



## Teoría Cultural Histórica y la evaluación formativa en la conceptualización de la viscosidad

Marco Varas Flores, Jorge Flores Herrera

<sup>a</sup>Universidad de Guayaquil

<sup>b</sup>Universidad Laica Vicente Rocafuerte

### ARTICLE INFO

**Received:** 21 Sept 2013

**Accepted:** 1 Jan 2014

**Keywords:**

Viscosidad dinámica,  
Viscosidad cinemática,  
Teoría Cultural Histórica,  
Evaluación formativa,  
Constructivismo.

**E-mail addresses:**

mvarasfs@yahoo.es  
jfloresh@ulvr.edu.ec

© 2014 Institute of Science Education.

All rights reserved

### ABSTRACT

El propósito de este estudio fue mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes en el aprendizaje del tema viscosidad, utilizando la Teoría Cultural Histórica de Vigotsky y la Evaluación Formativa. Participaron 27 estudiantes, 11 mujeres y 16 varones, entre 20 y 24 años, del cuarto semestre, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, de la Universidad de Guayaquil. El capítulo está ligado a la profesión de la ingeniería civil en el área de obras hidráulicas y sanitarias. La asignatura es Hidráulica I y la unidad es sobre las propiedades de los fluidos. El procedimiento fue el siguiente: (1) Se receptó la prueba de entrada a los estudiantes; (2) Se presentó a los estudiantes la tarea de la viscosidad (3) Se receptó la prueba de salida. La prueba t emparejada dio un valor de  $t = 6,55$  con  $df = 29$  significativo a un valor de  $p < 0.00001$ . Los resultados muestran que los estudiantes mejoraron su desempeño, demostrando con esto, que la aplicación del constructivismo social y la evaluación formativa es fundamental en estos resultados.

The purpose of this study was to improve the conceptual understanding of students in relation to the learning of viscosity, using the Cultural and Historical Vigotsky Theory and the formative assessment. This chapter has relation to the practices and professional of the civil engineering. In this research involved 27 students, 11 women and 16 men, whose 20 and 24, the fourth semester, the School of Civil Engineering, Faculty of Mathematics and Physics Sciences, University of Guayaquil. This subject is Hydraulic I and the Unit under study is the properties of fluid and the topic was the Viscosity. The procedure was: 1, Entrance Test Students. 2, we presented the information and task about viscosity. 3, Output test Students. The paired t test gave a value of  $t = 6.55$  with  $df = 29$ , significant at  $p < 0.00001$ . The results showed that students improve and enhance their performance and development, demonstrating that the application of social constructivism and formative assessment are essential crucial in these results.

### I.- INTRODUCCIÓN

La hidráulica es una parte de la mecánica de fluidos, es una ciencia experimental y conlleva una fuerte carga conceptual. Es una de las áreas más abstractas de modelización y representación mental. Conceptos de fuerzas sobre superficies planas sumergidas, flotabilidad, tensión superficial, compresibilidad, peso específico, líneas de corriente, número de Reynolds, flujo laminar, turbulento o de transición, coeficiente de fricción, rugosidad relativa, densidad absoluta y relativa, peso específico, capilaridad, viscosidad, entre muchos otros más, son temas que los estudiantes, a veces no logran conceptualizar, impidiéndose con esto la resolución de problemas.

Visualizar la fuerza de flotación, la de fricción cuando un cuerpo se introduce en un fluido, o las fuerzas que actúan, por ejemplo, sobre las paredes o el piso dentro una piscina o en el fondo del mar, es una tarea difícil de interpretar en la vida diaria. Dibujarlas en un papel, teniendo las nociones básicas, no es tarea difícil, si se utiliza una

escala de referencia, ya que, se pueden graficar, en magnitud y dirección. Si pudiéramos ver estas fuerzas, por ejemplo, dentro de la piscina, sería como ver millones de flechas afiladas apuntando hacia todos lados.

