

The Teaching of Change Related Strategies Using the Five Keys to Formative Assessment

Julio Barzola Montes, MSc.¹, Carlos Briones Galarza, MSc.¹, Jorge Flores Herrera, MSc.¹

¹Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, jbarzolam@ulvr.edu.ec cbrionesg@ulvr.edu.ec jfloresh@ulvr.edu.ec

Abstract– The purpose of this study was to improve learning related reasons for change using the five key strategies for formative assessment. Participated in this study 38 students from Civil Engineering that are registered in a course in differential and integral calculus with ages ranging between 18 and 19 years. The issue considered was the change related reasons. The procedure for teaching reasons related change is shown below:

- 1) Present students with a problem of change related so that work it out in pairs using the five key strategies for formative assessment.*
- 2) Strengthen the topic of change related by solving the problem using a strategy of resolution and providing the respective feedback.*
- 3) Administer the test to measure knowledge.*

The results show that the implementation of the five key strategies improves student learning and the key points are the use of formative assessment, informative feedback and peer collaboration.

Keywords— five key, formative assessment, teaching, change, strategy.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.137>

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

13th LACCEI Annual International Conference: “Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?”
July 29-31, 2015, Santo Domingo, Dominican Republic

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.137>

La Enseñanza De Las Razones De Cambio Relacionadas Usando Las Cinco Estrategias Claves Para La Evaluación Formativa

Julio Barzola Montes, MSc^{1,2}, Carlos Briones Galarza, MSc¹, Jorge Flores Herrera, MSc¹

¹Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil

²Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

jbarzola@ulvr.edu.ec cbrionesg@ulvr.edu.ec jfloresh@ulvr.edu.ec

RESUMEN

El propósito de este estudio fue mejorar el aprendizaje de las razones de cambio relacionadas utilizando las cinco estrategias claves para la evaluación formativa. Participaron en esta investigación 38 estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil que están registrados en un curso de Cálculo Diferencial e Integral con edades comprendidas entre los 18 y 19 años. El tema considerado fue las razones de cambio relacionadas. El procedimiento para la enseñanza de las razones de cambio relacionadas se muestra a continuación: (1) Presentar a los estudiantes un problema de razones de cambio relacionadas para que lo resuelvan en parejas aplicando las cinco estrategias claves para la evaluación formativa. (2) Consolidar el tópico de razones de cambio relacionadas resolviendo el problema utilizando una estrategia de resolución y proveyendo la retroalimentación respectiva. (3) Administrar la prueba para medir los conocimientos. Los resultados muestran que la aplicación de las cinco estrategias claves mejora el aprendizaje de los estudiantes y los puntos clave son el uso de la evaluación formativa y la retroalimentación informativa y la colaboración entre pares.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudiantes registrados en los cursos de Calculo Diferencial e Integral que ofrecen las carreras de ingeniería de una universidad privada ecuatoriana, tienen concepciones alternativas que dificultan el aprendizaje de Algebra y Precálculo [1]. A pesar de que el curso de Calculo Diferencial e Integral tiene como prerrequisito el curso de Precálculo, de acuerdo con [2] los estudiantes que han aprobado el curso de Precálculo tienen bajas calificaciones en el curso de Calculo Diferencial e Integral.

Los problemas de razones de cambio relacionadas no solo involucran el dominio de las matemáticas sino también el dominio de la ciencia en la cual se inscribe el problema (física, química y biología) y eso también pone un problema porque el estudiante no puede integrar el dominio que abarca el problema con el dominio de la matemática. [3]

Según [4] cuando a los estudiantes se les presenta un problema que contiene la tabla de datos de la altura y el tiempo y además, el gráfico de la variación de la altura con el tiempo y se les indica que el agua fluye a una razón constante. Cuando se les pide que calculen la razón de cambio en un determinado tiempo ellos indican que la razón de cambio es el valor de la altura en el punto solicitado. Los estudiantes tampoco distinguen la diferencia entre razón de cambio promedio en un intervalo y razón de cambio en un punto.

Por lo tanto, el propósito de este estudio es mejorar el aprendizaje de las razones de cambio relacionadas utilizando las cinco estrategias claves para la evaluación formativa.

