

## Diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza y aprendizaje de la cinemática mediante el uso del software GeoGebra.

Diana María Gañan Trejos (Innovative Education. Colombia)

*Fecha de recepción: 21 de noviembre de 2019*

*Fecha de aceptación: 17 de febrero de 2020*

---

### Resumen

Este trabajo contiene el análisis detallado de las implicaciones que trae consigo el establecer relaciones directas entre la enseñanza y el aprendizaje de la física con la contextualización de los conceptos y problemas (problemas propios) de la cinemática, específicamente en los deportes más practicados por parte de los estudiantes de grado décimo de la institución investigada, perteneciente al sector privado ubicada en la ciudad de Pereira en Colombia. Dichas implicaciones hablan acerca de las dificultades presentadas en el aprendizaje por el método tradicional a la hora de las explicaciones de la cinemática, contrastando dichas dificultades con las ventajas otorgadas por parte de la enseñanza a través de Recursos Educativos Abiertos (REA), contextualizando todo el saber enseñado a través del deporte, usando el tema en cuestión.

### Palabras clave

Enseñanza, Aprendizaje, Física, Cinemática, REA.

---

### Title

Design of a virtual laboratory for teaching and learning kinematics by using the GeoGebra software.

### Abstract

This paper presents a detailed analysis of the implications of establishing direct relations between the teaching-learning of physics and the contextualization of kinematics concepts and problems. More specifically, this paper uses the most practiced sports among 10th graders at a private school in Pereira, Colombia. Such implications spotlight the challenges presented when instructing kinematics with a traditional method. This study also compares such challenges with the advantages that teaching through Open Educative Resources (OER) provides.

### Keywords

Teaching, Learning, Physics, Kinematics, OER

---

## 1. Introducción

Es indudable que el escenario actual de la educación debe tener en cuenta todas las variaciones culturales, sociales, políticas y tecnológicas que en el mundo se han desarrollado. Es ya un tópico la constante relación que tienen a nivel mundial, tanto en el plano individual como colectivo, los seres humanos con la tecnología. De ahí que la irrupción de las nuevas tecnologías de la información TIC, en el plano educativo, sea un fenómeno vital y de amplia relevancia, entendido como un recurso didáctico que posibilita entornos de enseñanza y aprendizaje que paulatinamente se han ido implementando en los diferentes ámbitos educativos a nivel mundial.

Actualmente es posible hablar de una alfabetización digital, desde el punto de vista nacional, ya que son muchas las instituciones que implementan lo que la UNESCO a partir del año 2012 denominó

como *recursos educativos abiertos*, citado por (Sicilia, M. A., 2007, pág. 27), como “materiales en formato digital que se ofrecen de manera gratuita y abierta para educadores, estudiantes y autodidactas para su uso y reúso en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación”, pues estos permiten llevar a cabo transformaciones significativas mediante una correcta integración didáctica entre la enseñanza y la utilidad de dichos recursos. En el plano de las ciencias naturales, y en particular de áreas como matemática y física, los profesores se topan con múltiples dificultades; entre ellas, el visible desinterés por parte de los estudiantes que pone, de entrada, una barrera difícil de superar. Es allí donde la tecnología mediante los REA (Recursos Educativos Abiertos) forma una correcta didáctica y una perfecta conjunción que imprime en el estudiante un desarrollo académico novedoso por su constante inmersión en las herramientas tecnológicas con las que cotidianamente interactúa.

Por tanto, el diseño y la realización de actividades didácticas mediadas por software, en este caso GeoGebra, son fundamentales y se enmarcan en un panorama propicio para facilitar un entorno práctico en el estudiante, puesto que esta herramienta:

*“Facilita procesos de abstracción para mostrar cómo se construye una relación entre un modelo geométrico y un modelo algebraico de una situación de la vida real, lo que permite encontrar soluciones no solo matemáticas sino además visuales que representan la solución de un determinado problema.” (Barahona Avecilla et al., 2015, pág.122)*

