

# APRENDIZAJE ACTIVO DE CINEMÁTICA Y DINÁMICA EN CLASES VIRTUALES EMPLEANDO ACTIVIDADES FÍSICAS Y EN LÍNEA

## LEARNING DYNAMICS AND CINEMATICS USING ACTIVE LEARNING IN VIRTUAL SESSIONS WITH PHYSICAL AND ONLINE ACTIVITIES

D. Sánchez Guzmán<sup>1</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación se compone de un estudio empírico mediante una intervención didáctica de manera virtual, con sesiones síncronas para el aprendizaje de conceptos en cinemática y dinámica, en ella los estudiantes realizaron experimentos en casa durante las sesiones virtuales síncronas, trabajaron de manera colaborativa virtual y analizaron simulaciones para reforzar su aprendizaje, relacionando las variables físicas con los modelos matemáticos que se requieren aprender a nivel ingeniería. Se analizó el impacto en el aprendizaje de manera cuantitativa y cualitativa, para el rendimiento académico se implementaron evaluaciones diagnósticas y finales. Cuantitativamente se analizó la ganancia conceptual normalizada y el factor de concentración, para determinar el impacto en el aprendizaje de los conceptos físicos en los estudiantes y de manera cualitativa se aplicó un diferencial semántico para evidenciar la percepción de los estudiantes respecto a las actividades realizadas y los temas aprendidos. Como resultado de la intervención didáctica se detectó una ganancia media de  $g = 0.61$  y un factor de concentración en nivel medio y alto, para el caso del diferencial semántico se detectó que el realizar actividades que impliquen un experimento físico favoreció el interés por la asignatura, adicionalmente la mayoría de los estudiantes consideró que los conceptos físicos fueron más fáciles de aprender y visualizar en otros escenarios de la vida real y profesional.

### ABSTRACT

The present research work was an empirical study that implemented a didactic intervention based on a virtual learning scenario, with synchronous sessions for the learning concepts of kinematics and dynamics, students carried out experiments at home during the synchronous virtual sessions, worked collaboratively, and analyzed simulations to reinforce their learning, understanding how the physical variables are connected with the mathematical models, these concepts are required to be used at an engineering level. For analyzing the impact on students' learning, academic performance was analyzed quantitatively and qualitatively through diagnostic and final evaluations. Quantitatively the normalized conceptual gain and the concentration factor were used to determine the impact in the learning on physical concepts by the students and in qualitative analysis, a semantic differential was used to observe the perception of the students regarding the activities carried out and the topics learned. As a result of the intervention, a medium gain of  $g = 0.61$  was presented and the concentration factor presented medium and high levels, which corresponds to commonly reported positive values in the literature. In the case of the semantic differential, it was detected that carrying out activities that involve an experiment motivated positively the interest in the subject, additionally, most of the students considered that the physical concepts were easier to learn and visualize in other real-life scenarios.

### ANTECEDENTES

Derivado de la situación de confinamiento mundial provocada por la aparición del virus SARS-CoV-2 (COVID-19), la mayoría de los sistemas educativos se vieron en la necesidad de modificar de manera radical el proceso de aprendizaje. Como cualquier sistema que hace

---

<sup>1</sup> Profesor Titular. Instituto Politécnico Nacional – Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, Campus Guanajuato. dsanchez@ipn.mx

un cambio repentino en la forma de continuar trabajando, las comunidades docentes tuvieron que migrar, en gran medida, a una metodología de enseñanza virtual, tratando de adaptarse a esta de manera poco ordenada y con desconocimiento de la didáctica en estos ambientes de aprendizaje virtual, incorporando los procesos cotidianos que venían realizando de manera presencial, generando como consecuencia una baja eficiencia e impacto en el aprendizaje.

Sí bien la metodología de aprendizaje virtual no es nueva, ya que tiene más de veinte años de ser empleada en diferentes escenarios educativos y por diferentes instituciones a nivel mundial, esta ha evolucionado de diferentes maneras y se ha adaptado a la sociedad de manera dinámica (Lara, *et al.*, 2021). Para el caso de las asignaturas de Física en los diferentes programas académicos a nivel ingeniería y licenciatura, la situación antes mencionada fue muy similar. El proceso de adaptación llevó su correspondiente curva de aprendizaje para adaptar las actividades presenciales a modalidad virtual. En su mayoría, este tipo de asignaturas implican un proceso experimental para que los conceptos sean evidenciados y asimilados por parte de los estudiantes.

