

Innovación en la enseñanza de física y química: aprender haciendo

Innovation in the teaching of physics
and chemistry: learning by doing

María Jesús Santos

Facultad de Ciencias
smjesus@usal.es

Cristina Prieto

Facultad de Ciencias
cprieto@usal.es

María Dolores Merchán

Facultad de Química
mdm@usal.es

Innovar 
en las aulas

Resumen

En este trabajo se exponen de forma breve las líneas de trabajo que se siguen en las asignaturas de Didáctica, Innovación y Evaluación dentro de la especialidad de Física y Química del Master Universitario en Profesor de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MUPES) de la Universidad de Salamanca. El objetivo principal de las actividades programadas es que los estudiantes adquieran las competencias de dicho Master a través del aprendizaje activo, convirtiendo el aula en un laboratorio donde los alumnos son a veces objeto y otras los autores de la experiencia. El pilar de todas las sesiones son experimentos de Física y Química. Se sigue una metodología actual a través de la cultura de pensamiento, fomentando el trabajo colaborativo, actividades de metacognición, mapas mentales, etc. Se reflexiona sobre la necesidad de motivar en el proceso de enseñanza, así como de estimular la creatividad en los alumnos futuros. Dentro de las actividades no pueden faltar el trabajo en el laboratorio y las salidas de campo. Como herramienta tanto para medir magnitudes físicas como para realizar y/o contestar cuestionarios se utilizan diferentes aplicaciones para Smartphone.

Se evalúa el grado de adquisición de competencias, volcando los resultados obtenidos en diferentes espacios virtuales como son canal de YouTube, (<https://www.youtube.com/channel/UCwqaDfLBebKgdyTREtPl4mQ>), un blog personal de cada estudiante, o simplemente en un cuaderno individual de apuntes.

Esta manera de organizar las asignaturas, contribuye a llevar al aula la pasión que como docentes sentimos por la Física y la Química.

DIDÁCTICA, FÍSICA Y QUÍMICA, APRENDIZAJE ACTIVO, EXPERIMENTOS, INNOVACIÓN, EVALUACIÓN

Abstract

This work shows briefly the planning followed in the subjects "Didactic", "Innovation" and "Evaluation" in Physics and Chemistry owned to the Official Master's Degree in Teaching in Secondary Schools, Vocational Training and Language Centers from the University of Salamanca.

The main objective of the activities we program is for students to acquire the competences of the Master through active learning, turning the classroom into a laboratory where students are sometimes objects and others are the authors of the experience. The sessions are based in series of experiments in Physics and Chemistry. A methodology is followed through the culture of thought, fostering collaborative work, metacognition activities, mental maps, etc. It reflects the need to motivate the learning process, as well as to stimulate the creativity in future students. The sessions in the laboratory and the field trips cannot be absent from the activities. As a tool to measure physical magnitudes as well as to carry out and / or answer questionnaires, different Smartphone applications are used.

The degree of acquisition of competences is evaluated by asking students to publish the results obtained in different virtual platforms such as on a YouTube channel (<https://www.youtube.com/channel/UCwqaDfLBebKgdyTREtPl4mQ>) in a personal blog of each student, or simply in an individual notebook.

This way of organizing the subjects, contributes to bring to the classroom the passion that we feel for Physics and Chemistry as teachers.

PHYSICS AND CHEMISTRY DIDACTICS, ACTIVE LEARNING, EXPERIMENTS, INNOVATION, EVALUATION

El principal objetivo del Máster Universitario de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MUPES) es la formación de los mejores profesores para los alumnos actuales y futuros. En ello desempeña un papel fundamental la puesta en práctica de actividades y metodologías activas e innovadoras que fomenten el aprendizaje significativo.

En las asignaturas de la especialidad de Física y Química se siguen metodologías activas que sitúan al futuro profesor en el contexto en que desarrollará su docencia. En ellas se hace hincapié en la importancia de fomentar el interés y motivación de sus alumnos por la comprensión de la sociedad de la tecnología en que se desarrollará su existencia. Por ello el planteamiento que subyace en la metodología propuesta es que los estudiantes “Aprendan haciendo”. Se trata de convertir las clases en Laboratorios, donde se lleva a cabo una verdadera puesta en escena de las metodologías, técnicas y recursos que usarán en su futura vida profesional. Considerando la clase como un “laboratorio” de prácticas, en ocasiones ellos mismos son objeto de las experiencias y en otras autores de las mismas, y, como en cualquier equipo experimental, el trabajo se desarrolla eminentemente de forma colaborativa. Se trata de enriquecer la práctica docente apoyados en la idea de que cuando un estudiante puede realizar de forma activa los experimentos (Fig. 1) y evaluar sus resultados, está garantizado el mayor grado de éxito didáctico.