Es aquí donde se evidencia el aspecto que permite que exista un entorno en potencia para lograr un aprendizaje significativo, puesto que se pretende enseñar a los estudiantes los principales movimientos de la cinemática como son el movimiento rectilíneo uniforme, el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y el movimiento parabólico con sus variables como velocidad, aceleración y distancia. Además, la respectiva interpretación gráfica de los fenómenos en cuestión, aspectos que en una simple clase tradicional parecerían a los estudiantes un tema complejo y más con el desinterés que ya existe actualmente en relación con estas materias, generaría un ambiente difícil para la enseñanza. Para contrarrestar estos efectos la propuesta didáctica es de vital importancia, pues integra en sí misma aspectos de la vida cotidiana de los estudiantes, teniendo en cuenta los estándares de matemáticas y ciencias naturales, pues estos están diseñados con el fin de fijar los propósitos que se deben desempeñar en la educación, entre ellos el de contribuir de manera integral a la formación de seres humanos autónomos y responsables.

De ahí que se plantee una propuesta práctica para enseñar cinemática a estudiantes de la institución educativa de la ciudad de Pereira, mediante un REA (Recursos Educativos Abiertos), como es GeoGebra (elemento de vital importancia en el contexto tecnológico de un mundo globalizado y en constante transformación como el actual) y que tenga en cuenta los intereses o hábitos más comunes en los estudiantes, como es la práctica de algunos deportes como el fútbol, baloncesto y voleibol que llevan a cabo los movimientos más relevantes de la cinemática (movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado y movimiento parabólico), involucrando así aspectos de su día a día y logrando transversalizar el conocimiento adquirido dentro del aula de clase a la vida cotidiana. Todo esto con el fin de realizar explicaciones científicas a fenómenos físicos (cinemática) utilizando la simbología conveniente.

Sin duda tal iniciativa no deja de plantear retos para los profesores, pero es allí donde sale a relucir la formación y el conocimiento integral que todo docente debe tener de la época que le corresponde. (Brousseau, 1986, pág. 4) indica al respecto:

*El trabajo del profesor está en cierta medida inmerso en el trabajo del investigador, debe producir una re-contextualización y una re-personalización de los conocimientos. Ellas van a convertirse en el conocimiento de un alumno, es decir, en una respuesta bastante natural a condiciones relativamente particulares, condiciones indispensables para que tengan un sentido para él. Cada conocimiento debe nacer de la adaptación a una situación específica, pues no se crean las probabilidades en el mismo género de contexto y relaciones con el medio, que aquellas que inventa o utiliza la aritmética o el álgebra.*

Tradicionalmente la enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas dedican bastante tiempo al planteamiento y solución de problemas que en el caso particular de la física y, más en particular, de la cinemática, consisten en desarrollar cientos de ejercicios que en su realización tradicional parecieran ser demasiado abstractos y estar ligados a aspectos netamente académicos.

Es decir, plantean escenarios que, a simple vista, no tienen relación alguna con aspectos cotidianos o comunes del estudiante, generando un notorio desinterés por el área en cuestión, lo que conlleva a que este tome la cinemática como una serie de movimientos que no han tenido la oportunidad de experimentar en su entorno, ocasionando un desempeño limitado al momento de abordar la materia. Por ello, la necesidad del tacto y el observar profundo que requiere un docente en sus labores cotidianas para hacer ver que tales movimientos, que parecen estar ligados a un plano meramente académico y abstracto, se desarrollan en actividades frecuentes como la práctica de deportes como el baloncesto, el fútbol y el voleibol, todos ellos practicados con frecuencia y que en muchos de los estudiantes forman parte de sus pasiones y afinidades.

Sin duda alguna, la educación escolar debe contribuir al mejoramiento de procesos, análisis, comprensión lectora y educar a través de contextos, con el fin de lograr una formación integral de los individuos que involucre todos los aspectos de sus vidas. Para desarrollar habilidades y una adecuada comprensión de los diferentes movimientos y para ofrecer una posible solución de las problemáticas planteadas en la física y las matemáticas, se propone el desarrollo de una secuencia didáctica mediante un laboratorio virtual cuyo objetivo principal es enseñar la cinemática a través del software GeoGebra.

