

Aplicación de la evaluación formativa, como una forma para mejorar el aprendizaje de los alumnos

The formative evaluation, as a way for improving the students level of achievement

Cosme Zamorano Romero¹ y Joaquín Palacios Alquisira^{2*}

Resumen

Este trabajo investiga el efecto de la evaluación formativa en el rendimiento escolar; y como puede aplicarse para la mejora en el aprendizaje de los alumnos. Se comparan las diferencias del grupo experimental antes y después de la aplicación de la evaluación formativa, y las diferencias entre el grupo de control y el grupo experimental, usando el valor *d* de Cohen para mostrar como la evaluación formativa afecta las calificaciones finales de los alumnos. Los datos utilizados se tomaron de evaluaciones escritas en los temas de procesos y ciclos termodinámicos, realizadas a grupos del primer curso de la carrera de ingeniería química, para comparar los resultados pre/post test con grupo de control. De los resultados observados se puede concluir que el uso de la evaluación formativa mejora el aprendizaje de los alumnos, comparado con el grupo de control.

Palabras clave: evaluación formativa; evaluación; didáctica del profesor.

Abstract

This paper investigates the effect of formative evaluation procedures on level of achievement and how they are applied to improve the students learning. To this end, it used Cohen's *d* to show how the formative evaluation affected students' post scores on a test, where the differences in treatment group before and after applying the formative evaluation and the differences between control and treatment groups are compared. The data used were taken from tests of processes and cycles thermodynamics conducted to groups of the first chemical engineering courses to compare pre/posttest with control group. From the observed results, it can be concluded that the formative evaluation significantly increased students' school achievement compared to the control group.

Keywords : formative evaluation; evaluation; general teaching methodology.

CÓMO CITAR:

Zamorano Romero, C., y Palacios Alquisira, J. (2024, octubre-diciembre). Aplicación de la evaluación formativa como una forma para mejorar el aprendizaje de los alumnos. *Educación Química*, 35(4). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.4.85523>

¹ Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE), IPN.

² Facultad de Química, UNAM.

Introducción

La gran cantidad de planes y programas de estudio, de educación media superior en nuestro país, resulta en una heterogeneidad de los conocimientos básicos en cada uno de los alumnos de nuevo ingreso al nivel superior. La elaboración de una planeación didáctica que cumpla con las expectativas de cada alumno se basa en los objetivos que se esperan alcanzar al finalizar el curso; pero, para cada alumno puede resultar insuficiente cuando los conocimientos básicos, realmente adquiridos, que necesita para formar el nuevo conocimiento no están anclados en su memoria. Lo anterior se convierte en una barrera de la comunicación entre el profesor y el alumno cuando se desarrolla un tema que requiere de conocimientos previos, lo que es común en los primeros semestres del nivel superior. El cómo eliminar esta barrera es el principal reto para cada docente que está comprometido con su profesión; y la evaluación formativa puede ser una alternativa para superarla.

“El repensar la visión de la evaluación dominante y a conocer nuevas prácticas orientadas a que la que apliquemos resulte realmente útil para aprender a todos los estudiantes. Pero, si no cambia la evaluación, no cambia nada en profundidad. Los docentes tenemos que profundizar en lo que realmente motiva a los estudiantes para esforzarse por aprender y pasar de la cultura del cumplimiento a la cultura de la confianza; esta idea muestra la importancia de centrarnos en una evaluación formativa, que se caracteriza por promover el crecimiento; es decir, ir avanzando de forma que cada aprendiz, desde sus características personales, encuentre como hacerlo con ayuda de las personas de su entorno, docentes, compañeros, familiares..., y descubra el placer que comporta aprender. En este camino, normalmente complejo y con momentos de desánimo, los acompañantes son determinantes, y no hay duda de que los docentes somos piezas clave: centrarnos en dar más retroalimentación y menos notas. De hecho, la actividad menos gratificante que llevamos a cabo los docentes es la que llamamos corregir, y no nos gusta porque nos ocupa muchas horas y no percibimos que sea útil más allá de decidir una nota; sin una evaluación que facilite reconocer las dificultades y encontrar caminos para superarlas, no hay aprendizaje” Neus Sanmartí (Morales, 2022).

