones periódicas.

4 CONCLUSIONES

Aprender investigando representa una propuesta amplia articulada de forma flexible en torno a preguntas, problemas, etc. que permiten profundizar en temáticas que inquietan e interesan a todos los participantes en la experiencia. De esta apreciación positiva se deduce su carácter dialogado.

Se consideran facilitadores de este tipo de estrategias la asistencia a tutorías que permite resolver dudas y conflictos. Por otra parte, proponen un cambio radical respecto al horario de clase, asignando más tiempo al trabajo del alumno, así como la exigencia de mayor coordinación con los docentes. Asimismo, cabe destacar que salvar las limitaciones implica antes un compromiso informado y reflexivo de la adopción de ciertas medidas técnicas.

Se constata un elevado nivel de satisfacción de los estudiantes que participaron en la experiencia de investigación y una clara diferenciación con otras clases, calificando a la experiencia de enseñanza más activa, práctica, dinámica, amena y que potencia la participación y la libertad de opinión.

Referencias

- [1] Quinquer D. Estrategias de enseñanza: los métodos interactivos en Benejam P. Pages J. (coord.): Enseñar y aprender Ciencias Sociales, Geografía e Historia en la educación secundaria. Barcelona. Horsori (1997).
- [2] Tort A. Del activismo a la investigación. Cuadernos de Pedagogía, 253, 72-77 (1996).
- [3] Cañal P, Pozuelos F & Travé G. Aportaciones del Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (6-12) al cambio en la educación primaria. Investigación en la Escuela, 51, 5-13 (2003)
- [4] Pozuelos F. J. La investigación escolar: una alternativa para innovar en el aula. En Pozuelos, F. J. y TRAVÉ, G. –Eds- Entre pupitres. Razones e instrumentos para un nuevo marco educativo. Universidad de Huelva. Servicio de Publicaciones (2001)
- [5] Ballesteros M, Moral A. Using simulation software to implement an active learning methodology in the university teaching. International Journal of Innovation in Education 1 (1), 87-98 (2014).
- [6] Porlán R. & Cañal P. Más allá de la investigación del medio. Cuadernos de Pedagogía, 142, 8-12 (1986)
- [7] George K. D. et al. Las Ciencias Naturales en la Educación Básica. Fundamento y método. Madrid. Aula XXI, Educación Abierta / Santillana (1977).
- [8] Cases E. et al. Ciencias de la naturaleza (I). Guía para el desarrollo de actividades y experiencias. Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Educación Básica. (1981)
- [9] Prada M.D. de –Dir.- La enseñanza de las ciencias y sus relaciones interdisciplinarias en la segunda etapa de EGB. Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Educación Básica (1977).
- [10] Rae G. & Mcphillily W. N. El aprendizaje en la escuela. Un enfoque sistemático. Madrid. Aula XXI, Educación Abierta / Santillana (1978).
- [11] Piaget J. A dónde va la educación. Barcelona. Teide. (1974, 1983)
- [12] Freinet C. Técnicas Freinet de la escuela moderna. Madrid. Siglo XXI Editores. (1980)
- [13] Ciari B. Modos de enseñar. Barcelona. Avance. (1977)
- [14] Gie. Proyecto Curricular IRES, Sevilla, Díada (1991)
- [15] Merchán F.J. & García F.F. Las unidades didácticas de Ciencias Sociales en el Proyecto IRES. en GRUPO ÍNSULA BARATARIA (Coor). Enseñar y aprender. Ciencias Sociales. Algunas propuestas de Modelos Didácticos. Madrid, Mare Nostrum. (1994)
- [16] Gil D. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. Enseñanza de las Ciencias, 4 Vol. 2, 111-121.(1986)
- [17] Gil D. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, 11 (2), 197-212.(1993)
- [18] Gil D. Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. Investigación en la Escuela, 23, 19-31 (1994).
- [19] Gil D. ¿Área o disciplinas en la enseñanza de las ciencias? Nuevas reflexiones. Infancia Aprendizaje, 65, 59-64 (1994).
- [20] Kilpatrick W. H. The project method. Columbia University. New York. (1921)
- [21] Hernández F. & Ventura M. La organización del currículum por proyectos de trabajo. Barcelona. GRAO-ICE Barcelona. (1992)
- [22] Canario R. Los alumnos como factor de innovación. En ESTEBARANZ, A. Construyendo el cambio: perspectiva y propuestas de innovación educativa. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. (2000)
- [23] Kolmos A. Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. Educar, 33, 77-96. (2004)
- [24] Moral A., Monte M.C., Cabeza E., Blanco A. Morphological characterization of pulps to control paper properties, Cellulose Chemistry and Technology 44(10), 473-480 (2010)
- [25] Moral A., Cabeza E., Aguado R., Tijero A. NIRS characterization of paper pulps to predict kappa number. Journal of Spectroscopy. Issue: Spectroscopy Applied to Engineering Materials (SAEM). In press.