### **Diversas intervenciones didácticas y aportes al aprendizaje de la cinemática y dinámica**

En el aprendizaje de los conceptos de Cinemática reportado por Jiménez, *et al.* (2015), analizaron el aprendizaje en estudiantes de ingeniería, partiendo del análisis desde las ideas previas. Emplearon los planteamientos de estilos de aprendizaje propuestos por Kolb con el objetivo de identificar el tipo de estilo de aprendizaje, que de acuerdo con el autor son: reflexivo, conceptual, experimental y aplicativo. Este enfoque permitió identificar los estilos de aprendizaje para diseñar las intervenciones didácticas de forma estructurada y para que la trayectoria de aprendizaje permitiera cierta “comodidad” en el proceso de adquisición de conocimiento en el área de cinemática, de igual manera se conformaron grupos de trabajo y el uso de tecnología estuvo presente a través de videos con explicaciones y simulaciones creadas por los docentes, obteniendo ganancias medias en sus estudios cuantitativos (Jiménez, *et al.*, 2015).

Otro trabajo es el de Silvestre, *et al.* (2019) realizaron un trabajo que define una estrategia de enseñanza aprendizaje aplicada en la enseñanza de la Física en ingeniería, las actividades que desarrollaron los estudiantes para propiciar un mayor involucramiento en su aprendizaje fueron, para el trabajo en equipo: Desempeño en equipo, proyectos al final de cada unidad temática, investigaciones de temas relacionados con la Física, actividades extra clase mediante la resolución de ejercicios, mapas mentales y conceptuales, exposiciones en equipo. Y para el caso individual: Exámenes escritos y la actitud demostrada a lo largo del curso. Tomando en cuenta lo anterior, analizaron en los dos enfoques (individual y colectivo) el desempeño de los estudiantes, evaluaron el interés de los estudiantes respecto a las diferentes estrategias empleadas, prevaleciendo la práctica y acompañamiento docente (Silvestre, *et al.*, 2019).

Martínez, *et al.* (2020) describen en su trabajo de investigación que para el aprendizaje de la dinámica se puede abordar, utilizando elementos de la vida cotidiana, desarrollaron problemas basados en situaciones reales, noticias, tendencias en redes sociales y películas de contexto en los estudiantes. Reportaron un índice de aprobación cerca del doble respecto

a cursos que se impartieron en modalidad puramente expositiva, consideraron que las estrategias empleadas favorecieron el desarrollo de habilidades que les permitieron conectar los conceptos físicos con la vida real, fomentando el trabajo en equipo y desarrollando las competencias blandas durante sus estudios y después en su trayectoria profesional (Martínez, *et al.*, 2020). En este trabajo los autores tratan de evidenciar la inquietud de los estudiantes por el conocimiento de conceptos de Física.

Un acercamiento al aprendizaje de la cinemática de manera virtual lo llevaron a cabo Lara, *et al.* (2021), ya en pleno desarrollo del confinamiento, esto a través de la implementación de un laboratorio “online”, para lograr su objetivo desarrollaron material y ajustaron algunas herramientas digitales, que ya, estaban disponibles para poder impartir los laboratorios en línea, su estrategia empleo el trabajo individual y por equipos, pero, en modalidad virtual, dónde lo que se evaluaba por equipos fueron los reportes de laboratorio, los cuales obtuvieron una asignación del ochenta por ciento de la calificación de laboratorio y veinte por ciento en la entrega de resúmenes individuales, como herramientas digitales emplearon: Microsoft Teams, Open Broadcaster Software y simuladores online, sin detallar cuales, así como, CamScanner para grabación de documentos.