No es lo mismo evaluación que calificación. Consideremos la evaluación como un proceso basado en obtener información, sea por medio de instrumentos escritos o no escritos; analizar esa información y emitir un juicio sobre ella, tomando decisiones sobre el juicio emitido. Cuando se tiene que traducir esas valoraciones acerca del aprendizaje del alumnado a términos cuantitativos (un 8 sobre 10), estaremos hablando de calificación (Sanmartí, 2007).

John Hattie (2017), define la evaluación formativa como la información que obtenemos los docentes y que permite cerrar la brecha entre el aprendizaje actual y el aprendizaje objetivo de un alumno. Esta información promueve la reflexión sobre el progreso realizado y, de esta manera, permite avanzar hacia ese criterio.

La evaluación formativa puede transformar de manera fundamental la manera de enseñar del profesor, dando como resultado el aumento en la puntuación de los alumnos en los exámenes oficiales. Existen cuatro niveles diferenciados y complementarios de evaluación formativa: los ajustes en la didáctica del profesor, los ajustes en las técnicas de aprendizaje de los alumnos, el cambio en el clima del aula y la implementación en todo el centro educativo. El nivel 1, que ayuda a los profesores a la evaluación correcta de las

evidencias; una herramienta que si se utiliza de manera efectiva puede proporcionar información para realizar los ajustes en la didáctica de sus actividades actuales y futuras (Popham, 2013).

Un sistema de clasificación de los medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje que tenga en consideración al alumnado y su participación en el proceso de evaluación es: a) Los medios de evaluación son todas y cada una de las producciones del alumnado que el profesor puede obtener, ver y/o escuchar, y que sirve para demostrar lo que los alumnos han aprendido a lo largo de un proceso determinado; b) Las técnicas de evaluación son las estrategias que el profesorado utiliza para obtener información acerca de las producciones y evidencias creadas por el alumnado (de los medios); c) Los instrumentos de evaluación son las herramientas que tanto el profesorado como el alumnado utilizan para plasmar de manera organizada la información obtenida mediante una determinada técnica de evaluación (Hamodi et al, 2015).

La evaluación formativa monitoriza la comprensión de los alumnos durante las clases para responder en consecuencia; y consta de tres pasos: la obtención de evidencias, el análisis de estas y la toma de decisión. Las evidencias deben responder a la naturaleza de lo que se está evaluando, a veces, la fiabilidad de una evidencia depende de si se ajusta parcial o totalmente al objetivo. La validez de una evaluación se relaciona con lo que pretende evaluar; es decir, si el resultado de la evaluación permite inferir el objetivo descrito en esta misma evaluación. La validez no es una propiedad de los instrumentos, sino de las inferencias. El foco no está en lo bien o mal que lo hizo en esa prueba, sino en la medida en que podamos inferir lo que ha aprendido en función de lo que ha realizado en la prueba. Los docentes nunca podemos saber lo que hay en la memoria a largo plazo; lo que si podemos saber es lo bien que recupera la información de su memoria, a través de sus acciones; es decir, necesitamos saber lo bien que evoca lo que sabe y lo aplica a una situación real o ficticia. En definitiva: de los resultados de una prueba queremos sacar conclusiones sobre aprendizajes que no necesariamente están en las pruebas, sino que se infieren de ellas (Morales et al, 2022).

Este estudio se realiza con estudiantes del primer semestre de la carrera de Ingeniería Química Industrial en el área de Termodinámica Básica, con una metodología para investigar empíricamente la eficacia de enseñar conceptos básicos de Termodinámica (procesos y ciclos termodinámicos con gases ideales) a través de utilizar la evaluación formativa.

Metodología de la investigación

El diseño de la investigación se ajusta a un diseño pre-test y post-test con grupo de control (Santana, 2015). La aplicación de la evaluación formativa al grupo experimental tiene lugar entre ambas evaluaciones.