Los estudiantes no interpretan o diferencian los términos densidad y viscosidad. En ciertos casos, no saben qué sustancia es más viscosa o más densa, por ejemplo, la leche o la crema (1). Confunden o piensan que la crema es más densa o más viscosa que la leche; interpretan que los materiales más viscosos son más densos o más pesados que los menos viscosos. Tienen concepciones alternativas o conceptos no adecuados del tema.

A esto se debe agregar que el método de clases, en la mayoría de los casos, es la enseñanza tradicional, repetitiva y memorística, en la cual se enfoca solo en direccionar, o seguir una línea según un procedimiento establecido, para enfrentar y resolver problemas (2); sin embargo, los estudiantes, e incluso los docentes, llevan o tienen concepciones alternativas, o preconcepciones que perduran, incluso hasta la finalización del curso.

Es de vital importancia la aplicación de un método o procedimiento en el cual, el estudiante se apropie de las bases conceptuales, a través del trabajo compartido con otro compañero o con el docente; a su vez, que se utilice la evaluación formativa, antes que la sumativa, para lograr un mejor aprendizaje.

El objetivo de este trabajo fue entonces mejorar el aprendizaje en la conceptualización sobre la viscosidad, a través de la teoría cultural histórica de Vygotsky (3) y la evaluación formativa.

## **I.1 Evaluación**

La evaluación es inherente al proceso de la enseñanza-aprendizaje. Esta visualiza el nivel que los estudiantes alcanzan como resultado de aprendizaje. Puede ser sumativa o formativa.

La evaluación sumativa se mide como el resultado final del proceso de aprendizaje y evidencia el desempeño de los estudiantes.

La evaluación formativa se la define como:

Las actividades realizadas por los docentes y los estudiantes para evaluarse ellos mismos, las cuales proporcionan información para que, a través de la retroalimentación, se modifique el proceso de aprendizaje y enseñanza. La evaluación es “evaluación formativa” cuando las evidencias son utilizadas para adaptar la enseñanza a una que satisfaga sus necesidades. (Black & William, 1998) Se define a la evaluación formativa como un proceso sistemático y continuo que hace visible el pensamiento de los estudiantes y que provee información tanto al profesor como al estudiante. Al profesor le indica el desarrollo de la instrucción, y al estudiante, el avance o su adelanto en el curso o asignatura. Es relevante que los estudiantes sean evaluados formativamente y después sean evaluados sumativamente, de esta manera ellos pueden practicar los conocimientos nuevos y cometer errores sin el riesgo de obtener bajas calificaciones (Driscoll & Wood, 2007).

## **I.2 La teoría cultural-histórica de Vygotsky**

La relación del profesor con el estudiante, según Vygotsky (4), en la teoría cultural-histórica, es la de ser el mediador en el desarrollo de, lo que él llama, la zona de desarrollo próximo. Para esto, indica que el medio social es la escuela donde se desarrollan las funciones mentales superiores. Es decir, el ser humano se desarrolla cuando participa con su entorno social y cultural, en un ambiente tripartito: estudiante-maestro-comunidad (Mejías, 2012).

Para la resolución de problemas inherentes al área de hidráulica, en este caso de la presente investigación, es importante que los estudiantes adquieran o se apropien de conceptos básicos primordiales. En virtud de esta necesidad es vital que los profesores motiven a sus estudiantes al trabajo en equipo, tanto en lectura comprensiva como en exposiciones orales.

La zona de desarrollo próximo, se asocia al trabajo comunitario, en la cual los estudiantes con mejores predisposiciones comparten con otros sus habilidades y conocimientos. Vygotsky define a esta zona como la distancia entre el desarrollo actual determinado por la resolución independiente del problema y el desarrollo potencial

determinado por la resolución del problema guiado bajo la supervisión del profesor o de un compañero de clase (Shepard, 2000).