La eficacia demostrada del aprendizaje activo no se limita a aspectos motivacionales. La psicología del aprendizaje muestra, desde hace años, que con este tipo de aprendizaje se retienen mejor los conocimientos (Oliver-Hoyo, Alconchel, & Pinto, 2011). Aunque es sabido que las experiencias de laboratorio influyen positivamente en las actitudes de los alumnos hacia las

ciencias (Oliver-Hoyo, Allen, 2005), en muchas ocasiones existe una desconexión entre el contenido cubierto en clase y lo que se aborda en las sesiones de laboratorio (Gabel, 1999) (Hofstein & Lunetta, 1982). Por ello apostamos por un formato integrado de clase (teoría, resolución de problemas y experimentación) que aumenta el aprovechamiento por parte de los alumnos (Oliver-Hoyo, Allen, 2004) (Hanson & Wolfskill, 2000).

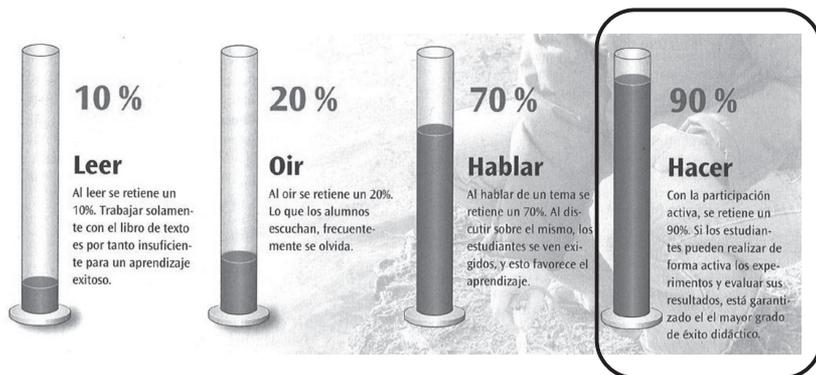


Fig. 1. Porcentaje de lo que se aprende dependiendo de la actividad realizada

El trabajo en equipo cobra gran importancia en el Espacio Europeo de Educación Superior. En primer lugar, como metodología que facilita la adquisición de competencias mediante procesos de trabajo activo y participativo. En segundo lugar, los profesores formados en trabajo en equipo transmitirán sus habilidades en la colaboración de manera natural a sus alumnos, siendo en la actualidad una de las habilidades más valoradas en los entornos profesionales.

Aunque en la concepción y diseño del MUPES se ha tenido muy en cuenta el logro de competencias directamente relacionadas con el futuro profesional del estudiante, a menudo los alumnos consideran cada materia como independiente de la formación previa y tienen grandes dificultades en reconocer su aplicación en su futuro profesional. En nuestro planteamiento de "Aprender haciendo" el estudiante debe poner en práctica de manera combinada todas las competencias adquiridas en su formación previa.

Se describen a continuación algunas de las experiencias llevadas a cabo en las asignaturas de Didáctica, Innovación y Evaluación, tres asignaturas de la especialidad de Física y Química.

En la asignatura de Didáctica el pilar de todas las sesiones son las EXPERIENCIAS: pequeños experimentos que sitúan al estudiante ante desafíos para su mente y sus habilidades científicas. Un ejemplo de esto es el experimento que se realiza para comprender cómo “ven” nuestros ojos. Es conocido que en el ojo se forma una imagen invertida del objeto, que posteriormente el cerebro interpreta de forma adecuada. Esto se puede comprobar con un cuadrado de cartulina negra de unos cuatro centímetros de lado en la que se hace un agujero en el centro con un alfiler. Se cierra un ojo y con el otro se mira el fondo blanco de una diapositiva a través de dicho agujero alineado con la cabeza de alfiler (como se muestra en la Fig. 2). Se observa la cabeza del alfiler invertida. Esto es realmente sorprendente.

El proceso de razonamiento científico que supone comprender lo que está viendo implica poner en práctica las competencias metodológicas previamente adquiridas. Si las experiencias han sido convenientemente elegidas, colocan al alumno ante un hecho que parece estar en contradicción con su experiencia cotidiana y que por tanto recordará como excepcional. Así se consigue que los estudiantes comprendan de verdad los conceptos y no los olviden, adquiriendo una mirada más profunda.



