

Efecto de una secuencia didáctica basada en los estilos de aprendizaje y el aprendizaje activo en el logro de aprendizaje de cinemática



Oscar Jardey Suárez¹, Cesar Mora²

¹Departamento de Ciencias Naturales y Exactas, Fundación Universidad Autónoma de Colombia, Calle 12B No.4-21 Bogotá – Colombia. 100.

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional, Legaría # 694. Col. Irrigación, CP 11500, Ciudad de México.

E-mail: oscar.suarez@fuac.edu.co

(Recibido el 25 de septiembre de 2018, aceptado el 9 de diciembre 2018)

Resumen

El objetivo es establecer el efecto que una secuencia didáctica de cinemática unidimensional, que incluye informar al grupo de estudiantes aspectos relacionados con sus estrategias de aprendizaje y metacognitivas, tiene en el logro de aprendizaje (desempeño académico). El diseño metodológico consideró pretest y posttest con un grupo control y un grupo experimental. Los instrumentos utilizados son: Metacognition Strategies Learning Query MSLQ-P para el contexto de la física, Kolb Standard Learning Instrumento KLSI y medir logro de aprendizaje físico se diseñó y validó (con pares, expertos y prueba piloto) la prueba relacionada con la cinemática unidimensional. La secuencia didáctica propuesta considera los estilos de aprendizaje de los estudiantes así como su autorregulación. Los resultados muestran que el MSLQ-P, con una confiabilidad corregida de Cronbach de 0.951, se identifica el nivel de autoeficacia como una fortaleza de los estudiantes (arriba del 80%), los estilos de aprendizaje de los estudiantes (mayor tipo 1 y 4) se alejan del que usualmente se presentan los ingenieros (Tipo 3), así mismo la secuencia didáctica que incluyó informar al grupo de estudiantes tuvo efecto positivo y significativo en comparación con el grupo que no fue informado. El estado de desarrollo de la investigación indica que modificar las estrategias de aprendizaje es un factor que, entre múltiples factores, afecta el logro de aprendizaje. El logro académico obtenido por los estudiantes está relacionado positivamente con la participación de la secuencia didáctica.

Palabras clave: Formación de ingenieros, enseñanza de la cinemática, metacognición, logro de aprendizaje, estilo de aprendizaje, estrategias de aprendizaje.

Abstract

The objective of this article is to establish the effect of a didactic sequence of one-dimensional kinematics, which includes informing the group of students about aspects related to their learning strategies and metacognitive, has in the achievement of learning (academic performance). The methodological design considered pretest and posttest. The instruments used are: Metacognition Strategies Learning Query MSLQ for the context of physics, Kolb Standard Learning Instrument KSLI and Measurement Achievement of Physical Learning was designed and validated (with peers, experts and pilot test) test related to one-dimensional kinematics. The results show that the MSLQ-P, with Cronbach's corrected reliability of 0.96, identifies the level of self-efficacy as a strength of students (above 80%), student learning styles (major type 1 and 4) Are away from the usual engineers (Type 3), and the didactic sequence that included informing the group of students had a positive and significant effect compared to the group that was not informed. The state of development of research indicates that modifying learning strategies is a factor that, among many factors, affects achievement of learning.

Keywords: Engineer training, kinematics teaching, metacognition, learning achievement, learning style, learning strategies.

PACS: 01.30.Os, 01.40.-d, 45.20.D

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

En Centroamérica, específicamente en Costa Rica, Vázquez [1] señala la relación existente con logro de aprendizaje y otros factores de orden personal (competencia cognitiva o autoeficacia, motivación, auto-concepto académico, entre otras), social e institucional; algunos resultados que reporta tienen mayor frecuencia alto grado de complejidad en

relación con la ejercitación práctica desarrollada (91.8%), forma de expresión del contexto y preguntas del examen (77.3%), estados de ánimo previos y durante el examen (ansiedad, 62.1%), extensión del examen al tiempo asignado (59.8%) y falta de frecuencia en el seguimiento de la asignatura o el acompañamiento (59.8%).

El rendimiento académico RA o logro de aprendizaje LA, para Navarro [2] es un “fenómeno multifactorial” en el que

intervienen diversas variables. Algunas de las variables que se correlacionan con el LA son: la motivación, el autocontrol, las habilidades sociales. Continuando con Navarro (2003) la motivación, en la actividad escolar, es un proceso general, por el cual se inicia y dirige una conducta hacia el logro de una meta; este elemento incorpora dos variables: afectivas y cognitivas. La motivación se concibe desde dos fuentes: una extrínseca y la otra intrínseca, la extrínseca a los estímulos externos en tanto que la intrínseca corresponde a lo que desde su interior las personas las mueve a aprender. Para Navarro [2] y para Tapia-Ermel [3] la motivación es una variable que afecta el rendimiento académico.

Cuando el estudiante concibe relevante obtener resultados de su LA o en general de su éxito escolar desarrolla lo que se denomina el autocontrol o “locus de control”; en este sentido, para Navarro [2], las habilidades sociales contribuyen en lograr auto control de elementos necesarios para lograr un mejor rendimiento académico.

Vargas, Martínez y Uribe [4] aportan evidencia empírica que señala que el trabajo con ambientes que tengan características autorreguladoras afectan positivamente el LA o RA, en su reporte de investigación señalan que las diferencias del estilo cognitivo (dependencia e independencia de campo) desaparecen cuando los estudiantes hacen inmersión en un ambiente de aprendizaje o andamiaje de aprendizaje que tenga características autorreguladoras. Comprender las formas en como aprenden los estudiantes es un elemento necesario en el diseño de secuencias didácticas, dado que se puede obtener mejores resultados en el entendimiento de conceptos, Díaz [5] aporta evidencia cuando empírica cuando a partir de diversas actividades, basadas en el sistema 4MAT, orientadas a promover el aprendizaje sujeto a preferencias estilísticas.