### **Justificación**

Una vez analizados los trabajos reportados para el aprendizaje de la Cinemática a nivel ingeniería en diferentes contextos y en los últimos diez años, se puede observar que la manera de abordar este tipo de aprendizajes requiere un mayor compromiso por parte de las y los docentes, para que los contenidos de este tipo de asignaturas puedan ser realmente aprendidos por los estudiantes. En todos los trabajos se puede observar el papel que juega la tecnología educativa para que el proceso no sea exclusivo del aula, sino que se pueda complementar parte del aprendizaje de conceptos, que en su mayoría son abstractos, mediante la visualización de simuladores, revisión de videos y trabajo colaborativo en línea.

Los resultados presentados demuestran que, conforme la estrategia de aprendizaje lleva una mejor estructuración y dosificación de contenidos de manera ordenada los resultados son mejores en el impacto de aprendizaje, lo cual favorece a los estudiantes.

### **Tipo de investigación y herramientas de análisis**

El tipo de investigación de la presente propuesta es mixto, ya que se realizó un estudio cuantitativo y cualitativo. Cuantitativamente se analizó mediante la ganancia conceptual normalizada (Hake, 1998) y factor de concentración (Bao & Redish, 2001), el rendimiento y comprensión académica de los conceptos en los estudiantes. Cualitativamente se aplicó cuestionario en escala tipo Likert para evidenciar la apreciación por parte de los estudiantes respecto de la intervención didáctica mediante un diferencial semántico (Osgood, 1952).

Como instrumento de recolección de datos cuantitativo se utilizó el cuestionario: *Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE)*, elaborado por Ronald Thornton y David Sokoloff (1998), éste aborda los conceptos vistos en la intervención didáctica y se compone de 47 reactivos de opción múltiple, se aplicó en estudiantes de nuevo ingreso a un programa académico de ingeniería entre un rango de edad de 17 a 21 años.

Las preguntas se pueden clasificar en los siguientes grupos: *Grupo 1*: Preguntas 1-7, 30-39 y 44-47, identifican la aplicación de una fuerza unidimensional en varios escenarios, colisiones y fuerzas de fricción. *Grupo 2*: Preguntas 8-13, 27-29, identifican la interacción de la gravedad en el movimiento y, finalmente, *Grupo 3*: Preguntas 14-26, 40-43, identifican la interpretación gráfica por parte de los estudiantes en el movimiento (velocidad y aceleración) y fuerza.

Para el caso de la recolección de datos cualitativos se elaboró un cuestionario de percepciones por parte de los estudiantes respecto a las actividades que realizaron durante la intervención didáctica, se empleó un instrumento con escala Likert para generar un diferencial semántico (Osgood, 1952) que permitiera a los estudiantes decidir entre el agrado o desagrado de la intervención y la importancia alta o baja que pudiera presentarse durante la intervención, el cuestionario se estructuró con 10 preguntas, de las cuales 5 preguntas estaban relacionadas con las actividades a realizar de manera física en casa y 5 preguntas correspondían a la forma de adquisición de conocimiento, respecto a la claridad en los contenidos y transferencia en el conocimiento. Para analizar los resultados se hará un estudio de porcentajes simple mediante gráficas que muestren el comportamiento de las respuestas.

### **Población muestra**

La intervención didáctica se realizó en una población muestra de estudiantes general y no aleatoria de  $N = 78$  estudiantes, de dos grupos de 40 y 38 estudiantes respectivamente, siendo los períodos de cada grupo agosto – diciembre de 2020 y enero-junio de 2021. Los estudiantes participaron en el primer curso a nivel ingeniería, denominado “*Física del Movimiento Aplicada*” dentro del programa académico de Ingeniería Farmacéutica impartido en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, campus Guanajuato (UPIIG) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), entre el setenta y cinco (75 %) y ochenta (80 %) por ciento tomaron el curso por primera vez y el resto eran de recursamiento (segunda o tercera vez que realizaban el curso).

