

# Investigación-Acción como metodología de perfeccionamiento de Profesorado Novel en laboratorios de Química Física Macromolecular.

Antonio Sánchez-Coronilla\*, Deseada María de los Santos Martínez

\*Departamento de Química Física, Facultad de Ciencias

[antonio.coronilla@uca.es](mailto:antonio.coronilla@uca.es)

**RESUMEN:** En este trabajo, dos profesores noveles presentan la experiencia docente resultante de aplicar la metodología de Investigación-Acción en los laboratorios de la asignatura Química Física Macromolecular. El fin inmediato es dual, mejorar la docencia de los profesores implicados y proporcionar un aprendizaje de calidad a los alumnos. En último término se pretenderá extrapolar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica a cualquier asignatura de índole práctica del Departamento de Química Física.

**PALABRAS CLAVE:** proyecto, innovación, mejora, docente, Investigación-Acción, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), anecdótico, profesor novel

## INTRODUCCIÓN

El docente y su profesionalización constituyen un principio básico de la calidad educativa. De hecho, reflexionar sobre la calidad profesional conlleva reconceptualizar términos y situaciones de la profesión docente (1). Y, es en ese sentido donde se justifica y fundamenta la Investigación-Acción como metodología de mejora del profesorado.

La Investigación-Acción es, según Kemmis (2) *“...una forma de indagación autorreflexiva realizada por quienes participan (profesorado, alumnado, o dirección por ejemplo) en las situaciones sociales (incluyendo las educativas) para mejorar la racionalidad y la justicia de: a) sus propias prácticas sociales o educativas; b) su comprensión sobre las mismas; y c) las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (aulas o escuelas, por ejemplo)”*. La ventaja de esta metodología es que se trata de un *“modelo de renovación pedagógica crítica y emancipadora”* (1) que genera conocimiento para la mejora del propio profesor. Por ello como beneficio directo está la mejora de la práctica educativa, su comprensión y la mejora del escenario donde tiene lugar (3).

La enseñanza en las ramas de ciencias debe ser objeto de reflexión por parte de los docentes implicados en ella. Como consecuencia de esta reflexión por parte de dos profesores noveles, surge este trabajo. Se presenta la experiencia educativa resultante de aplicar la metodología de la Investigación-Acción en su modalidad práctica y crítica (Tabla 1) (4), en los laboratorios de la asignatura Química Física Macromolecular.

El fin inmediato es dual, mejorar la docencia de los profesores implicados y proporcionar un aprendizaje de calidad a los alumnos. En último término se pretenderá extrapolar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica a cualquier asignatura de índole práctica del Departamento de Química Física.

## METODOLOGÍA

En esta experiencia, se ha seguido el modelo de Kemmis (5), en el cual, el proceso de la Investigación-Acción consta de 4 fases o momentos interrelacionados: I) Planificación, II) Acción, III) Observación y IV) Reflexión.

Modalidad de Investigación-Acción	Objetivos	Papel del Investigador
Práctica	Efectividad, eficiencia de la práctica educativa. Desarrollo Profesional. Comprensión de los prácticos. Transformación de su consciencia.	Rol socrático, encarecer la participación y autorreflexión
Crítica	Incorpora las ideas de la modalidad crítica. Emancipación del profesorado, de los dictados de la tradición. Transformación de la organización y del sistema educativo.	Moderador del proceso. Igual responsabilidad compartida por los participantes

Tabla 1. Modalidad práctica y crítica de la Investigación-Acción.

### I. PLANIFICACIÓN

El proceso de investigación se inicia con una idea general (acción estratégica o hipótesis de acción) con el propósito de mejorar la práctica profesional.

En este caso, la idea de ambos docentes consiste en implementar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica y demostrar que es válido para cualquier asignatura de índole práctica que implique al Departamento de Química Física, aunque para su empleo en este trabajo se vaya a aplicar a los laboratorios de la asignatura de Química Física Macromolecular.

### II. ACCIÓN

En la Investigación-Acción, el bloque de acción es el prioritario, sobre el que se centra el método. Es por ello en el que nos extendemos más.

