

APLICACIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO ALTERNATIVO A LA ASIGNATURA DE FISCOQUÍMICA

Elia María Grueso Molina¹, Rafael Prado-Gotor¹, Pilar Pérez-Tejeda¹

¹ Departamento de Química Física, Facultad de Química, Universidad de Sevilla. C/Profesor García González, s/n, 41012. Sevilla (España). * Correspondencia: e-mail: elia@us.es

Resumen

Introducción:

En los últimos años se han venido detectando fuertes deficiencias tanto en la asimilación de los contenidos como en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Asignatura de Fiscoquímica del Grado en Farmacia. Por tanto, resulta necesario abandonar el modelo didáctico tradicional, basado en clases magistrales, y adoptar un nuevo modelo en el que se fomente el aprendizaje autónomo del alumno. Para ello se ha llevado a cabo una reflexión crítica y profunda sobre cuáles eran los contenidos más importantes de la asignatura y su jerarquización, así como la secuencia de actividades y preguntas clave necesarias para trabajarlos. Para evaluar los resultados de la experiencia docente se elaboró un programa de evaluación basado en el empleo de cuestionarios.

Objetivos:

Desarrollo y puesta a punto de una metodología docente alternativa y de un procedimiento de evaluación del aprendizaje del alumnado de la asignatura de Fiscoquímica del Grado en Farmacia.

Metodología:

Como herramientas de evaluación se emplearon idénticos cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente, así como el diario del profesor. Los resultados de los cuestionarios fueron clasificados en modelos de pensamiento y representados atendiendo a su complejidad en escaleras de aprendizaje.

Conclusiones:

La clasificación de los resultados de los cuestionarios inicial y final, en modelos de pensamiento, mostró una evolución global positiva del aprendizaje del alumnado. Además, la aplicación de esta metodología docente mostró una mejora en la participación del alumnado (71.4% del total de alumnos matriculados), así como un incremento en porcentaje de aprobados (93.3% de los presentados).

Palabras clave: metodología, innovación, evaluación, situaciones de aprendizaje.

1 INTRODUCCIÓN

En la Universidad se está tratando de introducir un cambio profundo en el modelo metodológico de enseñanza. Esto es, con la finalidad de convertir el proceso de enseñanza-aprendizaje en algo participativo, activo y dinámico, donde el estudiante sea el que lleve las riendas de su propio aprendizaje. La aplicación de este nuevo modelo con éxito requiere una reflexión previa del profesor sobre su práctica docente y su modelo didáctico personal. Este modelo debe ser coherente en sí, siendo importante como fluyen y se relacionan entre sí los bloques de contenido, la metodología y evaluación (véase Fig. 1).

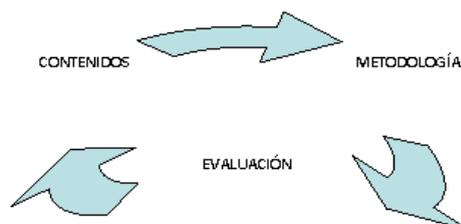


Figura 1. Modelo esquemático que pone de manifiesto la relación entre los diferentes bloques que constituyen el modelo metodológico personal: metodología, contenidos y evaluación.

Como decía Aristóteles, “la inteligencia no consiste sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos a la práctica”. En los últimos 20 años se ha producido más información que en los 5000 años anteriores [1]. En la actualidad existe un acceso fácil y rápido a la información y múltiples contextos de aprendizaje. Es por ello que el profesor debe reflexionar sobre cuáles son los contenidos organizadores o “grandes ideas integradoras” que ayudan a explicar los diferentes aspectos de la temática de estudio [2]. Todos los contenidos no pueden enseñarse, sino más bien aquellos que dan sentido y permiten valorar el resto. Por otra parte, el hecho de que los contenidos cambien constantemente en ciencia hace necesario fomentar el aprendizaje autónomo del alumno, objetivo fundamental del Espacio Europeo de Educación Superior [3]. Los conceptos no adquieren un significado profundo hasta que no se encuentran enmarcados y relacionados en una “red de conceptos”, de ahí la importancia de la realización de mapas conceptuales [4]. Así, el conocimiento se organiza o estructura en forma de patrones o sistemas de ideas que se configuran en nuestra mente y que nos permiten conocer o anticipar como va a ser la realidad con pocos datos. Estas nuevas directrices requieren un complejo proceso de enseñanza-aprendizaje y una ruptura con los sistemas tradicionales de enseñanza.