Los grupos fueron heterogéneos (hombres y mujeres), con una predominancia de mujeres entre un sesenta (60 %) y setenta (70 %) por ciento. Las edades de los estudiantes oscilaron entre los 18 y 21 años y la procedencia de ellos es, entre un cincuenta (50 %) y sesenta (60 %) por ciento del estado de Guanajuato y entre un cincuenta (50 %) y cuarenta (40 %) por ciento de otras regiones del México, respectivamente.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño de la intervención didáctica**

Para propiciar en los estudiantes el aprendizaje activo, bajo un escenario de modalidad virtual que combine actividades físicas y virtuales de manera síncrona se plantearon las siguientes actividades que fueron ejecutadas durante la intervención didáctica:

0. *Ubicación de los contenidos y tiempo asignado para proceso de aprendizaje.* El curso se compone de 18 semanas con tres sesiones de 90 minutos por semana, de las cuales para los temas que involucran cinemática y dinámica se encuentran dentro de las 5 primeras semanas, lo que implicó 8 sesiones de 90 minutos, para la implementación de la intervención didáctica.

1. *Identificación del nivel cognitivo de los estudiantes (Sesión 1)*. Al inicio del curso se aplica una evaluación diagnóstica, para el presente trabajo de investigación se realizó un estudio aplicando el cuestionario FMCE en combinación con preguntas tipo examen de admisión que realiza el IPN para identificar las habilidades matemáticas básicas, así como recolectar las ideas previas de los estudiantes. La evaluación diagnóstica se realiza el primer día de clase a través de un formulario en línea y tiene una duración de 40 minutos, una vez finalizada la evaluación se presenta de manera gráfica a los estudiantes el comportamiento de las respuestas sin señalar las opciones correctas, sólo con el objetivo de validar la cantidad de estudiantes que responden y los que se encuentran en línea.
2. *Actividades de realización individual física en casa (Sesiones 2, 3 y 4)*. Durante la clase en modalidad virtual síncrona se solicitó a los estudiantes que realicen las siguientes actividades en casa de manera individual:
  - i. *Dejar caer una pelota de tenis y un balón de fútbol soccer, así como objetos que tienen a su alcance y puede tirar al suelo*, esta actividad evidencia el efecto de caída libre y los estudiantes deben de explicar de manera individual que ocurre en ambos casos y explicar que pasa con los cuerpos de diferentes tamaños y pesos, deben regresar a la clase de manera virtual y explicar el fenómeno junto con los compañeros del grupo de manera virtual, esta actividad apoya a comprender conceptos que se ubican en el grupo 1 y grupo 2 de las preguntas en el cuestionario FMCE
  - ii. *Colgar un objeto a un hilo o cuerda y subir las escaleras de manera normal, así como bajar escaleras con el objeto colgando de la cuerda*. Esta actividad ponen en evidencia el comportamiento de las preguntas del grupo 2, dónde es muy evidente el error conceptual cuando un cuerpo recibe un impulso y los estudiantes confunden el efecto de la fuerza gravitacional, considerando que está cambia en diferentes etapas del movimiento de los objetos, esto es, consideran que al subir la fuerza en el objeto aumenta (subiendo las escaleras), que no hay fuerza cuando el cuerpo está en reposo (parte superior de las escaleras) y que la fuerza disminuye cuando el cuerpo va descendiendo (bajando las escaleras).
  - iii. *Utilizar una pelota pequeña o un carro de juguete para hacerlo rodar en una mesa*. En esta actividad se solicita a los estudiantes que tomen una pelota o carro de juguete en sus manos y lo deslicen en diferentes situaciones, siendo éstas, en una rampa que se puede construir con una carpeta, impulsando hacia arriba el objeto, desde la parte inferior, así como soltar el carrito o la pelota desde la parte superior y rodar por la mesa hasta que salga de la mesa y dejar caer al piso, estas actividades, aunque pareciera que son muy sencillas, pero permiten poner en ejemplo varios aspectos de la cinemática, como distancia recorrida, tiempo recorrido, velocidad y aceleración que se puede identificar con sólo observar estos comportamientos.

En todas las actividades los estudiantes tuvieron que realizarlas en su casa durante el tiempo de clase virtual, tanto de manera individual como grupal, una vez que se realizó la actividad se presentaron unos vídeos en línea para

que en grupo se explique de manera colaborativa que ocurrió en el fenómeno. Los videos se pueden consultar en Sánchez Guzmán (2020).