Participantes

El grupo experimental está formado por 27 estudiantes (nueve mujeres, dieciocho hombres) del primer curso de Termodinámica Básica de la carrera de Ingeniería Química Industrial. El grupo de control está formado por 27 estudiantes (trece mujeres, catorce hombres) de los mismos estudios que el grupo experimental. El profesor de Termodinámica

Básica de ambos grupos actuó como aplicador de la evaluación formativa en cada grupo experimental y del instrumento de evaluación a todos los grupos, que son grupos naturales de estudiantes, semejantes entre sí y seleccionados al azar entre los grupos disponibles.

Instrumentos

Los medios, técnicas e instrumentos que utilizamos para nuestro estudio son: Medios, Trabajo escrito y pregunta de clase; Técnicas, Análisis de producciones (revisión de trabajos personales) y evaluación compartida (mediante una entrevista individual o grupal entre el docente y los alumnos); Instrumentos, diario del profesor y escala numérica. Fueron tomados de Hamodi et al (2015) que presenta un listado de medios, técnicas e instrumentos obtenidos en su revisión de la literatura especializada en español en función del marco conceptual que propone. Además del instrumento de evaluación, es el examen oficial.

Los medios de evaluación aplicados para medir la eficacia de la evaluación formativa, para mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los procesos y ciclos termodinámicos con gases ideales, son cuantitativos y cualitativos. En este estudio se presentan los resultados obtenidos en el examen oficial (post-test) realizado a los grupos. El modelo de respuesta escrita pide a quien responda el examen planteado, que desarrolle cada uno de los puntos solicitados. El examen oficial se basa en un diseño general y bases comunes realizado por la Academia de Fisicoquímica Básica.

El análisis de la mejora se realiza aplicando el Valor del efecto de Cohen (Maher et al, 2013), llamada así por el estadístico Jacob Cohen, que mide la fuerza relativa de las diferencias entre las medias de dos poblaciones basadas en datos de muestra. El valor calculado del efecto se compara con los estándares de Cohen: a) <0.2, pequeño; b) 0.5, medio y c) 0.8, grande.

La “d” de Cohen es la medida de la diferencia entre dos medias divididas por la desviación estándar agrupada:

$$d = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{S_{agrupada}} \quad (1)$$

Donde:

X_1 = media inicial

X_2 = media final

$S_{agrupada}$ = desviación estándar agrupada

Para el cálculo de desviación estándar agrupada:

$$S_{agrupada} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2)$$

Donde:

$S_{agrupada}$ = desviación estándar agrupada

n_1 = elementos de la muestra inicial

n_2 = elementos de la muestra final

S_1^2 = desviación estándar muestra inicial al cuadrado

S_2^2 = desviación estándar muestra final al cuadrado

Procedimiento

El profesor prepara y aplica el instrumento de evaluación (procesos y ciclos termodinámicos) a los grupos (Figura 1).

El proceso de implementación cuasi-experimental pre-test/post-test tiene tres fases: a) evaluación inicial; b) la aplicación de la evaluación formativa y c) una evaluación final, usando el mismo instrumento de evaluación inicial. Los alumnos son ciegos a la experimentación y el profesor no trata en clase las cuestiones de evaluación. Los tiempos entre pre-test y post-test son largos para medir efectos significativos de la enseñanza. Los grupos de control no reciben el tratamiento experimental.

El proceso de implementación de la evaluación formativa se realiza sólo en el nivel 1, que ayuda a los profesores a la evaluación correcta de las evidencias; una herramienta que si se utiliza de manera efectiva puede proporcionar información para realizar los ajustes en la didáctica de sus actividades actuales y futuras (Popham, 2013).

El grupo de control utilizó la metodología tradicional de la escuela, mientras el grupo experimental se le realizó la intervención aplicando la evaluación formativa, para determinar su nivel de conocimiento al inicio del curso se les aplicó una prueba pre-test. Finalmente, se aplicó una prueba post-test a ambos grupos para comparar los resultados de la implementación con los resultados de los grupos de control.