Fig. 2. Imagen de la forma en que se colocan la cartulina y el alfiler para ver cómo funciona el ojo (izquierda) y el resultado de dicha experiencia (derecha)

Temática

La temática abordada es amplia, y se recogen en este artículo únicamente algunos aspectos considerados fundamentales en la formación de estos futuros docentes. Tales aspectos son la motivación, la creatividad y el método científico, que se trabajan de modo transversal.

Es indudable y conocido el poder que tiene la motivación en el proceso de aprendizaje de cualquier ámbito. Por ello hay que facilitar herramientas a los estudiantes del MUPES para que las incorporen de modo natural en su metodología docente. En asignaturas como Física y Química esto se puede realizar de modo sencillo pues permiten abordar propuestas metodológicas que conecten los contenidos curriculares con la vida. Unido a esta idea es fundamental el hecho de realizar las experiencias utilizando materiales cotidianos presentes en cualquier hogar, en un bazar o en la propia naturaleza (Velasco, del Mazo, & Santos, 2012). De este modo es más sencillo que los propios estudiantes puedan reproducirlos, llevando la Ciencia fuera del entorno del aula. Como ejemplo de una de estas propuestas, está la construcción entre todos los estudiantes de un Sistema Periódico recogiendo para cada casilla objetos que contienen el elemento correspondiente. En la Fig. 3 se puede ver como ejemplo el calcio.

Los docentes se deben enfrentar frecuentemente al reto de ser creativos en el estilo de impartir las clases, puesto que los alumnos actuales y futuros van a necesitar estar preparados para diseñar, desarrollar y aplicar soluciones creativas a desafíos que actualmente no se han planteado. Aspectos todos ellos que se recogen en las competencias del MUPES. Para trabajar este aspecto se plantean problemas abiertos, con varias soluciones. A modo de ejemplo, se realiza una experiencia que consiste en repartir una pajitas de 70 cm de longitud, se les hace una lengüeta (cortar un borde en forma de "v") y se sopla a través de ella. Se obtiene un sonido grave. Si se va acortando (con una tijera) la longitud de la pajita cambia el sonido hacia tonos más agudos. Se trata de que los estudiantes investiguen este fenómeno, tanto la razón de que se produzca un sonido al soplar en un tubo abierto por un lado y cerrado por otro, como el cambio de frecuencia del mismo.

En el aprendizaje de Ciencia es esencial la puesta en práctica de los conceptos y procedimientos enseñados. Al utilizar el método científico para resolver problemas de la vida diaria, se interioriza dicho método y se comprende mejor el mundo que nos rodea (Antón, Santos, Merchán & Prieto,



Fig. 3. Actividad propuesta para trabajar la motivación, conectando los contenidos con la vida. Ejemplo de objetos que contienen el calcio

2016). A modo de ejemplo de este tipo de actividades se les entrega un llavero con unas bolas que en principio son transparentes (Fig. 4), pero que al exponerlas a la luz cambian de color. Se les propone que lancen una hipótesis que explique su comportamiento y realicen una experiencia para confirmar o refutar dicha hipótesis. Se trata de un problema abierto, con muchas soluciones, todas válidas. Es un modo de interiorizar el método científico.



Fig. 4. Actividad propuestas para trabajar el método científico. Bolas transparentes (imagen de la derecha) que cambian de color al iluminarlas con luz ultravioleta (imagen de la izquierda)

También se realizan experiencias de laboratorio “clásicas”, como la medida de la gravedad a partir de un péndulo simple o la oscilación de un muelle, o el estudio de la caída libre utilizando la tarjeta de sonido del ordenador para medir tiempo.

Metodología

A nivel metodológico nuestras clases deben ser un reflejo de lo que hoy en día se está haciendo en los centros educativos, incorporando metodologías actuales como la “Cultura de pensamiento”, trabajando en grupos colaborativos, realizando actividades de metacognición, mapas mentales o preparando una clase invertida.

El potencial educativo del trabajo colaborativo ha sido ampliamente reconocido durante los últimos años e incorporado masivamente al ámbito universitario. En nuestras asignaturas se han diseñado actividades colaborativas en las que, como en la sociedad actual, la información y la comunicación desempeñan un importante papel. Introducir trabajos en grupo en la metodología docente da lugar a clases más dinámicas, favoreciendo las preguntas y discusiones, haciendo a los alumnos más participativos.