López, Sanabria y Sanabria [6] estudiaron el efecto de un andamiaje computacional que incorpora un módulo para activar la eficacia académica a través del establecimiento de metas orientadas al LA, los resultados obtenidos señalan como los estudiantes cuando están trabajando en pares se ponen metas más altas que cuando trabajan en forma individual, sin embargo en el LA no se evidencia diferencias significativas en relación con el estilo de aprendizaje; López, Ibañez y Chiguasque [7] en un estudio referido al estilo de aprendizaje, establecimiento de metas y su relación con el LA encontraron como las personas que se fijan metas más altas son quienes logran mejores niveles LA, así como aquellos que son independientes de campo.

El objetivo del trabajo es establecer si informar al estudiante sus estrategias metacognitivas, estrategias de aprendizaje afecta la obtención del logro académico en un curso inicial de física para ingeniería en el que se estudia la cinemática unidimensional.

G ₁	O ₁	O ₂	O ₃	X ₁	X ₂	O ₄
G ₂	O ₁	O ₂	O ₃		X ₂	O ₄

FIGURA 1. Diseño experimental.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación presenta un diseño con pretest y posttest. El pretest y posttest corresponde a la valoración cuantitativa obtenida en las pruebas inicial y final inmersas en la secuencia didáctica.

La figura 1 está el diseño experimental seguido en la investigación.

Fuente. El autor.

La notación en el diseño experimental se describe a continuación:

- G1 grupo experimental
- G2 grupo control
- O1 Medida de las estrategias de aprendizaje y metacognitivas MSLQ-P
- O2 Medida de los estilos de aprendizaje KLSI.
- O3 Medida de fundamentos básicos de matemáticas – pretest.
- X1 Información suministrada a los estudiantes con estrategias para mejorar cognitivamente.
- X2 Secuencia didáctica de la cinemática unidimensional
- O4 prueba de conocimiento de cinemática unidimensional - posttest.

A. La muestra de estudiantes

La investigación se desarrolló con estudiantes de las carreras de ingeniería que están en su primer curso de física, en la que una de las unidades de estudio es la de movimiento unidimensional. El lugar, geográfico, en el que están los estudiantes es en la ciudad de Bogotá – Colombia, en una Institución de Educación Superior IES con facultad de ingeniería que accedió a la investigación.

La muestra de estudiantes que hicieron parte de la investigación NO se seleccionaron en forma probabilística [8], en razón a que la IES tiene una organización administrativa basada en diversas conveniencias para los estudiantes y en general por la oferta que ésta hace. Así las cosas, si bien la selección no es intencional, tampoco es aleatoria y adicionalmente está supeditada a la aceptación de los estudiantes en participar del proceso de investigación.

Los estudiantes que participan de la investigación están en distribuidos en dos grupos, tal como se indicó anteriormente G1 y G2, el grupo G1 está compuesto de 16 estudiantes y el grupo G2 está integrado por 18 estudiantes en edades equiparables de acuerdo a la distribución que se indica en la figura 2. Fuente. El autor procesamiento SPSS. En la tabla I, de contingencia, se identifica la distribución de cada grupo por sexo en cada grupo, identificándose que son equiparables los grupos que participaron de la investigación.

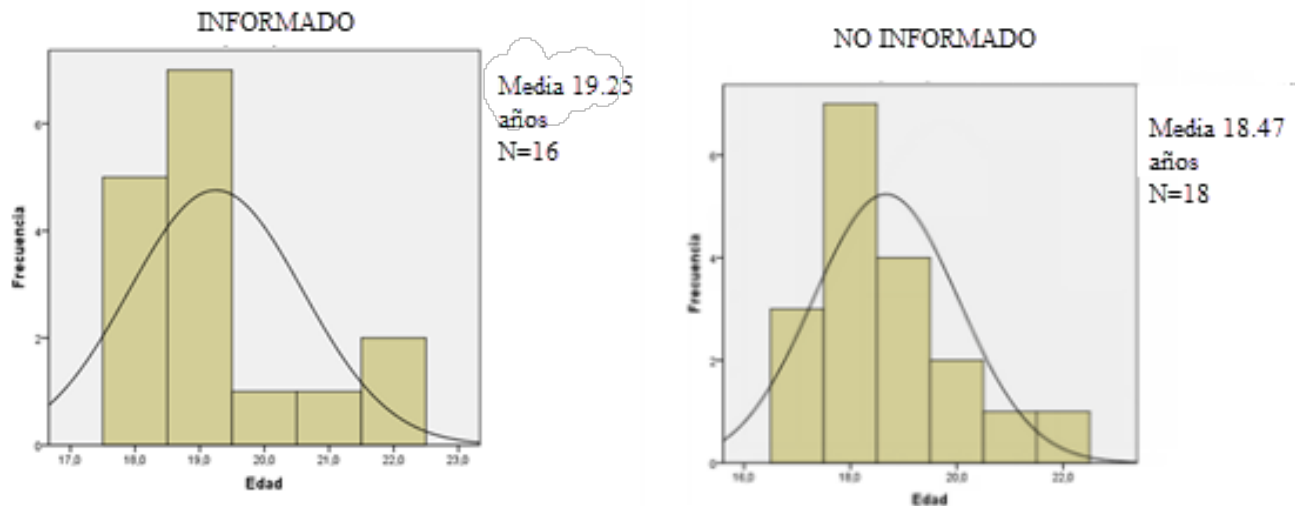


FIGURA 2. Distribución de la muestra de los estudiantes que participan de la investigación por grupo.

Tabla I. Tabla de contingencia Grupo * Sexo.
Fuente. El autor con el procesamiento de SPSS

			Sexo		Total
			Hombre	Mujer	
Grupo	G1 - Informado	Recuento	9	7	16
		% del total	26,5	20,6	47,1
	G3 – No Informado	Recuento	8	10	18
		% del total	23,5	29,4	52,9
	Total	Recuento	17	17	34
		% del total	50,5	50,0	100,0

Los instrumentos utilizados en la investigación son MSLQ-P, KLSI, prueba específica de pretest y prueba disciplinar postest. A continuación se describen los instrumentos utilizados.

B. Motivated Strategies for Learning Questionnaire MSLQ-P

Como ya se mencionó, como parte de esta investigación, se adaptó y validó el instrumento, inicialmente propuesto y validado por Pintrich, *et al.* [9], para el contexto del aprendizaje de la física en la educación superior por Suárez y Mora [10]. Es necesario precisar que éste instrumento, inicial, ha sido ampliamente utilizado por diferentes investigaciones en múltiples partes del mundo.