1.1 Estrategias de resolución de problemas

De acuerdo con [5] un problema consiste de las especificaciones de un estado inicial y la indicación de un estado final. Para encontrar la solución del problema se requiere llevar el problema del estado inicial al estado final mediante un determinado procedimiento. Entonces, la solución de un problema consiste en la determinación e implementación de un procedimiento para llegar al estado final deseado.

Las razones de cambio relacionadas son una aplicación del cálculo diferencial en diversas áreas del conocimiento, tales como: física, química, biología, etc. Esta aplicación involucra el proceso de resolución de problemas y por lo tanto en primer lugar se requiere que los estudiantes comprendan el problema, es decir determinen que es lo que conocen y que es lo que desconocen; en segundo lugar formulen un plan para encontrar la solución al problema, en este momento el estudiante debe activar su conocimiento previo para determinar los principios científicos y matemáticos para aplicarlos a la resolución del problema; en tercer lugar el estudiante aplica el plan diseñado para resolver el problema y finalmente en cuarto lugar evalúa la solución a razón de los resultados obtenidos. [6]

1.2 Evaluación formativa

La organización Evaluación Formativa para Profesores y Estudiantes (FAST, por sus siglas en inglés) Colaboración Estatal sobre Evaluación y Estándares para Estudiantes

(SCASS, por sus siglas en inglés) propone la siguiente definición:

La evaluación formativa es un proceso usado por profesores y estudiantes durante la instrucción, que brinda retroalimentación para ajustar en el camino el proceso enseñanza aprendizaje, para mejorar el aprovechamiento de los estudiantes de acuerdo con los objetivos instruccionales propuestos. [7]

La evaluación formativa permite a los profesores hacer seguimiento de los conocimientos habilidades, aptitudes y destrezas de los estudiantes, tener evidencias de los procesos de razonamiento y resolución de problemas: dar información acerca de la habilidad de los estudiantes para trabajar con otros, comunicar sus ideas de manera escrita u oral y demostrar valores éticos y morales. [8]

La evaluación formativa ejerce un efecto positivo en la motivación de los estudiantes, la motivación extrínseca se presenta cuando ellos sienten la presión externa de estudiar para prepararse para la evaluación. La motivación intrínseca se presenta cuando ellos se interesan por la materia, como resultado de prepararse para la evaluación. Por medio de la evaluación formativa y de la correspondiente retroalimentación los estudiantes toman conciencia de su propio aprendizaje. Finalmente la evaluación formativa es una herramienta para el aprendizaje de procesos y productos, ya que ella influye en la forma como aprende y que es lo que aprende. [9]

Para evaluar el aprendizaje de los estudiantes utilizando la evaluación para el aprendizaje se pueden usar diferentes formas de conducir la evaluación, tales como proyectos de los estudiantes, diálogos entre los estudiantes, observaciones de la clase, trabajos escritos, deberes. [10]

1.3 Las cinco estrategias claves para la evaluación formativa

El *Educational Testing Service* (ETS) creó el programa *Keeping Learning on Track* (KLT) el cual contiene una teoría de acción sobre la evaluación formativa. Esta teoría tiene cinco estrategias basadas en el trabajo de Black y William [11]. Las estrategias son generales e independientes de una asignatura en particular. Esta propuesta está relacionada con el aprendizaje a través de la interacción social de Lev Vygotsky. [12]

1.3.1. Precisar y compartir las intenciones de aprendizaje y el criterio de éxito. El propósito de esta estrategia es compartir con los estudiantes el objetivo de la actividad (resolución de problema) y presentar el problema. Es importante aclarar que ellos deben tener los prerrequisitos (conceptos y

procedimientos) para resolver el problema y además no han resuelto problemas similares. [12]

1.3.2. Activar a los estudiantes como dueños de su propio aprendizaje. El propósito de esta estrategia es que los estudiantes piensen y razonen sobre el problema propuesto y noten que el aprendizaje es personal [12]

1.3.3. Activar a los estudiantes como recurso educativo para otro estudiante. El propósito de esta estrategia es que a través del proceso de colaboración los estudiantes en parejas intercambien ideas sobre el problema propuesto y que el compañero que conoce más enseñe al que conoce menos. [12]