Las actividades que combinan TIC y nuevas metodologías docentes facilitan el aprendizaje y permiten el desarrollo de capacidades de organización, toma de decisiones, trabajo en grupo y aplicación de conocimientos en la práctica. Además, y muy importante, suponen una considerable mejora en el grado de motivación del alumno. El hecho de que para la mayoría de los jóvenes los dispositivos móviles constituyan un elemento imprescindible en sus actividades diarias se puede aprovechar para mejorar su aprendizaje. La realización de prácticas de física tradicionales requiere material a menudo costoso y el uso de los laboratorios durante unos períodos de tiempo fijados. La utilización de los sensores (acelerómetros, giróscopos, magnetómetros, GPS (Global Positioning System),...) con los que vienen equipados los smartphones,



Fig. 5. Estudiantes del MUPES en el ascensor midiendo, con el móvil, la aceleración en el movimiento de bajada y subida

permiten la implementación de prácticas que pueden utilizarse tanto en laboratorios como fuera de ellos (aprendizaje en entornos informales) (Prieto et al. 2016). En este sentido, se abre un amplio campo a las demostraciones y experiencias espontáneas por parte del estudiante, tanto en clase como en el laboratorio o donde el alumno se encuentre, como el caso que se muestra en la figura en la que se mide con el móvil la aceleración de un ascensor en movimiento de subida y bajada.

Escenarios

Además de los ambientes habituales en el centro educativo, se promueve el desarrollo de la docencia en ambientes informales (visitas a instalaciones tecnológicas o entornos lúdicos como el parque de juegos). Tanto en la asignatura de Didáctica como en la de Investigación educativa se realizan actividades para planificar acciones educativas en ambientes informales con alumnos de ESO y/o Bachillerato. Se plantea la elaboración de todo el material necesario para la organización de la salida: motivación inicial, propuesta detallada (objetivos, a quien va dirigida, coste, fechas, carta a las familias...), posible ficha o cuaderno de trabajo para que los alumnos la aprovechen y metodología para la evaluación de la actividad.

Evaluación

En nuestras asignaturas se lleva a cabo la evaluación por competencias, valorando el grado de adquisición de las mismas al realizar una experiencia, y un problema “clásico” conectados. Todo el material generado se incorpora y se encuentra disponible en el canal de YouTube que se elaboró a partir de un Proyecto de Innovación y mejora docente. (<https://www.youtube.com/channel/UCwqaDfLBebKgdyTREtPI4mQ>).

En la USAL se dispone de una herramienta para la gestión de blogs y páginas web personales: *Diarium*. Está basada en WordPress y se trata de una solución potente, flexible y sencilla de utilizar que permite a cualquier usuario de la Universidad de Salamanca crearse su espacio personal. Los estudiantes de dichas asignaturas han desarrollado sus propias bitácoras de clase,

utilizándolas como plataforma de publicación de los contenidos relacionados con su formación como docentes que se han ido trabajando en las diferentes sesiones del MUPES. En la Fig. 6 se puede ver, a modo de ejemplo, el blog que uno de los estudiantes ha realizado.

DIARIUM

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
CAMPO DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Jorge Martín
Blog para la asignatura de Didáctica de la Física y Química

El autor Entradas

f t g+

Una propuesta para motivar

por [jmartinear](#) en 28 ENERO, 2018 en SIN CATEGORÍA

No hay nada tan educativamente subversivo como un televisor: lejos de sumir a los niños en la ignorancia como creen los ingenuos, les hace aprenderlo todo desde el principio sin respeto a los trámites pedagógicos. Fernando Savater En este blog ya hemos hablado de la importancia de la motivación y de la necesidad de conectar [...]

LEER CONTENIDO COMPLETO · COMENTARIOS (0)

Experimentos finales

ENTRADAS RECIENTES

- Una propuesta para motivar
- Experimentos finales
- El móvil en clase de física
- Bebidas como recurso didáctico.
- Física y Mitología

COMENTARIOS RECIENTES

- M.J. Santos en El móvil en clase de física

Fig. 6. Blog de Jorge Martín
(<https://diarium.usal.es/jmartingar/>), estudiante del MUPES

Con esta actividad se trata de involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, darles oportunidades para desarrollar ideas y difundirlas a sus compañeros y al público general.

Se realizan procesos de coevaluación, en que todos los estudiantes participan en la evaluación de los trabajos de sus compañeros. Para ello se ha confeccionado una rúbrica que presenta diversos contenidos y habilidades que deben ser tenidos en cuenta, junto con el peso de cada uno de ellos. Es importante que el alumnado cuente de antemano con los criterios de evaluación que marcarán su calificación en la defensa de su trabajo y que conozcan

en todo momento las habilidades y conocimientos que van a ser evaluados. La participación en la rúbrica es otro aspecto que incluye la calificación final. De esta forma, los estudiantes prestan atención a sus errores y a la manera de mejorar el estudio al comparar su trabajo con los de sus compañeros.