El instrumento MSLQ-P se aplica a través de internet a los dos grupos, se hace retroalimentación en forma individual a los estudiantes del grupo G1 a través de un documento personalizado en el que se describen estrategias de orden metacognitivo (X1); adicionalmente se hace un entrenamiento grupal en relación con los resultados del instrumento.

El instrumento tiene 81 ítems, cada uno de los cuales se valora en una escala Likert de 1 a 7. Los ítems dan cuenta de dos súper categorías: la motivación y las estrategias de aprendizaje. Así mismo la motivación se compone de una variable afectiva, expectativas y valor; en tanto que las estrategias de aprendizaje se componen de estrategias cognitivas y metacognitivas y las estrategias de manejo de recursos, tal como se evidencia en la tabla II.

Tabla II. Composición del instrumento MSLQ.
Fuente. El autor, con base en el instrumento original [9] y el adaptado y validado [10].

SÚPER CATEGORÍA	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	AFIRMACIONES												
			1	2	3	4	5	6	7						
Motivación	Afectiva	Test de ansiedad	3	8	1	4	1	2							
	Expectativas	Autoeficacia para el aprendizaje y el desempeño	5	6	1	1	2	2	2	3					
		Control de aprendizaje	2	9	1	2	6	5							
	Valor	Motivación Extrínsecas	7	1	1	3									
		Motivación Intrínsecas	1	1	2	2	4								

		Valor de la tarea	4	1	1	2	2	2										
				0	7	3	6	7										
Estrategias de aprendizaje	Estrategias cognitivas y metacognitivas	Autorregulación metacognitiva	33	3	4	4	5	5	5	5	6	7	7	7	7	7	7	7
		Estrategias de elaboración	53	6	6	6	6	8	1									
		Estrategias de organización	32	4	4	6												
		Estrategia de repaso	39	4	5	7												
	Estrategias de manejo de recursos	Pensamiento crítico	38	4	5	6	7											
		Aprendizaje de pares	34	4	5	5	0											
		Búsqueda de ayuda	40	5	6	7												
		Regulación del esfuerzo	37	4	6	7												
		Tiempo y ambiente de estudio	35	4	5	6	7	7	8									
				3	2	5	0	3	7	0								

C. Kolb Learning Styles Inventory KLSI

El establecimiento de los estilos de aprendizaje el KLSI, antes solamente Learning Styles Inventory LSI, se utilizó para establecer el estilo de aprendizaje de cada estudiante, éste instrumento se ha utilizado por varias décadas en investigaciones y diversos propósitos de forma que su autor, junto con un colega, lo ha estado promoviendo como una norma internacional [11].

El inventario tiene 12 ítems contruidos en forma tensional entre lo abstracto y lo concreto, entre lo activo y lo reflexivo. El diseño del instrumento inicialmente contempla 4 estilos de aprendizaje: Divergente (tipo I), asimilador (tipo II), convergente (Tipo III) y acomodador (tipo IV). Kolb y Kolb (2011) han establecido que el estilo de aprendizaje es flexible, es decir que una persona tiene un estilo de aprendizaje que tiende a ser definido cuando su edad es mayor, en la medida en que avanza con su formación profesional y en aquellos cuyo área de especialidad lo u fija sobre una exigencia abstracta como son las ciencias básicas.

D. Fundamentos básicos de matemáticas

Considerando apenas van a ver su primer curso de física se decide indagar sobre los supuestos epistemológicos que subyacen al aprendizaje de la física, el caso específico de la comprensión de la noción de variable que Ursini y Trigueros [12, 13] han estudiado, adicionalmente propuesto u marco de interpretación y trabajo desde la educación matemática o matemática educativa.

Este instrumento permite evidenciar cómo los estudiantes comprenden la noción de varía desde tres categorías: incógnita (I), número generalizado (G) o en una relación funcional (F). El test consta de 6 situaciones problemas que en su desarrollo exige al estudiante el uso de las tres formas de la variable. La parte del instrumento que se seleccionó corresponde al segmento de los estudiantes que recién ingresan a la universidad. Los resultados de aplicar el test permiten tener una mirada de los estudiantes en relación con los fundamentos matemáticos necesarios para abordar el

curso de física al tiempo que permitirá comparar los resultados con los obtenidos por las investigadoras Ursini y Trigueros [13].

E. Prueba de conocimiento de cinemática unidimensional

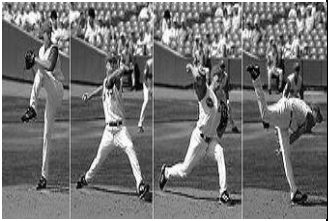
El instrumento de medición se diseña durante tres semestres consecutivos e involucra la selección de problemas estandarizados y el ajuste del tipo de preguntas, atendiendo las recomendaciones de los estilos de aprendizaje de Winne [14], de expertos y de pares (doctorandos y profesores de física activos).

La prueba consta de 7 situaciones problema, las que se indican en la tabla III, que indagan de diferentes formas lo relacionado con la cinemática unidimensional. Las preguntas 1 y 2, son las mismas preguntas 2 y 3 del Test Understanding Graphs Kinematics TUGK [15], las demás preguntas se construyeron en la investigación.

Tabla III. Test para medir la apropiación de conocimiento unidimensional.

Fuente. Los autores con colaboración de expertos y pares.