Los medios, técnicas e instrumentos que fueron utilizados en los grupos experimentales son:

a) Medios, trabajo escrito y preguntas en clase:

1. Presentación de la parte teórica del tema por parte del profesor.
2. Aplicación de la teoría en la realización de un ejercicio de ciclos termodinámicos, obteniendo el trabajo y el calor total del ciclo para determinar el tipo de máquina que representa.
3. Realización, por parte de los alumnos, en clase de un ejercicio de ciclos termodinámicos con un grado de dificultad semejante al presentado por el profesor.
4. Después de 5 minutos de haber iniciada la elaboración de la respuesta por parte de los alumnos, el profesor realiza un recorrido para verificar si existen alumnos que no pueden iniciar la elaboración de la respuesta.
5. Cuando el profesor encuentra a uno o más alumnos que no han iniciado la respuesta al ejercicio, pide que todos los alumnos detengan su actividad, para realizar ese ejercicio en el pizarrón y el o los alumnos que no habían iniciado la respuesta realizan preguntas acerca de sus dudas.
6. Una vez aclaradas las dudas de los alumnos y después de haber copiado la respuesta correcta, los alumnos inician la realización de otro ejercicio. Esta secuencia se repite desde el punto 3, hasta que todos los alumnos inician la respuesta sin dudas, cada uno a su propio ritmo.
7. Realización de tarea por parte de los alumnos, cada alumno recibe un ejercicio en particular, diferente al de sus compañeros de grupo para cada tema tratado en el

salón de clases; con el análisis de las necesidades de cada alumno se puede ajustar la didáctica en el desarrollo de ejercicios con mayor grado de dificultad.

b) Técnicas, análisis de producciones (revisión de trabajos personales) y evaluación compartida (mediante una entrevista individual o grupal entre el docente y los alumnos):

1. Revisión de cada ejercicio de tarea en particular para identificar las necesidades de cada alumno, en caso de que la respuesta al ejercicio no sea la correcta se da retroalimentación de forma escrita para que puedan realizar una segunda entrega con las correcciones necesarias. Con esta información se ajusta la didáctica en el desarrollo de ejercicios con mayor grado de dificultad para que los alumnos puedan acceder al conocimiento de cada tema visto en clase. En la figura 2, se muestra un ejemplo de un ejercicio extraclase.

FIGURA 1. Cuestionario pre-test utilizado es este trabajo.

Evaluación diagnóstica (pre-test)

1. Una máquina frigorífica de Carnot opera entre las temperaturas 65°C y -5°C , si el trabajo neto que entra a la máquina es de 600 kJ de trabajo, determinar:

- a) El coeficiente de realización de la máquina
- b) El calor de la zona de baja energía.
- c) El calor de la zona de alta energía.
- d) El cambio de entropía total.

Valor 2 puntos

2. Se tiene un sistema el cual contiene 3.2 kg de oxígeno como sustancia de trabajo, se encuentra inicialmente a una presión de 200 bar y una temperatura de 800 K, el cual se somete a una serie de procesos hasta formar un ciclo. Primero, sufre un proceso alcanzando una presión de 10 bar, después mediante un proceso adiabático alcanza la mitad de la presión inicial, para finalmente completar el ciclo con un proceso isocórico. Determinar:

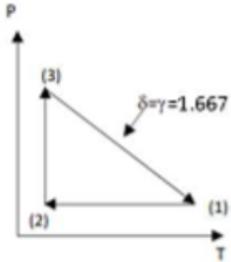
- a) Los valores P, V y T de cada estado.
- b) El nombre completo de cada uno de los procesos.
- c) Los valores: Q, W, ΔU , ΔH y ΔS para cada proceso y para el ciclo completo.
- d) La eficiencia térmica o el coeficiente de realización según sea el caso.
- e) La representación del ciclo en el diagrama V-T.

Valor 7 puntos

3. El ciclo del diagrama corresponde a una máquina _____ la cual trabaja con un gas _____.
¿Qué estado tiene mayor temperatura?

El valor del calor del proceso de 1 a 2 es igual al valor de _____.

El valor del calor del proceso de 2 a 3 es igual al valor de _____.