A pesar de que es clara la voluntad del profesor de querer enseñar una serie de conceptos, debemos preguntarnos si lo conseguimos de forma adecuada. El elevado porcentaje de fracaso del alumnado en la asignatura de Fisicoquímica del Grado en Farmacia es otro ejemplo más de que a pesar de enseñamos, los alumnos no aprenden. Diversos estudios han demostrado la importancia de las concepciones iniciales de los alumnos [5]. En general, los conocimientos iniciales de los alumnos son lógicos y coherentes con la evidencia y al mismo tiempo son muy contradictorios respecto al conocimiento científico, por ello la consecución del aprendizaje significativo del alumno es dificultosa. Así, de acuerdo con la teoría de Vigotsky, en la zona de desarrollo próximo (ZDP) existen varios niveles: (1) NDR, nivel de desarrollo real, en el cual el alumno aprende por sí solo, y (2) NDP, nivel de desarrollo potencial, en el cual necesita la colaboración y ayuda de otras personas [6]. Para poder situarnos en estos niveles de desarrollo la metodología docente debe enfocarse más bien hacia la formulación de problemas y/o preguntas clave en vez de presentar a los alumnos las respuestas [7].

De acuerdo con todo ello, en esta investigación docente se ha diseñado una secuencia de actividades adecuada para que los alumnos cambien sus esquemas de pensamiento iniciales y construyan por sí mismo un mapa de ideas más próximo al que el profesor diseña previamente. Este estudio se centra, fundamentalmente, en los resultados que los alumnos obtuvieron a una serie de preguntas clave, antes y después de aplicar una nueva metodología docente más participativa, dinámica, reflexiva y crítica. La evaluación, en este caso, debe entenderse como un sistema para mejorar la práctica docente del profesor y el grado de aprendizaje del alumno. El análisis de los resultados se ha llevado a cabo mediante el estudio comparativo de cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente y la clasificación de las respuestas de los alumnos en modelos de pensamiento.

1.1. Antecedentes y contexto educativo.

Para comprender mejor esta experiencia docente es necesario hacer una pequeña síntesis sobre los antecedentes y el contexto en el cual se desarrolla. Este estudio fue dirigido a estudiantes de la asignatura de Fisicoquímica, de carácter teórico-práctica de primer curso del Grado en Farmacia, que realizaron sus estudios durante el curso 2013/2014. En los últimos años, el porcentaje de fracaso en esta asignatura ha sido de alrededor de un 60%. La mayoría de los alumnos de este estudio provenían del bachiller de Ciencias de la Salud (72% del total), y el resto habían cursado la asignatura previamente en una o varias ocasiones. El número de alumnos que participaron en las diferentes actividades de evaluación fue variable, siendo el límite superior de 67 y el inferior de 37.

2 METODOLOGÍA

Se emplearon idénticos cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente durante el desarrollo de las clases teóricas de la Asignatura de Fisicoquímica. Los cuestionarios fueron diseñados en base a problemas y/o preguntas clave que fueron trabajadas durante el desarrollo de la clase. Los resultados de los cuestionarios fueron clasificados en modelos de pensamiento y representados atendiendo a su complejidad en escaleras de aprendizaje.

3 RESULTADOS

Los resultados del presente estudio se basan en las respuestas de los alumnos a diversas cuestiones o preguntas realizadas al principio y al final de cada tema. En la Tabla 1, se recogen

algunas de las cuestiones seleccionadas correspondientes a cada tema que han sido analizadas en este trabajo.

TABLA 1. Preguntas clave recogidas en los cuestionarios inicial y final.