3. *Uso de simuladores demostrativos para la comprensión de conceptos de cinemática y dinámica (Sesión 5)*. Para el uso de los simuladores se emplearon los del proyecto PhET de la Universidad de Colorado en E. U. A., los cuales fueron dos simuladores: El hombre móvil y Fuerzas y movimiento (PhET, 2022), el empleo de estas simulaciones, en conjunto con las actividades físicas que desarrollaron en casa, les permitieron asimilar de una mejor manera la comprensión de los conceptos físicos. Tanto las simulaciones como las actividades se realizaron de manera síncrona en clases virtuales, permitiendo que todos los estudiantes pudieran realizar un experimento en casa y contrastar con sus opiniones durante la clase para compartir las ideas, finalmente el uso de las simulaciones propició aclarar algunos conceptos o ideas por parte de los estudiantes para asimilar de la mejor manera posible que es lo que ocurría en todos los escenarios. Es importante mencionar que esta actividad con el uso de las simulaciones permitió identificar y clarificar los conceptos que se abordan en las preguntas del grupo 3, ya que, las simulaciones presentan las gráficas correspondientes al movimiento y fuerza, completando así parte del aprendizaje conceptual, gráfico y matemático.
4. *Uso del lenguaje matemático para describir la cinemática y dinámica en Física (Sesiones 6 y 7)*. Después de que los estudiantes realizaron las siguientes actividades: 1. Demostración de experimentos físicos en casa, 2. Discusión y comparación de ideas para justificar el fenómeno observado y 3. Contrastación de los fenómenos a través de simulaciones demostrativas para clarificar y evidenciar aspectos que en un experimento formal no son visibles. Se procedió a emplear la relación de variables mediante el empleo del lenguaje matemático, se presentaron las ecuaciones básicas de movimiento, tanto Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU), Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) y Segunda Ley de Newton. Para reforzar el conocimiento, los estudiantes realizan 6 ejercicios numéricos por cada tema abordado, 2 ejercicios los trabajan con el docente, 2 se realizan de manera síncrona y virtual y se deja que los estudiantes se comuniquen entre sí para que en equipos de máximo 3 estudiantes resuelvan los 2 problemas planteados y 2 ejercicios se resuelven a manera de tarea, en general los estudiantes realizan 42 ejercicios durante los temas vistos. En esta parte de la metodología se involucra el trabajo en la clarificación de las preguntas correspondiente a los 3 grupos definidos del cuestionario FMCE, ya que trabajan a nivel abstracto la comprensión y aplicación de los conceptos vistos de manera síncrona y virtual, involucrando todos los conceptos vistos y trabajados tanto de manera individual en casa como colectiva.
5. *Evidencia y evaluación en el aprendizaje (Sesión 8)*. Para concluir la intervención didáctica y evidenciar el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos aprendidos, así como, de la resolución de problemas por parte de ellos, se realiza una evaluación final que incluye las preguntas del FMCE con la resolución de ejercicios en línea a través de la plataforma institucional que es soportada por un sistema de administración de aprendizaje basado en Moodle. Los estudiantes tuvieron una sesión completa de 90 minutos para poder responder las preguntas de opción múltiple del FMCE y resolver problemas de cálculo y algebraicos con una situación similar en todos los ejercicios, pero generando un mínimo de 100 posibilidades por ejercicio al

tener variables aleatorias que construyeran los datos de los problemas numéricos a resolver.

6. *Aplicación de la encuesta respecto a las actividades realizadas.* Una vez concluida la intervención didáctica para el aprendizaje de los conceptos de cinemática y dinámica, se procedió a la aplicación de una encuesta para conocer la opinión de las actividades que desarrollaron, así como identificar las áreas de oportunidad para el logro de los objetivos correspondientes, esta encuesta permitió identificar en qué medida el lenguaje, los elementos visuales y las actividades realizadas en casa de manera física, propiciaron el aprendizaje de manera positiva y despertaron en los estudiantes el gusto por el estudio de las ciencias, para este caso el aprendizaje de la Física, se otorgó la libertad de realizar esta encuesta fuera de los horarios de clase y no se asignó tiempo de cierre, sólo había una fecha límite de 3 días para responder la encuesta.