La acción consiste en poner en marcha la acción estratégica, es decir, implementar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

La metodología a seguir consta de tres partes vinculadas que indican la aplicabilidad de los ABP en los laboratorios.

1.- En una primera parte, se efectúa un acercamiento al estado de conocimiento de los alumnos (6, 7) para lo que se han elaborado tests de ideas previas.

2.- El ABP se desarrolla siguiendo las siguientes pautas:

- Generar un ambiente adecuado para que los grupos reducidos de alumnos trabajen de manera colaborativa, y promover la participación del profesor como tutor facilitador del aprendizaje (8, 9).

- Hacerles ver lo que el profesor pretende de ellos y que lo más importante es "aprender a aprender" (10), tratando de favorecer un "modelo interactivo" de enseñanza.

- Estimular a los alumnos en la aplicación de sus conocimientos previos, que aunque no lo crean, los poseen (teniendo presente el test de ideas previas).

- Estimular a los estudiantes buscando asuntos de interés para ellos, adaptando los proyectos a las prácticas a realizar en la asignatura, relacionándoles la Química con la vida diaria y profesional, así como dándoles tiempo para investigar y mostrar sus puntos de vista (11).

- La retroalimentación debe ser constante.

- Exposiciones y presentaciones en público.

3.- En la tercera parte vinculada, se les muestran las bases de datos existentes para búsqueda bibliográfica.

### III. OBSERVACIÓN

En esta tercera fase del ciclo de la investigación-acción, se sigue el desarrollo del ABP. Los datos recogidos permitirán identificar evidencias que nos ayudarán a comprender si al final la mejora ha tenido lugar o no.

Durante los proyectos los alumnos realizan exposiciones públicas, aportan su visión sobre el trabajo y experiencia personal, también mostrada en el Anecdotario, a modo de "portafolios anecdótico" (12). Se valora muy positivamente la capacidad del alumno para afrontar los problemas presentados al realizar el proyecto y la forma de afrontarlos.

Ambos profesores recogen paralelamente las observaciones, reflexiones, interpretaciones de todo lo que va sucediendo y se registran en el Diario del Investigador.

### IV. REFLEXIÓN

Esta es la última fase con la que se cierra el ciclo de la Investigación-Acción, que da paso a la elaboración del informe.

Ambos profesores realizan un análisis cualitativo y crítico de los resultados obtenidos, interpretando toda la información recabada y valorando si el aprendizaje de los alumnos ha sido verdaderamente eficaz. Se efectuará el correspondiente juicio crítico de si el método empleado es extrapolable a otras prácticas de laboratorio del Departamento.

Para completar la naturaleza crítica de esta fase, debemos ser validados por el grupo. Es decir, se realiza una puesta en común para conocer la opinión propia de los alumnos, así como también se les pasa un cuestionario de preguntas sencillas que nos sirven de análisis de resultados.

## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Como previamente se ha comentado, la asignatura en la que se va a desarrollar esta experiencia es Química Física

Macromolecular, Asignatura Optativa de cuarto y quinto curso de la Licenciatura en Química. Esta asignatura consta de un único Grupo de veinte alumnos. Las prácticas de laboratorio son obligatorias y es en este contexto curricular donde se aplica dicha experiencia.

Teniendo presente la metodología expuesta, en la primera sesión se realizó una presentación de la asignatura y una puesta en común. Les indicamos lo que pretendíamos de ellos, y les pasamos un cuestionario de ideas previas para evaluar y apreciar el estado de conocimiento en el que se encuentra la persona a la que se va a enseñar, fomentando el aprendizaje significativo (7).