Valor 1 punto

2. Se realiza una evaluación compartida individual con el alumno para ayudar en la comprensión del tema. Esto incluye la explicación de temas que le fueron presentados en el nivel medio superior de matemáticas, física y química.

c) Instrumentos, diario del profesor y escala numérica:

1. Después de cada revisión, en caso de que la respuesta al ejercicio no sea la correcta, cada alumno corregirá su trabajo hasta que no requiera de correcciones.

2. Se utiliza una escala numérica entre 10 para la evaluación de cada ejercicio como una forma de monitorear avance de cada alumno y el profesor registra en su diario o bitácora.

Resultados y Discusión

De los 54 alumnos que participaron en esta investigación, y que realizaron el instrumento de evaluación pre-test: En la primera sección que se refiere a una máquina de Carnot; 43 alumnos contestaron esta sección, 31 utilizaron las temperaturas en $^{\circ}\text{C}$ para calcular el coeficiente de realización, 12 calcularon la eficiencia en lugar del coeficiente de realización.

En la segunda sección que se refiere a un ciclo termodinámico: De 46 alumnos que contestaron esta sección; 6 alumnos escribieron los nombres completos correctamente y 40 los escribieron incompletos; 15 alumnos usaron correctamente las fórmulas para procesos con gases ideales, mientras que 31 tuvieron dificultades con los despejes de las fórmulas.

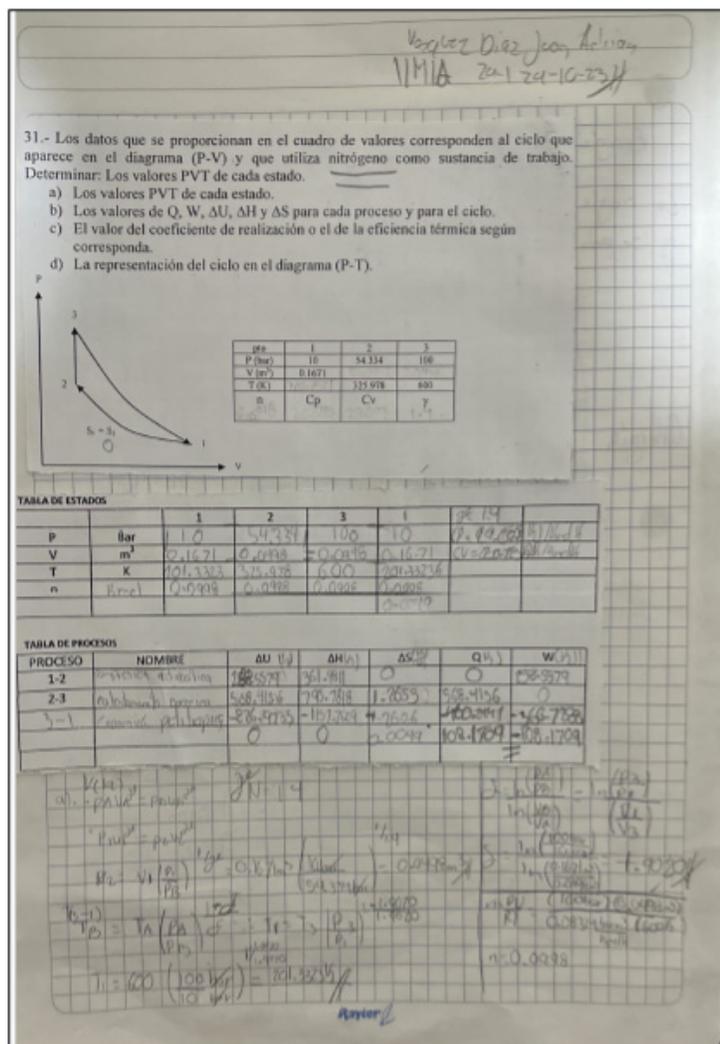


FIGURA 2. Ejemplo de un ejercicio extraclase para el tema procesos y ciclos termodinámicos.