Una vez realizada la implementación de la intervención didáctica aquí descrita se procedió a realizar la evaluación y análisis de resultados con los datos obtenidos.

## RESULTADOS

### Factor de concentración

Para identificar cuál fue el impacto de la intervención didáctica aplicada se procedió a la recolección de todos los datos generados por los diferentes instrumentos para tal efecto, encontrándose los siguientes valores y análisis.

Para el estudio del factor de concentración y apoyados en la propuesta realizada por Hake (1998), se tiene que:

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \text{ post-test}) - (\% \text{ pre-test})}{100 \% - (\% \text{ pre-test})} \quad (1)$$

De los datos obtenidos se obtuvieron los siguientes valores.

(% pre-test) = 35 %

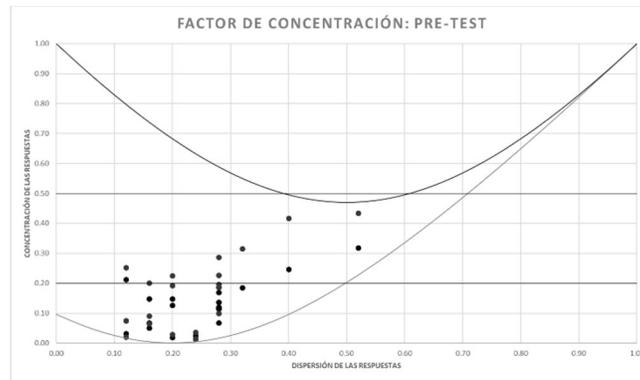
(% post-test) = 75 %

$$\langle g \rangle = \frac{(75 \%) - (35 \%)}{100 \% - (35 \%) } = 0.61 \quad (2)$$

Lo que representa un valor de ganancia media generado por la intervención didáctica, este valor se encuentra dentro de los valores positivos e implica un impacto en favor del aprendizaje de los conceptos de cinemática y dinámica en estudiantes de primer año en un programa de ingeniería.

### Factor de concentración

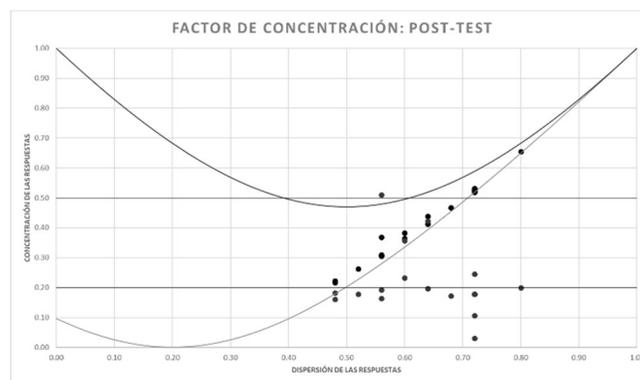
Gráficamente se puede analizar el comportamiento de las preguntas y los grupos de estas, para identificar a través del Factor de Concentración (Bao & Redish, 2001), la orientación y el comportamiento en la comprensión y aprendizaje de los conceptos de cinemática y dinámica en estudiantes de ingeniería, se generaron 2 gráficas de factor de concentración, la primera se aplicó a los resultados del pre-test (Figura 1) y la segunda a los resultados del post-test (Figura 2):



**Figura 1.** Gráfica del factor de concentración: pre-test

De la Figura 1 se puede observar que la mayoría de los estudiantes presentaban la misma situación en el aprendizaje y el promedio que se tiene en la evaluación diagnóstica de treinta y cinco por ciento (35 %), refleja que los estudiantes no tenían claros los conceptos que se iban a trabajar durante la intervención didáctica, lo que permite considerar la situación previa al inicio de las actividades que fueron desarrollando. Para esta situación, las preguntas de los grupos 1 y 3 se encontraron en los niveles más bajos y que son las preguntas del FCME que tiene que ver con los conceptos de fuerza y graficación, en el caso de las preguntas del grupo 2 se obtuvieron valores intermedios, ya que, los estudiantes tenían algunas ideas previas del nivel bachillerato.