1.3.4. Dirigir discusiones eficaces, formular preguntas y tareas que produzcan evidencia de aprendizaje. El propósito de esta estrategia es generar evidencia del aprendizaje a través de problemas que presenten un reto para los estudiantes. [12]

1.3.5. Proporcionar retroalimentación que promueva el aprendizaje. El propósito de esta actividad es informar al estudiante sobre su desempeño y que al mismo tiempo anime a su aprendizaje. [12]

Tabla 1.
Roles del profesor, compañero y estudiante

	Estado final del estudiante	Estado inicial del estudiante	Trayectoria de aprendizaje
Profesor	Precisar y compartir las intenciones de aprendizaje y el criterio de éxito	Dirigir discusiones eficaces, formular preguntas y tareas que produzcan evidencia del aprendizaje	Proporcionar retroalimentación que promueva el aprendizaje
Compañero		Activar a los estudiantes como recurso educativo para otro estudiante.	
Estudiante		Activar a los estudiantes como dueños de su propio aprendizaje	

Fuente: Dylan William

En la Tabla 1 se presentan las cinco estrategias claves para la evaluación formativa en función de los roles del profesor, compañero y estudiante y en términos del estado final, estado inicial y trayectoria de aprendizaje de los estudiantes. [13]

Los profesores que: determinan el nivel de aprendizaje inicial de los estudiantes; identifican el nivel de aprendizaje final de

los estudiantes; planifican cuidadosamente la trayectoria de aprendizaje de los estudiantes; implementan la trayectoria de aprendizaje; revisan el desempeño de los estudiantes de acuerdo al caso; aplican ajustes a la trayectoria de aprendizaje cuando las condiciones lo permiten pueden considerarse como profesores de excelencia.

1.4 Teoría cultural histórica de Vygotsky

La zona de desarrollo próximo (ZPD, por sus siglas en inglés) forma parte de la teoría socio cultural histórica de Vygotsky, la cual explica como el desarrollo de la actividad intelectual está influenciado por la cultura en la cual se desenvuelve el individuo. [14]

La zona de desarrollo próximo:

Es la distancia entre la zona actual de desarrollo determinada por la resolución de un problema de manera independiente y el nivel de desarrollo potencial determinado por la resolución de un problema bajo la supervisión de un adulto o en colaboración con compañeros más capaces. [15]

Además, [15] considera que la enseñanza juega un papel muy importante en la zona de desarrollo próximo ya que los procesos internos son estimulados por la instrucción. Es decir, lo interpersonal con el uso de las herramientas se transforma en intrapersonal. Por lo tanto, la zona de desarrollo próximo puede estar ocupada por las herramientas físicas y culturales, así como también por las personas. [16]

Ejemplo de una estrategia basada en el trabajo de Vygotsky es la de [16] quienes propusieron una estrategia pedagógica donde un profesor o un adulto más avanzado ayuda a otro estudiante a realizar una tarea que él no puede ejecutar por sí solo.

1.5 Hipótesis

La Hipótesis de investigación H_1 : La diferencia entre la media de la prueba de salida y la media de la prueba de entrada en la aplicación de las razones de cambio relacionadas es mayor que cero.

La Hipótesis nula H_0 : La diferencia entre la media de la prueba de salida y de la media de la prueba de entrada en la aplicación de las razones de cambio relacionadas es igual a cero.

2. MÉTODO

2.1 Sujetos

Los sujetos fueron 38 estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil que están registrados en un curso de Calculo Diferencial

e Integral, sus edades están comprendidas entre los 19 y 37 años.

2.2 Tareas y Materiales Instruccionales

La asignatura fue Calculo Diferencial y la unidad bajo estudio fue la derivada y el tema considerado fue razones de cambio relacionadas.

2.3 Procedimiento

El procedimiento para la enseñanza de las razones de cambio relacionadas se muestra a continuación: (1) Presentar a los estudiantes un problema de razones de cambio relacionadas para que lo resuelvan en parejas aplicando las cinco estrategias claves para la evaluación formativa. (2) Consolidar el tópico de razones de cambio relacionadas resolviendo el problema utilizando una estrategia de resolución y proveyendo la retroalimentación respectiva. (3) Administrar la prueba para medir los conocimientos.