Aplicando dicho tema con la formalidad y aplicabilidad necesaria para el interés de un grado en específico, en este caso el grado Décimo de la Institución educativa ubicada en la ciudad de Pereira, dicha actividad integra en su desarrollo diferentes niveles de dificultad, por medio de ejercicios que podrán aplicar los estudiantes en sus vidas cotidianas, permitiendo enlazar todo el conocimiento obtenido mediante una comprensión integral que permita dar explicaciones científicas a fenómenos físicos (cinemática) observados a diario y al tiempo permite que se interesen en mayor medida por los conocimientos físicos.

## 2. Antecedentes

Es evidente que, en la medida que el mundo progresa, la educación también evoluciona y actualmente abren un sinnúmero de posibilidades, puesto que al tiempo que la tecnología dispone un escenario nuevo en todos los sentidos, va permeando entornos en los que, si se utiliza de manera correcta y oportuna, pueden generarse avances significativos que contribuyan al progreso integral de los seres humanos.



Bajo esta estela es preciso observar con detalle la relación y las implicaciones positivas que en educación se generan, gracias a la utilización de *recursos educativos abiertos*, como es el caso de GeoGebra, en procesos didácticos con el fin de enseñar contenidos de física o matemática complejos, pero que, además, tienen en cuenta aspectos de la vida cotidiana de los estudiantes, permitiendo una mayor atención y comprensión por parte de estos.

Es importante y necesario resaltar los grandes hallazgos e interrogantes resueltos en otros espacios por otros investigadores en la consecución de un laboratorio virtual desde una unidad didáctica para la enseñanza de la cinemática.

(Jaramillo Quintero, Diego A. 2016) en su tesis “Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de la cinemática del movimiento en Caída “libre” y del Movimiento Parabólico utilizando herramientas tecnológicas como instrumentos de mediación: Estudio de caso en el grado 11° de la Institución Educativa ATANASIO GIRARDOT” tuvo como objetivo realizar una intervención pedagógica con el fin de disponer de un escenario práctico integral abordando conceptos de la cinemática como caída libre y movimiento parabólico en 27 estudiantes de grado 11°, a partir de tres momentos específicos; en primer lugar la verificación de los conocimientos previos que poseían los estudiantes respecto a los temas abordados, posteriormente una detenida aclaración de la teoría, y para concluir, la ejercitación y experimentación de los procesos. En esta investigación se resaltan resultados importantes logrados por los estudiantes en el estudio de los movimientos de la cinemática, ya que se utilizaron laboratorios, diseños de conceptos, evaluación de presaberes y post-saberes y la consecución de dicha propuesta didáctica mediante el denominado factor de Hake. Además, en la etapa de experimentación del proceso, los estudiantes tuvieron acceso a unas guías de laboratorio y la posibilidad de utilizar dispositivos electrónicos como computadores, Smartphone y tablets con la integración de programas como PhysicsSensor.

(Rivera Ramírez, Jhonatan, 2017) en su tesis “Diseño de guías para la enseñanza aprendizaje de la cinemática usando el software GeoGebra en el grado décimo de la I.E pio XII.” se propone diseñar una guía didáctica enmarcada dentro de un análisis contextual, en este caso, las problemáticas que presentaban los estudiantes de grado 10° de la zona rural en relación a la apropiación de los conocimientos y formulaciones de la cinemática, motivo por el cual plantea la elaboración de estas guías didácticas en las que el aspecto tecnológico, por medio del software GeoGebra, tiene una amplia relevancia y posibilita un entorno educativo idóneo para la enseñanza aprendizaje de la física. Algunos temas como movimiento rectilíneo uniforme, lanzamiento vertical, movimiento en dos dimensiones, formaron parte del eje central de las guías. Así, esta conjunción entre unas guías detalladas y el uso práctico de la herramienta tecnológica, permite que el estudiante acceda a una manera novedosa que le facilita la comprensión de los temas que forman parte de la cinemática. Además, una vez efectuado y finalizado el proceso, el estudiante se enfrenta a un test que mide el conocimiento adquirido y la capacidad teórica. Por otro lado, mediante la creación de ejercicios básicos y de movimientos simples, pero de aplicación contextualizada, el estudiante logra explicar fenómenos que rodean a la población en su acontecer cotidiano.