Para el caso del Post-test se tiene la Figura 2:



**Figura 2.** Gráfica del factor de concentración: post-test

Como resultado de la intervención didáctica, se puede observar que las actividades desarrolladas dentro de la misma favorecieron la comprensión de conceptos de manera positiva, mejorando considerablemente el porcentaje de respuestas correctas que se presentaron en la evaluación final, las preguntas de los grupos 2 y 3 tuvieron un mejor rendimiento en la concentración de respuestas correctas, en el caso de las preguntas del grupo 1 se tuvo una mejora pero todavía haría falta trabajo por realizar para enfocar a un mejor nivel los resultados ya que el concepto de fuerza mediante la segunda ley de Newton requiere un nivel de abstracción medio o alto.

### Diferencial semántico

Para identificar este nivel de experiencia se aplicó una encuesta con escala Likert y propiciando un diferencial semántico (Osgood, 1952) para evidenciar un grado de involucramiento en los estudiantes al momento de participar en la intervención didáctica, se generaron 10 cuestiones que se dividieron en 2 grupos: *Grupo 1*: 5 preguntas para identificar su percepción respecto a las actividades desarrolladas en casa y *Grupo 2*: 5 preguntas respecto a su percepción en el aprendizaje de los conceptos visto durante el curso. Como resultado de su aplicación se obtuvieron los siguientes resultados.



**Figura 3.** Resultado del diferencial semántico respecto a las actividades físicas realizadas en casa

De la Figura 3, se puede observar que las actividades físicas desarrolladas de manera síncrona en casa durante la clase virtual fueron atractivas e interesantes, los comentarios positivos permiten identificar que este tipo de intervenciones favorecen el aprendizaje activo y permiten que los estudiantes desarrollen habilidades y competencias aún en una situación en su mayoría atípica de aprendizaje, ya que sí bien ellos estuvieron medio año o un año trabajando en modalidad virtual por efecto del confinamiento, en muchas situaciones el aprender ciencia en casa realizando actividades les resultó divertido y novedoso. Respecto a la comprensión de los temas vistos en el curso se tiene la Figura 4.



**Figura 4.** Resultado del diferencial semántico respecto al aprendizaje de los conceptos de cinemática y dinámica

De la Figura 4, se aprecia y coincide con los resultados mostrados tanto en la ganancia conceptual como el factor de concentración, que a los estudiantes les cuesta trabajo la asimilación y abstracción de conceptos físicos para un curso formal de Física, sí bien se cuenta con diferentes situaciones didácticas que fomentan y propician la activación en el aprendizaje, todavía el proceso de asimilación de conceptos, interiorización y apropiación de estos es complicada, toda vez que en su mayoría han realizado mínimo un curso de Física con los conceptos vistos y propuestos en este curso de ingeniería. Pero se identifica que hay una tendencia positiva hacia la comprensión efectiva de situaciones y conceptos físicos.

## CONCLUSIONES

Se puede evidenciar que el correcto diseño y aplicación de una intervención didáctica, favorecen el aprendizaje en los estudiantes, el involucrar a los estudiantes a realizar actividades sencillas de manera física permite que se activen los aprendizajes sensoriales que faciliten la manipulación de un fenómeno físico y “sentir” cómo se comportan los cuerpos y su movimiento, así como, “sentir” el efecto de la fuerza y como está depende de la situación y las condiciones en las que se realizan. Sí bien las actividades fueron durante clases virtuales síncronas, esto permitió que el docente pudiera guiar a los estudiantes durante las actividades y en caso de alguna duda de cómo realizarlas, el docente pudo intervenir de manera inmediata en la atención, lo que permitió que los estudiantes realizaran de manera correcta y segura sus actividades.

El apoyo de las simulaciones como herramienta complementaria en el aprendizaje es fundamental, ya que permitió a los estudiantes ver aspectos del fenómeno que de manera física no se pueden identificar, como el desplazamiento derivado de la gravedad al caer los cuerpos, con esta información los estudiantes pudieron construir o complementar su experiencia sensorial y conocer con mayor detalle cómo se presenta el movimiento y la interacción de fuerzas, sin esta herramienta se dificultaría parte de la comprensión y no permitiría al estudiante llevar a cabo la transferencia de conocimiento, necesaria para su formación como profesionista en un programa de ingeniería.