Cabe destacar que al tratarse de una asignatura optativa de un plan a extinguir, los alumnos mostraban cierta dejadez y falta de interés en lo que a las sesiones de prácticas se refiere. Su preocupación se centraba en asistir y cumplir con el compromiso, como si de una tortura se tratara, que les quitaba tiempo de estudio para el resto de asignaturas. Ambos profesores no queríamos desalentarnos, dialogamos y propusimos solventar este handicap, debíamos despertar el interés de estos alumnos que, además, dentro de uno o dos cursos, serían egresados. En todo momento tuvimos presente la clarificadora frase de Leamson "The real goal of teaching is to persuade students to initiate their internal learning processes" (13). Por tanto, teníamos que llamar su atención. Lo primero que hicimos fue enseñarles un muñeco de Playmobil®, y les preguntamos si se creían capaces de crear uno. Por supuesto, los cuchicheos y risas no se hicieron esperar, cosa que nos agradó, puesto que habíamos conseguido el objetivo de despertar su interés. A modo de ejemplo se muestran algunos comentarios que los alumnos nos indicaron en el Anecdotario:

*"En la primera sesión práctica se nos hicieron una serie de preguntas iniciales. Algunas de ellas eran sobre conceptos de la asignatura. Otras en cambio nos sorprendieron más. En concreto una de ellas: ¿Serías capaz de construir un playmobil?"*

*"Entre ellas, habían algunas preguntas que nos sorprendieron a algunos, ajenos a que en realidad, no eran tan descabelladas como parecían, como por ejemplo si éramos capaces de fabricar nuestro propio playmobil."*

Habíamos sintonizado, y por lo tanto, seguimos con el planteamiento del curso. Se simuló que eran investigadores en un laboratorio I+D de una multinacional, se formaron grupos de trabajo que debían resolver los diversos proyectos que les planteamos. Lejos de facilitarles un guión (que teníamos preparado), ellos debían de resolver su proyecto-problema. Por supuesto, contaban con nuestro asesoramiento en todo momento. Es más, esta metodología implica una preparación continua por parte del profesor, ya que debe de actuar como guía-facilitador del aprendizaje, puesto que los alumnos les exigirán una supervisión relevante y respuestas a sus preguntas sobre nuevas teorías (11). Un resultado llamativo fue que una vez preparado el material para los proyectos, nosotros les indicábamos que teníamos un guión por si querían seguirlo, y, para nuestra sorpresa, se negaban en rotundo a recibirlo, deseaban seguir con los suyos.

Paralelamente, con objeto de introducirlos a la investigación científica, se les mostraron bases de datos existentes para búsqueda bibliográfica. De este modo buscaron la información, y productos químicos, haciendo uso de bases de datos del ISI Web of Knowledge, Scifinder, Scopus,

entre otras. Esto fomentó el aprendizaje autorregulado (14) y favoreció sus habilidades metacognitivas (15).

Un aspecto que se ha querido fomentar en los alumnos es lo que hemos denominado *comunicación cooperativa*. El grupo se reestructura según diversos criterios de cara a la labor práctica a realizar, respetando sus preferencias y afinidades personales. La gran ventaja es que favoreció la relación, amistad y ayuda entre compañeros, se ha experimentado un ambiente de aula excepcional, creando lo que ambos docentes hemos denominado una **“familia grupal”** dentro del aula. Llegado este punto se puede aseverar que *“en el contexto del grupo cooperativo el alumno accede al conocimiento de vocabulario, de formas de expresión y de modelos de actuación de sus compañeros, que pueden estimular su aprendizaje y desarrollo”* (16). Los alumnos desarrollaban presupuestos, hablaban en público, dialogaban sobre qué era lo más conveniente, valorando incluso cuánto costaba las prácticas de esta asignatura. Ello les hizo apreciar en gran medida lo que cuesta el aprendizaje, y les sirvió para involucrarse aún más en la asignatura. Sirva de ejemplo unas frases de los alumnos:

*“Aparte, lo que más me ha gustado ha sido la actitud autodidacta que nos han inculcado, ya que en todas las prácticas de la carrera, nos dan una receta y tenemos que seguirla, pero en este caso, hemos sido nosotros los que hemos buscado los “ingredientes” y hemos llevado a cabo nuestra propia “receta”,...”*

*“Me alegro de haberme matriculado en esta asignatura porque me ha encantado la forma tan autodidacta de impartir unas prácticas. Las prácticas han sido bastante divertidas, el ambiente de trabajo muy cómodo tanto con los compañeros como con los profesores que han facilitado en todo momento la comunicación entre todos”*