(Guerrero Betancur, Alexander, 2016) en su tesis “Implementación de software interactivo libre como una herramienta didáctica para apoyar significativamente a los procesos de enseñanza y aprendizaje de ciertos conceptos cinemáticos mediante la interpretación gráfica” se plantea como objetivo principal implementar el software libre GeoGebra como una estrategia didáctica con el fin de generar impacto positivo en la enseñanza aprendizaje de la interpretación gráfica de los fenómenos

físicos de la cinemática. El proceso se llevó a cabo con 16 estudiantes de grado 10° en la institución educativa La Estrella, en zona rural.

El proceso se realizó por medio de la elaboración de una prueba previa que permitió generar un diagnóstico sobre los conocimientos que los estudiantes ya poseían en relación al tema particular y que posibilitara un recurso para contrastar, posteriormente, mediante un análisis cualitativo interpretativo como elemento metodológico, la evolución del proceso. Además, realizaron una simulación y una iniciativa que promovía el trabajo colaborativo, concluyendo en la aplicación de un test de Liker el cual detectó que la gran mayoría de estudiantes aprobaban el proceso realizado y pensaban que las simulaciones facilitaban el aprendizaje.

(Tamayo Martínez, Edwin D., 2013) en su investigación “Implicaciones didácticas de GeoGebra para el tratamiento de los tipos de funciones en estudiantes del último grado de secundaria” llevó a cabo una investigación de tipo cualitativo al respecto de todo lo que rodea la utilización del recurso educativo abierto GeoGebra como herramienta didáctica en la enseñanza aprendizaje de las matemáticas. En primera instancia, indagó la percepción de maestros y estudiantes sobre las debilidades y fortalezas de dicho recurso con el fin de llegar a un diagnóstico sobre el aprendizaje significativo que este trae. Por medio de tres talleres realizados a los estudiantes de grado 11° del colegio Colombo Francés en el municipio de la Estrella Antioquia, sobre los diferentes tipos de funciones. El resultado de estos talleres fue objeto de reflexión sobre aspectos fundamentales como las dificultades al momento de la implementación de GeoGebra, las reflexiones didácticas generadas tras el análisis de los resultados y las posibles mejoras con el fin de intervenir en el aula. Concluyeron que la herramienta aporta elementos necesarios para generar un entorno educativo en el cual se genere la construcción del conocimiento.

### 3. Metodología.

Teniendo en cuenta las implicaciones evidentes dentro del proceso investigativo, se torna de vital importancia trazar un panorama que responda a las exigencias planteadas. Lo que corresponde a un objetivo netamente experimental dentro de la virtualidad, cuya realización recae sobre una propuesta de investigación aplicada, pues se lleva a cabo en un entorno determinado (un grupo de estudiantes) que, con la aplicación del respectivo laboratorio mediante un proceso detallado, va evidenciando los resultados del proceso, lo que permite generar una transformación educativa en el salón de clases.

*El término experimento tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a "elegir o realizar una acción" y después observar las consecuencias (Babbie, 2001). Este uso del término es bastante coloquial; así, hablamos de "experimentar" cuando mezclamos sustancias químicas y vemos la reacción provocada, o cuando nos cambiamos de peinado y observamos el efecto que suscita en nuestras amistades dicha transformación. La esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados. (Hernández Sampierí, R. 2006, pág. 159)*

Por ello, la investigación responde a un carácter contextual que pretende generar un reconocimiento, por parte de los estudiantes, de un conocimiento teórico mediante una aplicación práctica del mismo. Lo que implica que esta se pueda llevar a cabo en la medida en que se planteen unos procedimientos y se desarrollen, es decir, mediante un involucramiento contextual por parte tanto del docente como de los estudiantes en busca de una transformación específica de sus capacidades cognitivas y formas de aprender el conocimiento.