En la tercera sección que refiere a identificar procesos usando un diagrama P-T: 45 alumnos contestaron esta sección; 12 alumnos escribieron como tipo de máquina térmica, 22 alumnos escribieron máquina frigorífica, 5 alumnos identificaron la máquina como calorífica, 3 alumnos escribieron máquina de Carnot y 3 alumnos escribieron máquina de vapor; 23 alumnos no identificaron el tipo de gas, 13 alumnos escribieron gas natural, 9 alumnos escribieron gas ideal.

El objetivo de esta investigación es evaluar la mejora de la comprensión en el tema de procesos y ciclos termodinámicos de los estudiantes, comparando la variación de las puntuaciones obtenidas por medio de los instrumentos de evaluación aplicados.

En la tabla 1 y 2 se muestran los valores de las medidas de tendencia central, media y desviación estándar obtenidos para el pre-test y post-test para el grupo de control y el grupo experimental:

TABLA 1. Valores de media y desviación estándar para el grupo experimental y control al iniciar el estudio (pre-test).

	Experimental	Control
Media	3.37	3.00
Desviación estándar	2.33	2.35
Observaciones	27	27

TABLA 2. Valores de media y desviación estándar para el grupo experimental y control al finalizar el estudio (post-test).

	Experimental	Control
Media	6.33	4.85
Desviación estándar	2.38	2.42
Observaciones	27	27

El análisis de mejora en la comprensión de los procesos y ciclos termodinámicos se realiza aplicando el Valor del efecto de Cohen: en primer lugar, se comparan las diferencias del grupo experimental entre antes y después de la aplicación de la evaluación formativa y, en segundo lugar, las diferencias entre el grupo de control y el grupo experimental.

Las diferencias del grupo experimental entre antes y después de la aplicación de la evaluación formativa, el Valor del efecto de Cohen es de 1.25, lo cual indica, según la escala de Cohen, las diferencias entre antes y después de la enseñanza son positivas y representan un efecto grande para el grupo experimental.

La comparación de las diferencias de mejora entre el grupo control y el grupo experimental es otro criterio efectivo para valorar el impacto de la aplicación de la evaluación formativa, el Valor del efecto de Cohen es de 0.61, que muestra un efecto medio.

Un último análisis podría plantearse en los términos: según los resultados logrados al final del proceso de aprendizaje (promedios post test), el grupo experimental obtiene mejores puntuaciones medias finales que el grupo de control; esto indica que el grupo experimental, al final, logra una comprensión del tema de procesos y ciclos termodinámicos con gases ideales.

Conclusiones

La magnitud de la mejora del grupo experimental es clara, un Valor de efecto de Cohen grande, y además permite identificar que la evaluación correcta de las evidencias obtenidas y el ajuste en la didáctica de la enseñanza ayuda a mejorar la comprensión de los estudiantes.

La fortaleza de la mejora final del grupo experimental, comparado con el grupo control, es que el promedio de la puntuación final en el examen oficial es aprobatoria.

Referencias

Hamodi, C. López, V. y López, A. (2015), *Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior*. Perfiles Educativos. Vol. 37, No 147. 2015, pp. 146-161. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2015.147.47271>

Hattie, J. (2017): *Aprendizaje visible para profesores*. Madrid: Ediciones Paraninfo.

Maher, J. Markey, J. and Ebert-May, D. (2013), *The Other Half of the Story: Effect Size Analysis in Quantitative Research*. CBE Life Sciences Education. Vol. 12, 2013, pp. 345-351.

Morales, M. Fernández, J. y Sanmartí, N. (2022): *La evaluación formativa. Estrategias eficaces para regular el aprendizaje*. Madrid: Ediciones SM.

Popham, W. (2013): *Evaluación trans-formativa. El poder transformador de la evaluación formativa*. Madrid: Narcea de Ediciones.

Sanmartí, N. (2007): *10 ideas clave: evaluar para aprender*. Madrid: Graó.

Santana, I. (2015), *Diseño cuasi-experimental (pre test/post test) aplicado a la implementación de Tics en el grado de Inglés elemental: Caso Universidad Tecnológica de Santiago Recinto Santo Domingo en el cuatrimestre Mayo-Agosto 2015-2*. República Dominicana: Universidad Autónoma de Santo Domingo.