### I.3 Viscosidad

En este tema se describe la naturaleza física de la viscosidad, dinámica y cinemática, los fluidos newtonianos y no newtonianos, fluidos dependientes del tiempo y no dependientes del tiempo. El indicador más visible de la viscosidad de un fluido es la facilidad con la que fluye o se deforma. Es así que, por ejemplo, cuando caminamos al aire libre, podemos hacerlo con facilidad, no así tanto como dentro del agua, la cual tiene una viscosidad aproximada de 50 veces mayor, y aún más difícil en un aceite cualquiera, con viscosidades superior al agua.

La viscosidad determina la velocidad de deformación del fluido cuando aplicamos un esfuerzo cortante.

A medida que un fluido se mueve, dentro de él se desarrolla un esfuerzo cortante, cuya magnitud depende de la viscosidad (5).

Se define como esfuerzo cortante como la fuerza que se requiere para que una unidad de área de una sustancia se deslice sobre otra, medido en unidades  $\text{N/m}^2$  (Pa) o  $\text{lb/pie}^2$ . En fluidos diferentes la magnitud del esfuerzo cortante es directamente proporcional al cambio de velocidad entre las posiciones diferentes del fluido.

La Figura (1) muestra el cambio de velocidad en un fluido con el esquema de una capa delgada de fluido entre dos superficies, una de las cuales es estacionaria, en tanto que la otra está en movimiento. La condición fundamental, cuando un fluido real está en contacto con una superficie de frontera, es que el fluido que está en contacto, tenga la misma velocidad que ésta.

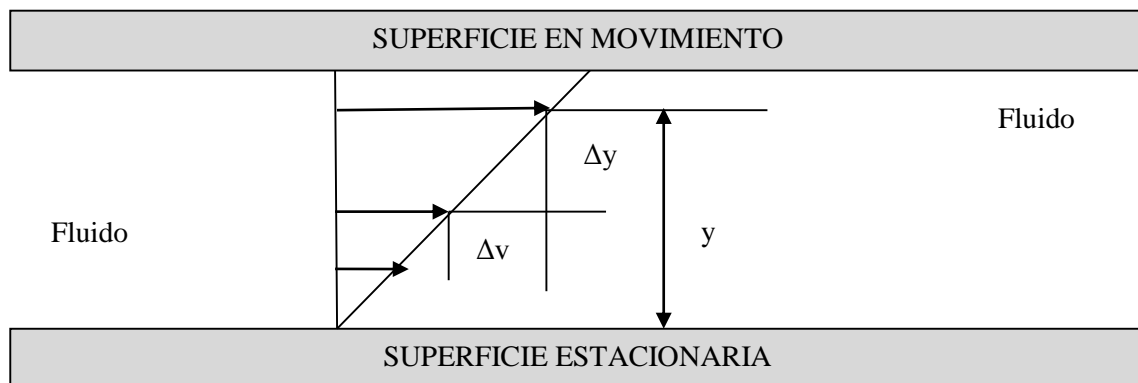


FIGURA 1. Cambio de la velocidad en un fluido

- Fluido newtoniano.- la viscosidad del fluido no depende del gradiente de velocidad, sino de las condiciones del fluido, especialmente de la temperatura: agua, aceite, gasolina, alcohol, keroseno, benceno, glicerina.
- Fluido no newtoniano.- La viscosidad de un fluido no newtoniano depende del gradiente de velocidad además de las condiciones del fluido. Existen los fluidos no newtonianos dependientes del tiempo y no dependientes del tiempo.
- Fluidos tixotrópicos o pseudoplásticos.- Son aquellos en los que la resistencia a la deformación disminuye al aumentar el esfuerzo cortante: plasma sanguíneo, polietileno fundido, látex, almíbares, adhesivos, melazas y tintas.
- Fluidos dilatantes.- La resistencia a la deformación aumenta al aumentar el esfuerzo cortante: almidón de maíz, etilenglicol, almidón de maíz, dióxido de titanio.
- Fluidos Bingham.- Se requiere un esfuerzo finito antes de empezar a fluir: chocolate, salsa cátsup, mostaza, pasta de dientes, pintura, asfalto, ciertas grasas y suspensiones de agua y ceniza o fango de drenaje, (6).