### 3.1. Enfoque

Actualmente el papel del profesor, sin duda alguna, es el del mediador, de ahí que su papel sea cada vez más activo y en constante preparación. Un docente es un estudiante incansable, de lo contrario las dinámicas que imperan podrían generar que su acción en la vida y educación de los estudiantes no surta efecto. Por ello, esta investigación se lleva a cabo bajo el modelo de investigación-acción que sería en palabras de (Latorre, Antonio, 2003, pág.6) *“como una forma de indagación realizada por el profesorado para mejorar sus acciones docentes o profesionales y que les posibilita revisar su práctica a la luz de evidencias obtenidas de los datos y del juicio crítico de otras personas”*

Así pues, la investigación se torna como un elemento vital para la transformación del entorno educativo y requiere plantearse múltiples retos que tengan en cuenta todos los elementos que rodean la vida de los estudiantes, como es la tecnología, que se convierte en una herramienta aliada y que transforma concretamente el escenario educativo de acuerdo a la manera como se utilice. Por tanto, el enfoque utilizado en esta investigación es de carácter cuantitativo ya que se realizó un pre-test y post-test diseñado con preguntas conceptuales y problemas básicos de la cinemática, pudiendo evaluar la comprensión del tema.

### 3.2. Población

Este trabajo se realiza con los estudiantes de grado decimo de la institución educativa en cuestión de la ciudad de Pereira, en una intensidad horaria de 2 horas por semana, durante 2 periodos con 11 semanas cada uno. Los participantes del grupo investigado corresponden al grado 10-B, en principio eran 19 y finalizaron 18 estudiantes. El grupo control corresponde al grado 10 –A, un grupo que en principio contaba con 21 estudiantes y finalizaron 20 estudiantes entre los 14 y 16 años. La población en su totalidad corresponde al contexto urbano.

### 3.3. Estrategia

Con respecto a la resolución de problemas, casi en todas las ocasiones, el punto más débil al momento de estudiar, por su naturaleza abstracta, es la comprensión clara de los conceptos básicos de la cinemática y de sus aplicaciones, hallar valores y calcular variables. De ahí la importancia de este laboratorio virtual, ya que busca una mejor comprensión en cada uno de los movimientos practicados en los deportes más comunes como el fútbol, el baloncesto y el voleibol, y la posibilidad de que sean asociados a la cotidianidad de los estudiantes.

El proceso inicia con un pre-test de conceptos y aplicaciones previas al iniciar el tema, mediante una introducción de conocimientos según los resultados y la explicación general de este, implicando todo lo relacionado con el deporte en general hasta la forma tradicional como se suele ver la cinemática. Posteriormente se hicieron 3 laboratorios virtuales en el software GeoGebra:

- Fútbol
- Baloncesto
- Voleibol

Cada uno de estos applets tenía presente una guía donde debían profundizar los conceptos, relacionar cada uno de los movimientos y realizar ejercicios de aplicación según lo visto. Posteriormente se empezaron a explicar de manera individual, es decir, una clase por cada actividad, el primer applet fue el de fútbol, seguido del de baloncesto y por último el de voleibol. Ellos debían entender los movimientos del simulador, y con base en eso resolver la actividad de la guía. Al concluir estas actividades se realizó un post-test donde se evidenció la comprensión de los conceptos y aplicaciones de la cinemática (movimiento rectilíneo, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, movimiento parabólico), logrando mostrar como resultado la posibilidad de que los estudiantes llegaran a un aprendizaje significativo reflejado en su cotidianidad.

#### **4. Procedimiento**

El material que se tomó como referencia y estuvo integrado en todas las actividades desarrolladas de cada una de las aplicaciones presentadas, se enfocó, principalmente, a involucrar la modalidad virtual interconectada con el entorno cotidiano, notorio y proveniente de los movimientos realizados en los respectivos deportes. Esto fundamentando conceptualmente los presaberes ya obtenidos por parte de los estudiantes mediante la organización de actividades que llevaron al estudiante a indagar, observar y explicar fenómenos de la vida cotidiana mediante el análisis de los movimientos de la cinemática.