TEMA	PREGUNTAS CLAVE
LEYES DE LA TERMODINÁMICA	1. Verdadero o Falso. Razone su respuesta. (a) El cambio de entropía de un mol de gas A y 3 moles del mismo gas a P y T constante es siempre positivo. b) A tu juicio cuales crees que son la o las consecuencias fundamentales de la primera, segunda y tercera ley de la termodinámica?
CAMBIOS ENERGÉTICOS	2. Desde tu punto de vista ¿Cuáles crees que son las funciones termodinámicas principales para estudiar cualquier tipo de proceso fisicoquímico?
DISOLUCIONES IDEALES Y REALES	3. Un minero que trabaja a 500 m de profundidad bajo la superficie en una mina tomó una bebida carbonatada durante su comida. Para su sorpresa, en la mina, la bebida parecía muy quieta, pero después a medida que subía a la superficie empezaron a aparecer burbujas. ¿A qué cree que es debido este fenómeno? Razone su respuesta y relaciónela con la presión parcial del carbonato. 4. La disolución del oxígeno en el agua es poco significativa, sin embargo en la sangre la solubilidad es mayor debido a que están presentes moléculas como la hemoglobina. ¿Con qué cree que está relacionado este comportamiento? Razone su respuesta en base a la fracción molar del oxígeno y la presión parcial del O ₂ en el agua o en la sangre.
DIAGRAMAS DE FASES	5. Una disolución líquida de dos sustancias nunca congelará en toda su extensión a una temperatura única.
PROPIEDADES MOLARES PARCIALES	6. Suponga que mezcla un volumen de agua pura de 100 ml con 75 ml de etanol y obtiene una disolución de ambos componentes. ¿Qué diría del volumen total de la disolución? Justifique su respuesta.

A continuación se detallan los resultados del cuestionario inicial y final, correspondientes a las diferentes preguntas clave recogidas en la Tabla 1, cuantificados en forma de porcentajes. A su vez, los resultados se clasifican en modelos de pensamiento del alumno según su complejidad y grado de aproximación a la realidad. Se denota mayor complejidad cuando vamos del modelo D al A.

TABLA 2. Clasificación de los resultados de la pregunta 1a en modelos de pensamiento.

MODELO	DESCRIPCIÓN	Nº RESPUESTAS (%) CUESTIONARIO INICIAL	Nº RESPUESTAS (%) CUESTIONARIO FINAL
A	Sabe que al tratarse del mismo gas $\Delta S = 0$.	0 (0%)	22 (32.8%)
B	Falso, la entropía del sistema puede ser igual a cero.	8 (13.0%)	5 (7.5%)
C	Verdadero (aumenta nº de moles gaseosos; ΔS nunca puede disminuir; ΔS proporcional a la probabilidad).	27 (43.5%)	30 (44.8%)
D	No sabe, no contesta	27 (43.5%)	10 (14.9%)

TABLA 3. Clasificación de los resultados de la pregunta 1b en modelos de pensamiento.

MODELO	DESCRIPCIÓN	Nº RESPUESTAS (%) CUESTIONARIO INICIAL	Nº RESPUESTAS (%) CUESTIONARIO FINAL
A	Es capaz de extraer conclusiones de forma adecuada de las tres leyes de la termodinámica	0 (0%)	30 (44.8%)
B	Tiene problemas para comprender alguna/as de las leyes	0 (0%)	15 (22.4%)
C	Tan sólo expresa las leyes en fórmulas matemáticas	1 (1.6%)	1 (1.6%)
D	No sabe/no contesta	61 (98.4%)	21 (31.3%)

Las Tablas 2 y 3 recogen, a modo de ejemplo, los resultados correspondientes a las preguntas 1a y 1b que aparecen en la Tabla 1. Respecto a las preguntas clave número 2 y 3, los resultados fueron clasificados en 5 modelos de pensamiento diferentes (del E al A). En el caso de la pregunta 2, el número de alumnos que respondieron al cuestionario inicial fue de 64, mientras que al cuestionario final contestaron 67 alumnos. El modelo E incluye las respuestas en blanco. Un 4.7% de las respuestas de los alumnos se ajustaron a este modelo en el cuestionario inicial y un 0% de las respuestas en el final. Avanzando hacia modelos más complejos, en el modelo D el alumno confunde variables de estado con funciones termodinámicas principales, quedando alguna de estas sin nombrar. Para este modelo, se obtuvieron un 28.1% de respuestas en el cuestionario inicial, y un 0% en el final. El modelo C, en este caso, implica un salto pequeño en la escalera de aprendizaje (véase Figura 2) ya que es un modelo idéntico al D con la diferencia de que el alumno identifica en este todas las funciones termodinámicas principales. Así, un 39.1% de los alumnos presentaron respuestas en el cuestionario inicial que se ajustaban a este modelo, y tan sólo un 10.4% en el final. Por otra parte, es de destacar como los modelos A y B suponen un cambio más positivo en el aprendizaje del alumno, ya que en estos el alumno es capaz de diferenciar entre variables de estado y funciones termodinámicas principales. Sin embargo, en el modelo B, la función energía libre de Helmholtz no era nombrada. Un 10.9% de los alumnos contestaron en el cuestionario inicial según el modelo B y un 17.2% según el modelo A. En cambio, en el cuestionario final, un 7.5% contestó de acuerdo con el modelo B y un 82.1% contestó según el modelo A, lo cual es significativo. Este elevado porcentaje de respuestas correctas (modelo A) denota una evolución muy positiva de la clase como puede verse más claramente en la Figura 2.