PREGUNTA	ANÁLISIS
<p>1. En el siguiente gráfico de velocidad en función del tiempo, ¿en qué intervalo es más negativa la aceleración?</p> <p>a) De R a T b) De T a V c) En V d) En X e) De X a Z</p> <p>Justifique su respuesta</p>	<p>Esta pregunta se retoma del test Test Understanding Graphs Kinematics TUGK. Esta pregunta requiere identificar que hay una relación funcional entre la velocidad y el tiempo (F), adicionalmente comprender que la variación de la velocidad en la función del tiempo es la aceleración (F), que en la gráfica corresponde a la pendiente de la gráfica. Se deben hacer una manipulación cognitiva del significado de la pendiente y su sentido creciente o decreciente para poder determinar cuál es la más negativa.</p>
<p>2. El siguiente gráfico</p> <p>representa el movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la mejor interpretación del mismo?</p> <p>a) El objeto se mueve con una aceleración constante no nula. b) El objeto no se mueve. c) El objeto está moviéndose con una velocidad uniformemente creciente. d) El objeto se mueve a velocidad constante.</p>	<p>Este problema requiere identificar la velocidad como la variación de la posición y nuevamente identificar (F) (en una segunda operación cognitiva) la aceleración como la variación de la velocidad. Luego aquí es necesario identificar la relación funcional entre la posición y el tiempo, con la implicación de la velocidad en función del tiempo. La manipulación adecuada de la función afín es importante para el análisis del ejercicio.</p>

<p>e) El objeto se mueve con aceleración uniformemente creciente. Justifique su respuesta</p>	
<p>3. Un objeto, con movimiento uniformemente acelerado, cambia de posición de acuerdo con la expresión $x = 7 - 4t + t^2$, donde x esta en metros y t en segundos. a) Elabore una gráfica de la posición contra tiempo. b) Determine qué tiempos la posición esta entre 0 m y 13m.</p>	<p>La respuesta a este problema, que en realidad hay dos, requiere identificar las dos posibilidades que se presentan. Implica identificar los análisis funcionales de la posición y el tiempo (F), pasando a señalar la posición con un valor específico para luego pasar a la manipulación algebraica (G). Existe la posibilidad de usar otros tipos de representaciones de los objetos matemáticos para llegar a la respuesta en el contexto físico.</p>
<p>4. Dos autos se mueven, con movimiento uniformemente acelerado. La rapidez del auto A se expresa como $v_{xA} = 2 \frac{m}{s} + (6 \frac{m}{s^2})t$, la del auto B es $v_{xB} = 12 \frac{m}{s} - (3 \frac{m}{s^2})t$. En qué momento la rapidez al auto A es igual a la del auto B.</p>	<p>En esta pregunta es necesario considerar que la rapidez del auto A y del B está en correspondencia con el tiempo. Para determinar la respuesta de la pregunta se puede tabular hasta llegar a la respuesta en cuyo caso la inferencia de velocidad debe lograr un valor simultáneo (I) en un mismo tiempo, es decir la velocidad de A y B son la incógnita equivalente. Puede optar por identificar la relación funcional entre la velocidad y el tiempo (F), como un conjunto de dos ecuaciones con dos incógnitas porque se da de forma simultánea.</p>
<p>5. <i>Un lanzamiento rápido.</i> El lanzamiento más rápido medido de una pelota de béisbol sale de la mano del pitcher a una rapidez de 45.0 m/s (ver secuencia de fotos). Si el pitcher estuvo en contacto con la pelota una distancia de 1.50 m y produjo aceleración constante, a) ¿Cuál es el valor de la aceleración? y b) ¿cuánto tiempo le tomó lanzarla?</p> 	<p>Para el desarrollo de este problema el estudiante debe partir del conocimiento del MUA, determinar en el contexto del problema: las condiciones iniciales, la relación funcional de la posición, la velocidad y la aceleración como funciones del tiempo (F), identificar las incógnitas (I) y desarrollar la manipulación algebraica hasta llegar a la respuesta de las preguntas.</p>

<p>6. Los datos de la tabla representan la posición de un automóvil, de juguete, que una niña utiliza en una pista ubicada en línea recta. a) elabore la gráfica como función del tiempo. b) ¿Qué tipo de movimiento representa la gráfica? y ¿por qué? c) ¿cuál podría ser la ecuación que represente la posición como función del tiempo. d) si el movimiento del auto continua en esas condiciones, ¿qué tiempo demora en llegar a la posición de +3,5 metros?</p> <table border="1" data-bbox="885 604 1198 667"> <tr> <td>t(s)</td> <td>0.0</td> <td>0.4</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>x(m)</td> <td>0.3</td> <td>0.5</td> <td>0.7</td> </tr> </table>	t(s)	0.0	0.4	0.8	x(m)	0.3	0.5	0.7	<p>El estudiante debe partir de la representación tabular de la situación problema, pasarla a la representación gráfica y posteriormente elegir el modelo funcional adecuado para la representación gráfica del objeto (basado en el método de mínimos cuadrados que la calculadora provee). Desde el punto de vista físico debe analizar las diferentes representaciones, desde el contexto de la cinemática unidimensional, para establecer el tipo de movimiento, así mismo establecer inferencias en relación con el movimiento.</p>
t(s)	0.0	0.4	0.8						
x(m)	0.3	0.5	0.7						
<p>7. Kathy Kool compra un automóvil deportivo que puede acelerar con una relación de 4.90 m/s². Decide probar el automóvil corriendo con otro conductor, Stan Speedy. Ambos parten del reposo, pero el experimentado Stan deja la línea de partida 1.00 s antes que Kathy. Stan se mueve con una aceleración constante de 3.50 m/s² y Kathy mantiene una aceleración de 4.90 m/s². Encuentre el tiempo cuando Kathy alcanza a Stan.</p>	<p>En esta situación el estudiante debe hacer un proceso de abstracción hasta llevarlo a la representación icónica del problema, utilizar el sistema de coordenadas. Adicionalmente debe considerar la situación física desde un solo sistema de coordenadas, de forma que se haya superado la situación identificada por Bastien, et al [16] de un sistema para cada objeto. Determinar la diferencia de tiempos y plantear el problema como un movimiento uniformemente acelerado. Ya en el desarrollo matemático debe interpretar la relación funcional entre la posición y el tiempo (F), luego al momento de establecer la simultaneidad entre la posición y el tiempo, la posición y el tiempo, pasan a ser una incógnita (I) y allí aplica los procedimientos algorítmicos matemáticos.</p>								

El instrumento usado para la medición del estado de conocimiento de la cinemática unidimensional no pretende ser universal y estandarizado en esta primera investigación, sin embargo se garantiza la validez del mismo dado que se utilizó cíclicamente en tres semestres, así como la contribución de pares y expertos.

F. La secuencia didáctica

La etapa de ejecución de las actividades del curso inicia con el test de matemáticas básicas y termina con el postest de la temática. Se

informa a cada estudiante que los resultados del pretest son una evidencia a considerar, en forma personal, sobre qué y cómo trabajar con el material de apoyo, dado que en este material se retoman aspectos de la matemática, básicos para el curso de física inicial. La figura 3 muestra el proceso seguido en la organización y desarrollo de la secuencia didáctica.