En las actividades didácticas realizadas se estimuló el aprendizaje con el fin de que los estudiantes formulen inicialmente explicaciones acerca de todas las variables que pueden interferir en la explicación de la cinemática en el deporte y, seguidamente, pronostiquen valores para las variables a tener en cuenta, con las cuales se cumplan las condiciones necesarias para la solución del problema afín, y por último la explicación formal acerca de los conocimientos adquiridos por medio de expresiones matemáticas y físicas.

Las actividades tienen como fundamentos principales el aprendizaje y la evaluación al mismo tiempo, de manera coexistente logran llevar a cabo un proceso mucho más dinámico y acertado, ya que en cada una de las actividades propuestas se encuentran pruebas de los conocimientos adquiridos por cada una de las explicaciones ya realizadas. La evaluación será continua en el aula, teniendo en cuenta la participación en clase, el trabajo en equipo y la resolución de dichas actividades como fenómeno cotidiano y las prácticas virtuales.

El contenido de las actividades didácticas estuvo orientado a:

- Indagación por parte de los estudiantes para la explicación de fenómenos físicos como los movimientos básicos de la cinemática dentro del deporte.
- Explicación de las variables que intervienen dentro de los movimientos encontrados en el deporte.
- Razonamiento matemático para encontrar valores exactos de las variables que intervienen dentro de cada uno de los deportes estudiados.
- Retroalimentación del conocimiento adquirido a través de la observación de la práctica virtual contrastando con la práctica cotidiana del deporte.



### 4.1. Simuladores

Desde el estudio realizado previamente a través tanto de la observación como de la indagación acerca de las principales aficiones de los estudiantes, se logró concluir que tienen como común denominador la práctica de los diferentes deportes, entre los que se destacan con mayor auge: el fútbol, el voleibol y el baloncesto.

Conociendo ya estas prácticas deportivas cotidianas realizadas por parte del grupo investigado y mezclando con las necesidades educativas observadas desde años pasados, como lo fue la falta de interpretación y de apropiación de conceptos, lo que conlleva a no alcanzar un aprendizaje profundo en el área de la física, específicamente en el tema de cinemática, debido a estas perspectivas anteriormente mencionadas, se generaron laboratorios virtuales que mezclaban diferentes situaciones en las que los estudiantes podrían interactuar con el simulador con el objetivo de identificar todas las variables que se tenían en cuenta a la hora de practicar los ya mencionados deportes, en los cuales encontramos 3 simuladores y cada uno trabajando temas específicos <sup>1</sup>.

El primero de ellos trabaja el más practicado de los deportes por el grupo en cuestión, el fútbol, y se propone como situación un saque de portería que debe de ser alcanzado por otro jugador, mediante la utilización de diferentes movimientos, como son: el parabólico (que para resolver los problemas encontrados dentro del simulador debe descomponerse como la mezcla entre movimiento rectilíneo uniforme y caída libre) y los movimientos rectilíneo uniformemente acelerado y movimiento rectilíneo uniforme (después de alcanzar la máxima velocidad) por parte del jugador que desea alcanzar la pelota.

En el segundo simulador se encuentra la práctica de baloncesto, en el cual se tienen en cuenta los siguientes movimientos: el movimiento reclinado uniformemente acelerado (ya que se parte del reposo) y el movimiento rectilíneo uniforme (cuando se alcanza la velocidad máxima) por parte del deportista que desea encestar, y por último la trayectoria del balón que describe un movimiento parabólico.

El último de ellos trabaja el deporte del voleibol, el cual involucra los siguientes movimientos: movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (este realizado por parte de los participantes, ya que no se cuenta con la distancia necesaria para alcanzar velocidades máximas, sólo se encuentran en constante movimiento acelerado) y el movimiento parabólico por parte del balón.