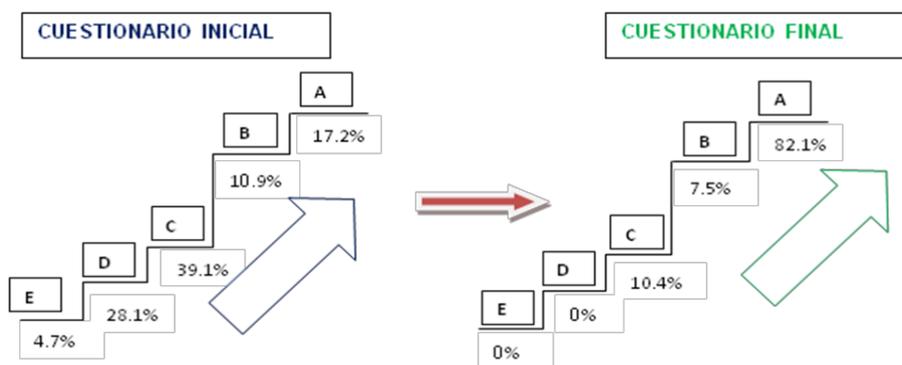


Figura 2. Resultados del cuestionario inicial y final, expresados en porcentajes, correspondientes a la pregunta 2 de la Tabla 1.

Los resultados correspondientes a la pregunta 3 de la Tabla 1 pueden clasificarse en 5 modelos diferentes. El número de alumnos que respondieron al cuestionario inicial fue de 37, mientras que al final contestaron 57. De nuevo el modelo E incluye las respuestas en blanco a la pregunta 3; en el modelo D, el alumno aún no relaciona la solubilidad del carbonato con la presión; en el C el alumno ya da cuenta de esta relación; en el modelo B el estudiante relaciona correctamente la presión parcial del gas con su solubilidad; y finalmente, en el modelo A relaciona esta dependencia con la ley de Henry. En el caso del cuestionario inicial, los porcentajes de respuestas correspondientes a cada modelo en la pregunta 3 fueron: A (0%), B (35.2%), C (40.5%), D (10.8%) y E (13.5%). Por otra parte, para el cuestionario final se encontró: A (52.3%), B (31.6%), C (8.8%), D (7.0%), E (0%).

Los resultados de las preguntas 4 y 5 de la Tabla 1 pueden clasificarse en 4 modelos, respectivamente. Así, en ambos casos, el modelo D corresponde a las preguntas en blanco. En el caso de la pregunta 4, en el modelo C el alumno no ve aún la relación entre la presión y las fuerzas intermoleculares entre las moléculas, en el B el alumno da cuenta de esta relación de forma incorrecta y, en el A comprende esta relación de forma satisfactoria. El número total de alumnos que respondieron al cuestionario inicial y final fue el mismo que en el caso de la pregunta 3. El porcentaje de respuestas en el cuestionario inicial fue de: A (8.1%), B (67.6%), C (5.4%), D (18.9%). El porcentaje en el caso del cuestionario final fue de: A (70.2%), B (21.1%) C (8.8%) y D (0%). Por su parte, en pregunta 5 participaron 48 alumnos en el cuestionario inicial y 51 en el final. En el modelo C el alumno piensa que cada sustancia debe congelarse a una temperatura única y que esta temperatura depende de la presión de trabajo, en el B el alumno conoce que existe algún caso en que la disolución puede congelarse en toda su extensión, y, finalmente, en el modelo A el estudiante identifica este punto con el punto eutéctico en el diagrama de fases sólido-líquido. El

porcentaje de respuestas satisfactorias a cada modelo en el cuestionario inicial fue de: A (15.7%), B (5.9%), C (62.7%) y D (15.7%). En cambio en el cuestionario final se obtuvo: A (58.3 %), B (16.7%), C (25%) y D (0%).