2.4 Análisis de datos

En el análisis de los datos se utilizó la prueba t emparejada con un nivel de significación de 0,05.

3. RESULTADOS

3.1 Hipótesis 1

En la Tabla 1 se muestran el número de estudiantes, la media y la desviación estándar de las prueba de entrada y de salida administrada a los estudiantes.

Tabla 1.
Datos estadísticos de las pruebas de entrada y de salida

Pruebas	Número	Media	Desviación Estándar
Entrada	38	0	0
Salida	38	4,263	1,7061

La prueba t emparejada dio un valor de $t = 14,9254$ con 37 grados de libertad y un valor de $p < 0,00001$. Por lo tanto se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

4. DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que la aplicación de la evaluación formativa en el aprendizaje de las razones de cambio relacionadas mejora el aprendizaje de los estudiantes.

La primera razón es que los estudiantes individualmente o en grupo participan activamente para lograr el aprendizaje

apoyados por sus compañeros y el profesor (Boud & Falchikov, 2005). Esta situación los hace independientes y a confiar en ellos mismos.

La segunda razón es la colaboración que ocurre cuando los estudiantes resuelven el problema que se traduce en comunicación y cooperación.

La tercera razón es que el aprendizaje se vuelve significativo por la retroalimentación que se brinda durante y después del proceso de resolución de problemas.

Las limitaciones de este estudio son que no se realizó una comparación utilizando grupo experimental y de control y que además, el grupo de estudiantes era intacto, es decir no fue seleccionado aleatoriamente.

Los resultados de este estudio están de acuerdo con otros estudios que han demostrado que la evaluación formativa es una herramienta del aprendizaje y que la colaboración entre estudiantes para resolver problema es otro factor importante en el aprendizaje.

Este estudio tiene más de valor práctico que valor teórico, ya que esta experiencia se puede replicar en los salones de clase.

Es importante que los profesores en el salón de clases promuevan la evaluación formativa porque no solo advierte del progreso de los estudiantes sino que también indica de qué manera el profesor está llevando la instrucción.

REFERENCIAS

- [1] Agustin, M. & Agustin, M. Algebra and Precalculus skills and performance in first-semester calculus. *International Journal of Case Method Research & Application*. 21(3), 232-236, 2009.
- [2] Sonnert, G & Sadler, P. The impact of taking a college pre-calculus course on students' college calculus performance. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 45(8), 1188-1207, 2014
- [3] Bing, T & Redish, E. The cognitive blending of mathematics and physics knowledge. Proceedings of the Physics education Research Conference, Syracuse, NY, 2007.
- [4] Orton, A. Students' understanding of differentiation. *Educational Studies in Mathematics*. 14(3), 235-250, 1983.
- [5] Reif, F. *Applying cognitive science to Education: thinking and learning in scientific and other complex domain*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2008.
- [6] Polya, G. *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1957.
- [7] McManus, S. Attributes of effective formative assessment. Washington, DC: Council for Chief State School Officers. Recuperado de <http://www.ccsso.org/publications/details.cfm?PublicationID=362>, 2008.
- [8] Hammerman, E. *Formative assessment strategies for enhanced learning in science*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2008.
- [9] Weurlander, M., Södeberg, M., Scheja, M. & Wemerson, A. Exploring formative assessment as a tool for learning: students' experience of different methods of formative assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 37(6), 747-760, 2012.
- [10] Pellegrino, J. Assessment as a positive influence on 21st century teaching and learning: A systems approach to progress. *Psicología Educativa*. 20(2), 65-77, 2014
- [11] Black, P. & William, D. Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*. 21(1), 5-31
- [12] Bennett, R. Formative assessment: a critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy, & Practice*. 18(1), 5-25, 2011.
- [13] Honeycutt M. Sold! Math Design Collaborative.
- [14] William, D.. The role of assessment in driving standards. IFS Residential Conference Cambridge UK. 2009.
- [15] Vygotsky, L. *Thought and language*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1986.
- [16] Vygotsky, L. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [17] Star, S. L. Working together: Symbolic interactionism, activity theory, and information systems. En Yrjö Engeström y David Middleton. Editores. Cognition and communication at work. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1998.
- [18] Wood, D., Bruner, J. & Ross, G. The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 17(2), 89-100, 1976.