Conclusiones

En las actividades propuestas se incluyen varias que necesitan de dominio de TICs. La experiencia indica que los alumnos actuales no tienen dificultades en el uso de las TIC. Sin embargo, sí les resulta más difícil comunicar eficientemente sus experiencias. La orientación sobre los aspectos más importantes del tema y su organización supone la parte más laboriosa en el trabajo del profesor.

Realizando trabajo cooperativo los estudiantes del MUPES han reconocido que la incorporación de la metodología colaborativa en el proceso de enseñanza respecto a los métodos de enseñanza tradicional requiere una gran dedicación por parte del docente. Por una parte, la preparación del trabajo experimental, las tareas y su corrección, por otra, el diseño y orientación de los trabajos asignados a los grupos. Sin embargo, el trabajo es motivador por ser creativo y su aplicación da lugar a nuevas ideas. Además, los resultados indican que se consiguen, con bastante eficacia, los objetivos planteados.

La evaluación por parte de los estudiantes del MUPES tanto de los contenidos trabajados como la metodología para afrontarlos ha sido muy positiva, como se muestra en la tabla 1 en la que se recogen algunos de los aspectos planteados y la valoración (1 calificación mínima y 5 máxima). Lo que pone de manifiesto la importancia del aprendizaje activo y la realización de experiencias en la formación de los futuros docentes de Física y Química.

Tabla 1. Aspectos planteados para la evaluación de “Didáctica en la Especialidad de Física y Química” y la valoración (1 calificación mínima y 5 máxima) de los estudiantes del curso 2017/18 del MUPES					
CUESTIONES	1	2	3	4	5
Valora la temática abordada en la asignatura	0	0	0	0	100%
Valora la visita a la Depuradora	0	0	0	40%	60%
Valora la actividad de laboratorio	0	0	0	0	100%
Valora los experimentos realizados (mecánica, fluidos, etc.)	0	0	0	0	100%
Valora la actividad “Uso del móvil en clase de Física”	0	0	0	0	100%
¿En qué medida la metodología utilizada ha contribuido al aprendizaje?	0	0	0	16.7%	83.3%
¿Piensas que los contenidos abordados en la asignatura serán útiles en tu práctica docente?	0	0	0	0	100%
Valora los trabajos que has de realizar durante las tres semanas que se desarrolla la actividad, en cuanto a su interés y dificultad	0	0	0	33.3%	66.7%
Valora los trabajos que has de realizar durante las tres semanas que se desarrolla la actividad, en cuanto a la cantidad	0	0	0	0	100%
El trabajo final que tienes que hacer en esta asignatura: la presentación de una experiencia ¿consideras que es apropiado a la formación que se supone debéis recibir?	0	0	0	0	100%
¿Consideras interesante y útil la elaboración de un blog (“portfolio de aprendizaje”) en el que quede recogido, de algún modo, la asignatura?	0	0	0	33.3%	66.7%

Bibliografía

- Antón, A. P., Santos, M. J., Merchán, M. D., & Prieto, C. (2016). Betting on innovation and experiments. In Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality ACM, 839-845.
- Gabel, D., (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical education*, 76(4), 548.
- Hanson, D., Wolfskill, T., (2000). Process workshops - A new model for instruction, *J. Chem. Educ.*, 77, 120-130.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of educational research*, 52(2), 201-217.
- Oliver-Hoyo, M. T., Alconchel, F., & Pinto, G. (2011). Metodologías activas para el aprendizaje de la Física: un caso de hidrostática para su introducción en la práctica docente. *Revista Española de Física*, 26(1).
- Oliver-Hoyo, M.T., Allen, D.D., (2005). Attitudinal effects of a student-centered active learning environment, *J. Chem. Educ.*, 82, 944-949.
- Oliver-Hoyo, M.T., Allen, D.D., (2004). Effects of an active environment: teaching innovations at a research I institution, *J. Chem. Educ.*, 81, 441-448.
- Prieto, C., Santos, M.J., Hernández-Encinas, A., Merchán, M.D., Rodríguez-Puebla, C., Queiruga-Dios, A. (2016) Dispositivos móviles como instrumentos para la adquisición de competencias en materias de Ciencias, VI Jornada de Innovación Docente de la Universidad de Valladolid "Los Universos Docentes" Valladolid, 7-11 ISBN: 978-84-608-7351-8.
- Velasco, S., del Mazo, A. y Santos, M.J., (2012) *Experimenta. 60 experimentos con materiales sencillos* (Editado por la Fundación 3CIN/Instituto ECYT, Salamanca), pp. 135.