La retroalimentación del cuestionario de matemáticas se hace de dos formas: grupal e individual. Grupal a través de una reflexión del sentido y necesidad de las matemáticas para aprender, junto con algunos ejemplos en los que se observa su utilización. La individual orientada a que cada estudiante identifique los resultados de su prueba, en relación con la percepción de sus conocimientos en matemáticas.

La secuencia didáctica, en el desarrollo de la temática, se basa en un híbrido de las propuestas de McCarthy (2013), Sokoloff [17], Sokoloff, Cummings y Thornton [18], Sokoloff y Thornton [19] y Thornton y Sokoloff [20]. De un lado está el sistema 4MAT, con McCarthy y del otro está el aprendizaje activo, estas propuestas no son disyuntas, sino que como en este caso Son complementarias, adicionalmente la clase magistral es una de las actividades en el ciclo de la secuencia.

La secuencia de estudio del movimiento en una dimensión, se dio en dos ciclos: movimiento uniforme y movimiento uniformemente acelerado. Cada uno de los ciclos se subdivide en cuatro partes que se enmarcan en la tensión entre hacer - observar y pensar – conceptualizar, basando el fundamento científico en el estudio del cerebro de Zull [22].

Al hacer establecer la tensión se identifican cuatro segmentos en cada ciclo, los que se denominan: significado, conceptos, habilidades y adaptaciones. Cada uno de estos segmentos esta correlacionado con la teoría de Zull [22] en el funcionamiento del cerebro. Así la fase del significado que tiende a responder la pregunta del ¿por qué? Se dirige al estudiante tipo I – divergente, adicionalmente se enfoca a activar el lóbulo frontal derecho del cerebro, en este segmento el “aprendizaje activo” promueve la apertura de las ideas previas, la predicción, la demostración y la discusión – reflexión como actividades que motivan y activan el cerebro.

La fase conceptos se aborda desde la pregunta del ¿qué? Se orienta a los estudiantes tipo II – Asimilador cuya característica está enfocada a la parte teórica, la actividad que aquí se desarrolla es teórica, centrándose en la clase magistral y resolución de situaciones problema propuestas en textos tradicionales de física como el de Serway y Jewett [23] o el de Young y Freedman [24].

La fase 3 habilidades se apoya en la pregunta ¿cómo? Se orienta ampliar el contexto de la temática estudiada, está pensada para los estudiantes cuyo estilo dominante es el convergente – tipo III. Se consideran situaciones problema hipotéticas desde las que se analizan los aspectos teóricos y se procede a plantear, organizar la actividad de laboratorio que ponga en escena lo estudiado.

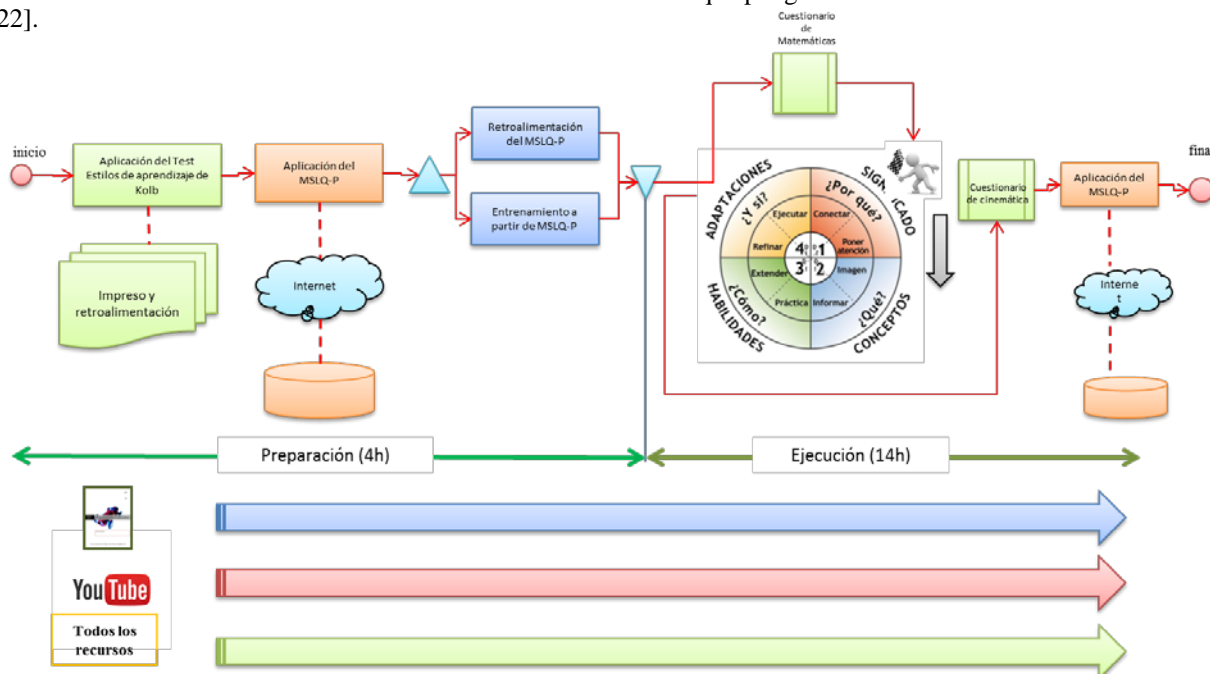


FIGURA 3. Organización de la secuencia didáctica.

Fuente. El autor, con imagen de McCarthy [21].

La fase 4 adaptaciones se orienta desde la pregunta ¿y si? Se orienta a los estudiantes con estilo de aprendizaje adaptador – tipo IV, en esta franja del ciclo se lleva a cabo la actividad de laboratorio, se elabora y socializa el informe de la experiencia, se trabaja con pares en situaciones problema y se organiza una actividad de socialización a manera de póster para el curso, en el que cada uno expone cómo diseño y desarrollo una situación problema.

III. RESULTADOS

Esta sección se organiza de forma que se muestra lo obtenido de aplicar el instrumento MSLQ, los estilos de aprendizaje y finalmente la incidencia de la secuencia didáctica.