Una de los apuntes que ambos profesores realizamos en nuestro Diario de investigación, fue la capacidad de indagación y asimilación de conceptos de los alumnos, conforme se desarrollaban las sesiones. En un proyecto de elaboración de polímeros, habían empleado una serie de colorantes, apreciando que sólo necesitan una ínfima cantidad para aportar color. Resultó curioso que en una sesión independiente, con otro proyecto, suponiendo que estábamos en una empresa de plásticos, debían elaborar un polímero rígido. Un grupo decidió, sin consultar, preparar el polímero rígido, pero coloreado (Figura 1), empleando para ello los colorantes que habían utilizado previamente en proyectos anteriores. Ambos profesores felicitamos al grupo por su iniciativa y buen hacer, pero sobre todo destacamos el hecho de incluir algo aprendido previamente.



Figura 1. Polímeros rígidos (figuras de ajedrez) coloreados.

En la última sesión, se simuló que estábamos en un Congreso de Polímeros. Para ello, previamente se les había facilitado una serie de cuestiones que iban a defender en

público. Se realizó una exposición grupal-ponencia, en la que los propios compañeros eran los participantes y se hacían preguntas, evaluándose unos a otros, con el rol Alumnos-Asistentes y Alumnos-Ponentes (Figura 2). Nuestro papel, en ese punto fue de moderadores. Nos encontrábamos entre iguales, como hemos querido simbolizar con el **“triángulo de igualdad”**: profesor-alumno, alumno-alumno, alumno-profesor (Figura 3). Inesperadamente, por diversos motivos, el día de la exposición, un grupo se quedó desprovisto de varios miembros pero se reorganizaron favorablemente, demostrando haber asimilado la idea de grupo y que la carga de trabajo general en la preparación de la exposición no había recaído en un solo compañero.

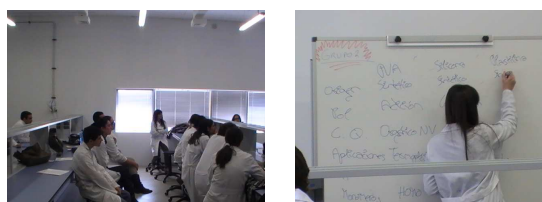


Figura 2. Congreso de Polímeros. Alumnos-Asistentes (izquierda) y Alumnos-Ponentes (derecha).

En esta última sección, ambos profesores pedimos ser validados por el grupo. Se les pidió a los alumnos que efectuaran un análisis cualitativo y crítico de las prácticas realizadas, así como también les pasamos un cuestionario final para ver las posibles mejoras a efectuar, tanto a nivel personal como en la metodología.

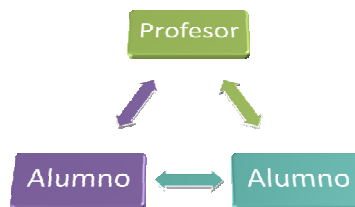


Figura 3. “Triángulo de igualdad”.

Por último, resta decir que el empleo del campus virtual y correo electrónico como estrategia didáctica en la entrega de documentación e informes (17), nos ayudó como herramienta de comunicación asincrónica y de cercanía hacia ellos, de cara a interacción dentro de un contexto social de nuevas tecnologías en el que están inmersos y plenamente adaptados, centrándonos en su eficacia más que en la eficiencia.

## JUICIO FINAL CRÍTICO Y MEJORAS

La Investigación-Acción en el caso del profesorado, tiene por finalidad mejorar, innovar, comprender los contextos educativos, teniendo como meta la calidad de la educación (3). En la Investigación-Acción, es imperativo el integrar la acción. Es decir, el foco de la investigación es el plan de acción, en nuestro caso la implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica en los laboratorios de Química Física.