#### **I.4 Concepciones alternativas comunes**

Las concepciones alternativas son modelos o teorías equivocadas que se presentan en la mente de los estudiantes y que obstaculizan el aprendizaje. A continuación, se presenta un listado, de acuerdo con Clavijo, Ángel, Paris (2006) las concepciones alternativas en relación al tema viscosidad, más comunes (7):

Que la viscosidad es equivalente a tener un fluido muy denso, pegajoso y no la relacionan con la fricción, puesto que la fricción sólo es posible entre objetos sólidos.

Que las fuerzas de arrastre y de sustentación pueden tener orígenes diferentes a las relacionadas con el fenómeno de viscosidad.

Qué para los estudiantes es muy difícil aceptar los efectos de la viscosidad en el análisis de un objeto en movimiento dentro de un fluido, o un fluido en movimiento dentro de un tubo, puesto que para ellos sólo existe viscosidad en el aceite o líquidos con características parecidas; es decir, el aire y el agua carecen de viscosidad.

Por ejemplo, que no actúa el fenómeno de viscosidad para un paracaidista que cae o no hay que tenerla en cuenta en la aerodinámica de un auto de carreras o para un tren bala, o para un avión.

Respecto a un objeto que se mueve dentro de un fluido viscoso: la viscosidad debe influir en la rapidez de un objeto que se mueve dentro de un fluido, pero no entienden cómo.

No imaginan el efecto de la viscosidad en el movimiento de una bola de ping pong en un flujo ascendente.

No relacionan el papel de la viscosidad en la aerodinámica, siendo un tema que los motiva. No relacionan la viscosidad con fenómenos de sustentación o con la velocidad límite.

#### **I.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 conceptualización de la viscosidad 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 conceptualización de la viscosidad es igual a cero.

## **II. MÉTODO**

### **II.1 Sujetos**

Los participantes en la presente investigación fueron estudiantes del cuarto semestre de la Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, de la Universidad de Guayaquil, que asistían a un curso de la asignatura Hidráulica I.

### **II.2 Material de instrucción**

La unidad tratada fue las propiedades y características de los fluidos, específicamente, sobre la viscosidad. El tiempo fue cuatro horas clases; se utilizó la evaluación formativa. La prueba de inicio y la de finalización fue elaborada con 10 enunciados, respondidos como falso o verdadero, respectivamente, con una valoración total de 10 puntos.

### **II.3 Procedimiento**

Previo al desarrollo de la presente investigación, con el objetivo de homogenizar los conocimientos previos de los estudiantes, se les solicitó, en general, que ellos planteen, por grupos de cinco estudiantes, las propiedades de los fluidos, de manera general, a través de exposiciones, para luego:

- (1) Receptar la prueba de inicio a los estudiantes.
- (2) Presentación y tarea del tema viscosidad, para discusión entre pares y una prueba de preguntas para la aplicación de la evaluación formativa.

(3) Receptar prueba de salida.

El tiempo de clases y prueba de inicio y salida fue aproximadamente cuatro horas.

### III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran la estadística de los resultados de la prueba de entrada y de salida.

**TABLA I.** Resultados estadísticos de la prueba de entrada y de salida.

Prueba	Número de Estudiantes	Máxima	Mínima	Rango	Media	Desviación Estándar
Prueba de Entrada	27	8.00	0	8.00	3,82	1,86
Prueba de Salida	27	10	3	7	7	1,71

La prueba t emparejada dio un valor de  $t = 6,55$  con  $df = 52$  a un nivel de significación  $p < 0,00001$ . Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Análisis por estudiante y por enunciado:

**TABLA II** Respuesta de enunciados (prueba inicial y final).

No.	NOMBRE	ENUNCIADOS PRUEBA INICIAL (N I)										ENUNCIADOS PRUEBA FINAL (N F)												
		N I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Estudiante 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	
2	Estudiante 2	4	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	7	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
3	Estudiante 3	5	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
4	Estudiante 4	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
5	Estudiante 5	8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	7	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	
6	Estudiante 6	5	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	7	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	
7	Estudiante 7	3	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	8	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	
8	Estudiante 8	6	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	7	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	
9	Estudiante 9	6	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
10	Estudiante10	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	
11	Estudiante 11	4	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	7	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	
12	Estudiante 12	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
13	Estudiante 13	5	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	6	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	
14	Estudiante 14	4	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
15	Estudiante 15	6	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	5	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	
16	Estudiante 16	4	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
17	Estudiante 17	4	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	8	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	
18	Estudiante 18	5	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	7	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	
19	Estudiante 19	3	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	
20	Estudiante 20	4	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	9	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
21	Estudiante 21	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
22	Estudiante 22	4	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	7	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	
23	Estudiante 23	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	
24	Estudiante 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	
25	Estudiante 25	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	8	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	
26	Estudiante 26	6	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	7	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	
27	Estudiante 27	3	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	<b>PROMEDIO</b>		7	19	9	9	7	12	12	14	12	4		23	20	16	23	13	26	16	18	20	13	
	<b>% DE ACIERTOS</b>	3,81	26	70	33	33	26	44	44	52	44	15	7	85	74	59	85	48	96	59	67	74	48	

Ejemplos:

- El enunciado (1) pasó del 26 al 85%
- El enunciado (2) pasó del 33 al 85%
- El enunciado (6) pasó del 44 al 96%
- El enunciado (9) pasó del 44 al 74%

#### IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia que la aplicación de la evaluación formativa y el constructivismo social mejoraron el rendimiento de los estudiantes (8).

Es importante resaltar que los estudiantes en este proceso aprendieron significativamente, y estuvieron altamente motivados, porque sintieron internamente el progreso alcanzado; además de esto, se comprobó, que al finalizar el semestre, sin previa notificación, a manera de comprobación, fueron evaluados sobre este mismo tópico y la mayoría respondió correctamente (9).

La limitación de esta investigación es que sólo se utilizó un grupo de estudiantes, intacto; es recomendable, más adelante, utilizar un diseño de investigación con un grupo experimental y uno de control, para así poder comparar la efectividad de esta intervención.

Otra limitación es que el grupo no fue seleccionado aleatoriamente, por razones administrativas de la institución.

Se recomienda dictar un taller sobre esta práctica, para que los demás docentes la utilicen.

#### V. REFERENCIAS

Oklahoma State University. *Concept skills development*. Disponible en: [intro.chem.okstate.edu/.../condensedstate/chemcond29.htm](http://intro.chem.okstate.edu/.../condensedstate/chemcond29.htm). Consultado en sep. 2014.

CNIE. *Enseñanza tradicional versus enseñanza por competencias*. Disponible en: [blog.educalab.es/.../ensenanza-tradicional-versus-ensenanza-por-competencias](http://blog.educalab.es/.../ensenanza-tradicional-versus-ensenanza-por-competencias). Consultado en sep. 2014.

Vygotsky, L. (1986). *Thought and language*. Cambridge-MA: The MIT Press.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge-MA: Harvard University Press.

Frank M. White. (2008). *Mecánica de fluidos*. Mc Graw Hill Companies. 6ª ed. Inc., ISBN: 978-84-481-6603-8.

Robert L. Mott. (2006). *Mecánica de fluidos*. 6ª ed. Books.google.com.ec/books/about/Mecánica\_de\_fluidos.html?id.

Clavijo, Ángel, (2006). *Revista Colombiana de Física*, 38(2), 686. [revcolfis.org/publicaciones/vol38\\_2/articulos/pdf/3802685.pdf](http://revcolfis.org/publicaciones/vol38_2/articulos/pdf/3802685.pdf).

Universidad de Valladolid. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1471/1/TFG-B.96.pdf>. Consultado en: Sep. 2014.

Luna Serrano, Edna y Torquemada, Alma Delia. *Los cuestionarios de evaluación de la docencia por los alumnos: balance y perspectivas de su agenda.* [www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607). Consultado en: Sep. 2014.