En la tabla IV están los resultados de confiabilidad del instrumento MSLQ-P en la muestra de estudiantes. Se identifica un alfa de Conbach de 0.951 lo que es excelente, los demás alfa de Cronbach son equiparables con los

reportados en el instrumento original de Pintrich, et al [9] así como los reportados por Suárez y Mora [10].

Tabla IV. Resultados de aplicar el MSLQ-P en los estudiantes de la muestra, los resultados se muestran por súper categoría, categoría y subcategoría (alfa de Cronbach).

Fuente. El autor con el procesamiento de SPSS 18.0 ®

Global del MSLQ-P (0.951)	SÚPER CATEGORÍA (Cronbach)	CATEGORÍA (Cronbach)	SUBCATEGORÍA (Cronbach)
	Motivación (0.894)	Componente valor (0.878)	
			Motivación Extrínseca (0.711)
			Valor de la tarea (0.92)
Expectativa (0.858)			Control de aprendizaje (0.494)
			Autoeficacia para el aprendizaje y el desempeño (0.903)
Afectiva (0.762).			Test de ansiedad (0.762)
Estrategias de Aprendizaje (0.939)		Estrategias cognitivas y metacognitivas (0.927)	
			Elaboración (0.699)
			Organización (0.699)
			Pensamiento Crítico (0.755)
			Metacognición y Auto-Regulación (0.733)
	Estrategias de administración de recursos (0.804).		Esfuerzo Regulación (0.634)
			Tiempo y lugar de estudio (0.643)
			Búsqueda de ayuda (0.376)
			Aprender con pares (0.770)

Al momento de iniciar su primer curso de física, los estudiantes consideran (en la escala de 1 a 7) moderadas – altas, las estrategias de aprendizaje “tiempo y ambiente de estudio” y “aprendizaje por pares”, así mismos las “estrategias cognitivas y metacognitivas” que se encuentran en un rango moderado alto; para aprender física están el “pensamiento crítico”, las estrategias de repaso o repetición”, así como la autorregulación cognitiva, tal como se identifica en la figura 5; así mismo se identifica, como consecuencia de la secuencia didáctica, un incremento del valor de la tarea, de la motivación intrínseca y la motivación extrínseca. En ese mismo sentido el control de aprendizaje y la autoeficacia para el desempeño mostraron un incremento, lo que señala que han crecido las expectativas; desde el punto de vista afectivo, la ansiedad se ha identificado que ha disminuido. Las tendencias observadas son favorables en la motivación de los estudiantes en el estudio de la cinemática unidimensional y en general de su primer curso de física.

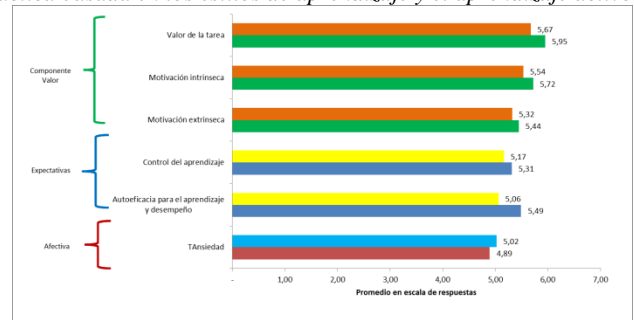


FIGURA 5. Motivación medida por MSLQ-P antes (naranja, amarillo y azul claro) y después (verde, azul oscuro y rojo) de la secuencia didáctica.

Fuente. El autor con el procesamiento de Ms Excel.

En cuanto a las estrategias cognitivas y metacognitivas se ha incrementado la estrategia de repaso, las estrategias de organización, estrategias de elaboración y la autorregulación metacognitiva. Lo que da cuenta de que la secuencia didáctica tiene incidencia positivamente en los estudiantes.

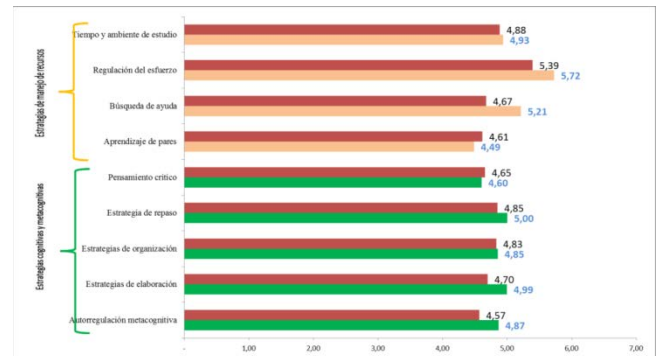


FIGURA 6. Estrategias de aprendizaje antes (rojo) y después (naranja piel, verde) de la secuencia de aprendizaje.

Fuente. El autor con el procesamiento de Ms Excel.

La tabla V, de contingencia, permite evidenciar la distribución de los estudiantes de acuerdo a su estilo de aprendizaje, señalando lo equiparable de los grupos de investigación para efecto de considerar el alcance las inferencias. Lo que se puede identificar es que el estilo de aprendizaje dominante, en los dos grupos, es el tipo I “divergente” orientado al por qué de las cosas y se orientan principalmente al arte, el lugar donde se ubican los ingenieros es en el estilo tipo 3 que corresponde, junto con el estilo tipo II, en los porcentajes más bajo.

La tabla V, de contingencia, permite evidenciar la distribución de los estudiantes de acuerdo a su estilo de aprendizaje, señalando lo equiparable de los grupos de investigación para efecto de considerar el alcance las inferencias. Lo que se puede identificar es que el estilo de aprendizaje dominante, en los dos grupos, es el tipo I “divergente” orientado al por qué de las cosas y se orientan principalmente al arte, el lugar donde se ubican los ingenieros es en el estilo tipo 3 que corresponde, junto con el estilo tipo II, en los porcentajes más bajo.

Tabla V. Tabla de contingencia Grupo * Estilo de Aprendizaje
Fuente. El autor con el procesamiento de SPSS ®.