Finalmente, a la pregunta 6 contestaron 52 alumnos en el cuestionario inicial y final, y tan solo 3 modelos (del C al A) fueron suficientes para clasificar las respuestas de estos. En el modelo C el alumno piensa que los volúmenes son aditivos, en el B el alumno conoce que el volumen de una disolución real no es aditivo, y, finalmente, en el modelo A el estudiante razona el por qué no es aditivo y relaciona el volumen de la disolución con los volúmenes molares parciales de los componentes (fuerzas intermoleculares, tamaño y forma). El porcentaje de respuestas para cada modelo en el cuestionario inicial fue de: A (0%), B (40.4%), y C (59.6%). En cambio en el cuestionario final se obtuvo: A (67.3 %), B (28.8%), y C (3.9%).

4 CONCLUSIONES

Analizando los resultados de los cuestionarios inicial y final, los alumnos presentaron un promedio de un 5.9% de respuestas correctas en el cuestionario inicial, mientras que se registró un 58.3% de respuestas correctas para el final, lo cual es significativo. Teniendo en cuenta que el porcentaje de alumnos que repetían la asignatura fue de un 28% del total de los mismos, es claro que el porcentaje de respuestas correctas en el cuestionario inicial de cada tema resulta bastante bajo. En cambio, el elevado porcentaje de respuestas correctas en el cuestionario final, después de haber sido aplicada la nueva metodología docente, indica que el aprendizaje de los alumnos fue bastante significativo, al menos, en un porcentaje elevado de la clase.

Por otra parte, cabe mencionar como los resultados registrados para la pregunta clave número 2, que ayudó a clarificar la diferencia entre las funciones termodinámicas principales y las distintas variables termodinámicas, fueron los más positivos (abarcando un 82.1% de las respuestas correctas tipo A). En cambio, es de destacar como las preguntas que implicaban una mayor capacidad de reflexión y/o profundización en los contenidos (preguntas 1a, 1b) por parte del alumno fueron las que proporcionaron un porcentaje de respuestas del tipo A mucho menor. Este tipo de preguntas de tipo abierta y reflexiva suponen comprender, asimilar y interrelacionar los distintos conceptos desarrollados en los diferentes temas, lo cual sigue suponiendo un reto para el alumno. Sin embargo, a pesar de que aún se observan deficiencias en la capacidad de razonamiento de los estudiantes, se han observado mejorías bastante notables en el nivel de aprendizaje de la clase. Así, aunque algunos alumnos no hubiesen alcanzado el nivel A en el cuestionario final, se ha observado cómo sus respuestas alcanzaron posiciones más elevadas en la escalera de aprendizaje, avanzando estas hacia modelos más complejos y cercanos a la realidad física. Una prueba clara de ello es como el porcentaje de respuestas en los modelos que ocupan las posiciones más bajas en la escalera (E, D o C) va disminuyendo al pasar del cuestionario inicial al final.

REFERENCIAS

- [1] Feito R. De las Competencias Básicas al Currículum Integrado. Revista Curriculum 23, 55-79 (2010).
- [2] Wynne, H. Evaluar la Alfabetización Científica en el Programa de la OECD para la Evaluación Internacional de Estudiantes (Pisa). Enseñanza de las Ciencias 20 (2), 209-216 (2002).
- [3] Cabero, J. Aprendizaje Autónomo. Edutec. Revista electrónica de Tecnología Educativa 20, 1-34 (2006).
- [4] Novak, J. D. Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept, maps as facilitative tools in schools and corporations. Journal of e-Learning and Knowledge Society 6 (3), 21-30 (2010).
- [5] Ausubel, D P.; Novak, J D. & Hanesian, H. Psicología educativa: un punto de vista cognitivo. México, Editorial Trillas. Traducción al español, de Mario Sandoval P., 2ª Ed. (1983).
- [6] Vygotsky, L. S. Mind in Society. Cambridge, MA: Harvard University Press. Vygotsky, L. S. (1978). Pensamiento y lenguaje. Madrid: Paidós. (1978).
- [7] Bain, J. Lo que hacen los mejores profesores universitarios. Publicaciones de la Universidad de Valencia, Barcelona. (2007).