Los momentos de intervención por parte de los estudiantes al tratar de explicar que pasa en los fenómenos físicos, fomentaron un ambiente de colaboración y participación, sí bien al inicio hubo cierta resistencia, conforme se avanzó en las actividades el nivel de participación aumento de manera considerable, lo que mejoro el ambiente virtual de comunicación entre los estudiantes y el docente. Es a través de ese ambiente que los estudiantes participaron de manera activa, cuando se presentó la etapa de conjuntar los conceptos con el modelo matemático se tuvo una mejor comprensión de la interacción entre las variables y el apoyo entre ellos para tratar de explicar cómo se lleva a cabo el análisis cuantitativo mediante la ecuación de un fenómeno físico lo que propicio un mayor interés en los estudiantes por aprender otros temas de matemáticas.

## BIBLIOGRAFÍA

Bao, L. & Redish, E. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. *American Journal of Physics*, 69(45).  
<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1371253>

- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), pp. 68-74. <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.18809>
- Jiménez, F., Agudelo, J. y Vargas, J. (2015). Incidencia en la interacción didáctica en el aprendizaje de conceptos cinemáticos en estudiantes de ingeniería en la UAM, analizada desde sus ideas previas. *Revista Educación en Ingeniería*, vol.10(19), 26-38. [https://redib.org/Record/oai\\_articulo3185324-incidencia-de-la-intervenci%C3%B3n-did%C3%A1ctica-en-el-aprendizaje-de-conceptos-cinem%C3%A1ticos-en-estudiantes-de-ingenier%C3%ADa-de-la-uam-analizada-desde-sus-ideas-previas](https://redib.org/Record/oai_articulo3185324-incidencia-de-la-intervenci%C3%B3n-did%C3%A1ctica-en-el-aprendizaje-de-conceptos-cinem%C3%A1ticos-en-estudiantes-de-ingenier%C3%ADa-de-la-uam-analizada-desde-sus-ideas-previas)
- Lara, O., Neira, S. y Cedillo, M. (2021). Impacto académico de estrategias digitales en un laboratorio de cinemática en modalidad online. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 8(13). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/713>
- Martínez, A., Romero, J., Torrijos, M. y López, E. (2020). Enseñanza disruptiva de la Física, de las situaciones al aprendizaje. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 7(12). <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/issue/view/17>
- Osgood, C. (1952). The nature and measurement of meaning. *Psychological Bulletin*, 49(3), pp. 197-237. <https://psycnet.apa.org/record/1953-02510-001>
- PhET Interactive Simulations (2022). *Fuerzas y Movimiento: Intro*. University of Colorado. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/>
- Sánchez, D. [@ScienceEducationTv]. (5 de octubre de 2020). Física del Movimiento aplicada, análisis de evaluación diagnóstica. *Sesión 4. Analisis Resultados movimiento evaluación diagnóstica*. [archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=k7LqKtBf6Fo&list=PLqZAZjh2CR2fQ5JsaQORB6PjeZtvLccjc>
- Silvestre, J., Palatto, N. y Manjarrez, E. (2019). Estrategia de enseñanza aprendizaje aplicada en la enseñanza de la física en ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 6(11). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/issue/view/16>
- Thornton, R., & Sokoloff, D. (1998). 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 of Physics*, vol. 66(4), pp. 228-351. [https://www.researchgate.net/publication/216743405\\_Assessing\\_student\\_learning\\_of\\_Newton's\\_laws\\_The\\_Force\\_and\\_Motion\\_Conceptual\\_Evaluation\\_and\\_the\\_Evaluation\\_of\\_Active\\_Learning\\_Laboratory\\_and\\_Lecture\\_Curricula](https://www.researchgate.net/publication/216743405_Assessing_student_learning_of_Newton's_laws_The_Force_and_Motion_Conceptual_Evaluation_and_the_Evaluation_of_Active_Learning_Laboratory_and_Lecture_Curricula)