Categoría		Estilo de Aprendizaje (Kolb)				Total	
		Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV		
Grupo	G1-Grupo Informado Semestre 2	Recuento	10	2	1	3	16
		% del total	29,4	5,9	2,9	8,8	47,1
	G2-Grupo NO Informado Semestre 2	Recuento	9	1	1	7	18
		% del total	26,5	2,9	2,9	20,6	52,9
		Recuento	19	3	2	10	34
		% del total	55,9	9,9	5,9	29,4	100,0

La figura 7 muestra la correlación de la categoría componente de valor y las subcategorías que la componen, la categoría componente de valor y sus respectivas subcategorías así como la súper categoría motivación con las respectivas categorías. La correlación entre CAAD y la componente de expectativa es la más alta (0.930**), seguida de la correlación entre el valor de la tarea (0.913**) y la componente de valor. Sin embargo es de precisarse que la mayoría de correlaciones son altas.

La ansiedad, como categoría contraria a la motivación, guarda una correlación del 0.0651**. La ansiedad, en la concepción del instrumento, es una categoría que debe interpretarse en forma inversa a las demás variables, quiere decir que un valor alto en ella significa que es contrario a la motivación. En la figura 5 se observa como la ansiedad baja del primer momento, antes de iniciar la secuencia didáctica, al segundo momento cuando termina la secuencia didáctica.

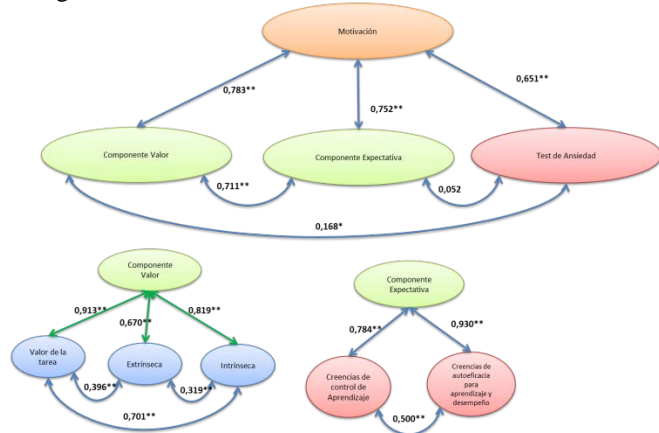


FIGURA 7. Correlación de las subcategorías valor de la tarea, motivación intrínseca y extrínseca con la componente de valor, Creencias de control de aprendizaje (CCAp) y Creencias de autoeficacia para aprendizaje y desempeño (CAAD) con la componente expectativa y componente expectativa, componente Valor y Test de Ansiedad (Los ** señalan que la correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)).

Fuente. El autor con el procesamiento de SPSS ®.

La motivación intrínseca tiene una alta correlación con el valor de la tarea (0.701**), luego el instrumento permite

inferir que la motivación intrínseca, puede ser un predictor del valor de la tarea y en consecuencia del componente del valor que finalmente afecta la súper categoría Motivación. Luego afectar positivamente la motivación intrínseca puede traer consigo la obtención de una disposición motivacional mejorada para las actividades académicas y finalmente con el rendimiento académico.

Los fundamentos matemáticos, específicamente la noción de variable, mostraron la misma tendencia de los estudiantes mexicanos que participaron del estudio de Ursini y Trigueros [13], solo que un poco más crítico los resultados. La tabla VI sintetiza y compara los resultados obtenidos, inicialmente, por los estudiantes de la muestra.

Tabla VI. Resultados de aplicar la prueba inicial de matemáticas.
Fuente. El autor comprado con los resultados de Ursini y Trigueros [13].

Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Promedio	1,33	2,57	0,07	0,37	0,76	0,15	
Puntuación Aceptable	19	40	1	1	6	2	
Porcentaje estudiantes de la muestra	27%	56%	1,4%	1,4%	8,5%	2,8%	
Resultados en Ciudad de México[13]	Principiantes (1er semestre)	29%	65%	53%	0%	12%	0%

A. La secuencia de aprendizaje y el rendimiento académico

Verificados los supuestos de normalidad, aleatoriedad y homocedasticidad para cada uno de los grupos G1 y G2, se procede a hacer la prueba no paramétrica que permita evaluar la influencia de la secuencia didáctica diferenciada en los grupos, como ya se explicó. Para lo anterior se plantearon las hipótesis que se enuncian a continuación:

- H0. El logro académico obtenido por los estudiantes del G1, en relación con el grupo G3, es indistinto de su participación en la investigación y en consecuencia al desarrollo de la secuencia didáctica.
- H1. El logro académico obtenido por los estudiantes del G1, en relación con el grupo G3, está relacionado con la participación en la investigación, en consecuencia con la intervención en la secuencia didáctica.

Las medias obtenidas por los grupos G1 y G2, son respectivamente 2.250 y 1.478. Los resultados de las prueba no paramétrica, U Mann-Whitney, están en la tabla VII. Los resultados señalan que se debe rechazar la hipótesis nula, lo que lleva a considerar que el grupo G1, que participó de la investigación, se vio afectado positivamente por la secuencia didáctica.

Así las cosas, se puede concluir que la secuencia didáctica afecta positivamente el rendimiento académico de los estudiantes.

Tabla VII. Resumen prueba de hipótesis no paramétrica.

Fuente. El autor con el procesamiento de SPSS.

Hipótesis Nula	Test	Sig.	Decisión
La distribución de Postest es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de U Mann-Whitney de muestras independientes	,002 ₁	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

₁ se muestra una significancia exacta para esta prueba.

IV. CONCLUSIONES

En la secuencia didáctica, la noción de “incluyente” al momento de diseñar y poner en práctica aspectos teóricos y experienciales desde la didáctica de la física, de forma flexible, hace que las miradas de los profesores de física cualquiera que sea su perspectiva en relación la enseñanza y el aprendizaje, sirvan de aporte y en consecuencia transformen su actividad docente.

Ampliar la perspectiva de Ramírez-Díaz y Chávez-Lima [25, 26], en relación con la similaridad del sistema 4MAT y el aprendizaje activo, para llevarlo a un estado de fusión en conjunción con un mayor número de actividades que potencian los estilos de aprendizaje, es un aporte para la actividad docente. Así mismo, en coincidencia con los profesores Ramírez-Díaz y Chávez-Lima [25, 26], estas transformaciones son aportes y opciones susceptibles de ser mejoradas, acorde a la dinámica del docente, de los estudiantes y en general del contexto en el que se lleve a cabo la actividad docente.