La metodología elegida le sirvió al alumnado para aprender de una manera diferente a la que estaban acostumbrados. El Anecdotario, a modo de “**portafolios anecdótico**”, es una herramienta útil para conocer la evolución y el parecer de los alumnos, así como nos permite evolucionar como docentes. La Investigación-Acción nos ha permitido apreciar que el sobreesfuerzo que conlleva la elaboración de unas prácticas nuevas para ambos profesores noveles, de una manera distinta para hacerlas interesantes a los alumnos, merece la pena. Sirva de ejemplo:

“*Primero antes de nada me gustaría añadir una felicitación a los profesores de las practicas porque he de reconocer que han conseguido algo difícil, han conseguido que aprenda cosas que creo que no olvidare, y encima haciéndome disfrutar*”

“*En definitiva daros la enhorabuena por estas practicas la verdad que la libertad que nos habéis dado en ellas ha sido fantástica, muy instructiva y novedosa, han sido totalmente al revés, donde tenemos el objetivo y buscábamos como llegar a él, el camino a seguir,... en contrario que las demás, que es seguir una receta.*”

No obstante, no todo es positivo, demostrando el juicio crítico de los alumnos. El Anecdotario nos sirve para ver las posibles mejoras que hay que realizar:

“*...fue un poco caos para los alumnos el estar buscando información de una cosa y tener que buscar otra distinta,...y otra.....así sucesivamente.*”

“*Al principio me parecían descontroladas, pero luego me di cuenta que no. Simplemente no estaba acostumbrada a este tipo de prácticas.*”

Por término, podemos pues concluir que los laboratorios de prácticas, donde los alumnos conviven durante gran número de horas, constituyen un excelente escenario para el desarrollo del ABP, y es una metodología sobremanera extrapolable a otras asignaturas del Departamento así como a otras disciplinas, demostrando su interdisciplinaridad.

## REFERENCIAS

1. Carrera Gonzalo, M. J. *Evolucionar como Profesor. Diálogo, formación e investigación*. Comares. **2000**.
2. Kemmis, S. *Point-by-point guide to action research*. Deakin University. **1984**.
3. Latorre, A. *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Graó. **2010**.
4. Carr, W.; Kemmis, S. *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación acción en la formación del profesorado*. Martínez Roca. **1988**.
5. Kemmis, S. *Action Research. Educational Research, Methodology and Measurement. An International Handbook*. Pergamon. **1988**.
6. Branda, L.A. *El aprendizaje Basado en Problemas. El resplandor tan brillante de otros tiempos. El aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Gedisa. **2008**, 17-46.
7. Branda, L.A. *El aprendizaje Basado en Problemas. De herejía artificial a respopularis. Educación Médica*. **2009**, 12, 11-23.
8. Hmelo-Silver, C.E., Barrows, H.S. Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*. **2006**, 1, 21-39.
9. Morales, P., Landa, V. *Aprendizaje Basado en Problemas. Theoria*. **2004**, 13, 145-157.
10. Rué, J. *Aprender en autonomía en la Educación Superior. El aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Gedisa. **2008**, 47-66.
11. Enemark, S., Kjaersdam, F. *El ABP en la teoría y la práctica: la experiencia de Aalborg sobre la innovación del proyecto en la enseñanza universitaria. El aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Gedisa. **2008**, 66-92.
12. Klenowski, V. *Desarrollo del Portafolios para el aprendizaje y la evaluación*. Narcea. **2005**.
13. Leamson, R. *Thinking About Teaching and Learning: Developing Habits of Learning with First Year College and University Students*. USA: Stylus Publishing, LLC. **1999**.
14. Zimmerman B.J, Pons M.M. *Attainment of self-regulation: A social cognitive perspective. Handbook of self-regulation*. CA: Academic Press. **2000**, 13-39.
15. Schraw, G., Moshman, D. *Metacognitive theories. Educational Psychology Review*. **1995**, 7, 351-371.
16. Rosales, C. *La comunicación didáctica. Didáctica General. Un enfoque curricular*. Marfil. **1998**, 45-64.
17. Sales, C. *El Método Didáctico a través de las TIC. Un estudio de casos en las aulas*. Nau llibres. **2009**.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de los alumnos de la asignatura Química Física Macromolecular durante las prácticas, sin ellos, este trabajo no hubiera sido posible. Las imágenes expuestas fueron tomadas y cuentan con el consentimiento de los alumnos. Agradecemos a la Unidad de Innovación Docente la financiación concedida a ambos profesores (AAC\_12\_010, AAC\_12\_011) para la asistencia y participación en el congreso INDOQUIM2012, donde se presentaron 4 comunicaciones en relación a este proyecto.