Hay indicios que las estrategias cognitivas y metacognitivas, así como la ansiedad, se vieron afectadas por el desarrollo de la secuencia didáctica. Los resultados del modelo univariado permiten señalar indicios que el control de aprendizaje, así como la orientación a metas intrínsecas (motivación intrínseca), se pueden afectar significativamente. Esta conclusión traza inmediatamente un camino a seguir para su exploración.

Informar, así como entrenar, a los estudiantes en relación con sus estrategias cognitivas y metacognitivas resulta positivo dado que disminuye la ansiedad derivada de la actividad académica e incrementa el logro de aprendizaje.

La secuencia didáctica, tal como se diseñó, afecta positivamente el aprendizaje de la física e incrementa positivamente la noción de variable en matemáticas.

AGRADECIMIENTOS

La Fundación Universidad Autónoma de Colombia que, a través del Sistema Universitario de Investigaciones, financian el proyecto de investigación del que se deriva esta publicación. Al Departamento de Ciencias Naturales y Exactas, que apoya el desarrollo de la actividad docente

investigativa, así como al Doctorado en Física Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada CICATA, Unidad Legaría del Instituto Politécnico Nacional, México.

El Primer autor hace un reconocimiento especial a Liz Patricia y dedica de manera muy especial el trabajo a sus hijas Erika Alejandra, Lilian Daniela y Laura Sofía, así como a Andrés Felipe y Nicolás.

REFERENCIAS

- [1] Vázquez, C Cavallo, M Aparicio, S., Muñoz. Robson, Ruiz, Secreto, Sepliansky, M. Escobar, *Factores de impacto en el rendimiento académico universitario*, Un estudio a partir de las percepciones de los estudiantes, Decimoséptima Jornadas. Investigaciones en la Fac. Ciencias Económicas y Estadística **2007**, (2012) p. 14.
- [2] Navarro, R., *El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo*. REICE - Rev. Electrónica Iberoamericana sobre calidad, Eficiencia y cambio en educación **1**, 1–15, (2003).
- [3] Tapia Ermel, *Rendimiento Académico*, Educar para la libertad ETS, (2012) p. 2.
- [4] Vargas, Martínez, Uribe, *Logro de aprendizaje en ambientes hipermediales: Andamiaje autorregulador y estilo cognitivo*, Revista Latinoamericana de Psicología **44**, 13–25 (2012).
- [5] Ramírez-Díaz, *Aplicación del sistema 4MAT en la enseñanza de la física a nivel universitario*, Revista Mexicana de Física E **56**, 29–40 (2010).
- [6] López, Sanabria, and Sanabria, *Logro de aprendizaje en ambientes computacionales: Autoeficacia, metas y estilo cognitivo*, Psicología desde el Caribe **31**, 475–494 (2014).
- [7] López, Ibañez., Chiguasuque, *Logro de aprendizaje en ambientes computacionales: Autoeficacia, metas y estilo cognitivo*, Pensamiento Psicológico **12**, 133–148 (2014).
- [8] Hernández-Sampieri, C. Fernández-Collado, Baptista-Lucio, *Metodología de la investigación*, (2010).
- [9] Pintrich, Smith, García, W. McKeachie, *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*, Ann Arbor Michigan **48109**, (1991) p. 1259.
- [10] Suárez, Mora, *Adaptación y validación del inventario MSLQ para los cursos iniciales de física en la educación superior*, Latin American Journal Physics Education, **10**, 1–11, (2016).
- [11] Kolb and Kolb, *The Kolb Learning Style Inventory*, West. Reserv. Univ., (2011) p. 72.
- [12] Ursini, Trigueros, *Understanding of different uses of variable: A study with starting college students in 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (1997) pp. 254–261.
- [13] Ursini Trigueros, *Mejoran la comprensión del concepto de variable cuando los estudiantes cursan matemáticas avanzadas*, Educación Matemática **18**, 5–38 (2006).
- [14] Winne, *Self-Regulated Learning*, Second Edition, January. Elsevier **21**, (2015).
- [15] Beichner, *Testing student interpretation of kinematics graphs* American Journal Physics **62**, 750 (1994).

Oscar Jardey Suárez, Cesar Mora

[16] G. M. Bastián-Montoya, C. Mora, D. Sánchez-Guzmán, *Obstáculos en la resolución de problemas en alumnos de bajo rendimiento*, Latin American Journal Physics Education **4**, (2010).

[17] Sokoloff, *Active Learning Strategies for Introductory Light and Optics*, Physics Teacher **54**, 18–22 (2016).

[18] Sokoloff, Cummings, Thornton, *Interactive Lecture Demonstrations, Active Learning in Introductory Physics*. (Wiley & Sons, Incorporated, USA, 2004).

[19] Sokoloff, Thornton, *Using interactive Lecture demonstrations to create an active learning environment*. Physics Teacher **35**, 340–347 (1997).

[20] Thornton, R., Sokoloff, D., *Assessing student learning of Newton's laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula*, American Journal Physics **66**, 338–352 (1998).

[21] McCarthy, B., *Educarchile - Una enseñanza para la diversidad de estilos de aprendizaje Sistema 4mat*, About Learning, Inc., Santiago de Chile, (2013).

[22] J. Zull, *The art of changing the brain Enriching Teaching by Exploring the Biology of Learning*. Virginia, Sterling: Stylus Publishing, LLC, (2002).

[23] Serway and Jewett, *Física para ciencias e ingeniería 1*, no. 4 (2008).

[24] Young and Freedman, *Física Universitaria*, vol. 1. (Pearson, México, 2009).

[25] Ramírez-Díaz, M. and Chávez-Lima, E., *Similitudes del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje y la metodología de clases interactivas en la enseñanza de la física* in IV Congreso mundial de estilos de aprendizaje, (2010), pp. 576–588.

[26] Ramírez-Díaz, M. and Chávez-Lima, E., *Similitudes del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje y la metodología de clases interactivas en la enseñanza de la física*, Revista Estilos Aprendizaje **9**, 141–155 (2012).