Durante la interacción con los simuladores en cuestión, se pudo observar por parte de los estudiantes los diferentes conceptos trabajados: tiempo, aceleración, velocidad, distancia, entre otros. De este modo se construía individualmente por parte de los estudiantes conceptos a través de interacciones gráficas, lo que a su vez invita a recobrar la definición formal de cada uno de estos conceptos, por lo que en cada uno de los simuladores se tuvo como precaución el incluir los conceptos formales que trabajaba cada uno de ellos.

Esta articulación curricular de los simuladores con los contenidos propios de la asignatura de física, no se trata únicamente de la entrega de guías de prácticas, sino también de la construcción de un proceso en el que el docente y el estudiante, como propone (Gros Salvat, B., 2000), para integrar curricularmente las TIC es necesario usarlas de forma habitual en todo tipo de actividades diarias del aula, escribir, experimentar, simular, diseñar, aprender un idioma y mucho más que conlleve a trascender el mero uso instrumental. De ahí la necesidad de que sea claro el diálogo entre herramientas, currículo

y didáctica, sin una preponderancia mayor de una frente a otra, sino coexistiendo en búsqueda de una relación armónica.

## 4.2. Unidad Didáctica

La unidad didáctica fue creada, en primer momento, con base a los objetivos considerados a alcanzar en la primera instancia (pre-test). Posteriormente, se genera un cambio y adaptan los ítems dentro de la unidad según correspondan las necesidades y faltas conceptuales encontradas durante la aplicación de la primera instancia y otras consideraciones halladas durante el progreso de las intervenciones, considerando principalmente que las aplicaciones de mejora se realizaron con el fin de potenciar un aprendizaje más significativo.

El desarrollo de cada una de las unidades didácticas estuvo enfocado hacia los siguientes aspectos:

- **Indagación:** propone situaciones cotidianas que involucren las variables físicas que se encuentran a la hora de practicar diferentes deportes. Esto con el fin de explorar ideas previas mediante la participación de los estudiantes.
- **Formalización de conceptos:** las representaciones de los deportes a través de la virtualidad son las encargadas de confrontar y establecer relaciones entre los conocimientos adquiridos hasta el momento con la cinemática y la formalización de todos los conceptos que se encuentran involucrados a la hora de realizar prácticas deportivas. Estas aplicaciones no solo permitieron a los estudiantes confrontar los presaberes con la formalización de los conceptos, sino que permitieron a los estudiantes formular hipótesis y predecir posibles resultados de una situación antes de observarla, para luego pasar a su verificación
- **Ampliación del conocimiento:** parte desde la solución de situaciones problemas, que específicamente en esta investigación, resalta el hecho de la participación de la cinemática en el deporte, permitiendo de este modo la apropiación de conceptos, principios y leyes que buscan establecer relación directa entre la física con la vida cotidiana.
- **Finalización:** construcción colectiva de conocimiento, con lo que se busca fomentar el potencial de cada estudiante mediante el uso de la meta cognición y el aprendizaje a través de la observación, relacionando de este modo cada aspecto encontrado en la vida cotidiana, con la aplicación de la física en la misma, estableciendo criterios sólidos que permiten la explicación de fenómenos físicos, particularmente de la cinemática en el deporte.

## 4.3. Herramienta de medición estadística

Para el análisis correspondiente a las pruebas realizado con ambos grupos, se realizó el estudio del porcentaje de aciertos entre el pre-test y post-test usando como fundamento teórico el factor de Hake que se obtiene de la siguiente ecuación:

$$g = \frac{post\% - pret\%}{100\% - pret\%}$$

Esta ganancia se establece según los siguientes rangos:

- Baja ( $g \leq 0,3$ )



- Media ( $0,3 < g \leq 0,7$ )
- Alta ( $g > 0,7$ )

(Castañeda Salazar, Jorge A. et al., 2018, pág. 5)

Cabe considerar por investigaciones realizadas sobre la enseñanza de la educación tradicional, donde se encontró que tienen un factor de Hake de 0.16, mientras que grupos los cuales utilizan PER (Physics Education Research), registraron un promedio entre 0.35 y 0.41 en este factor. (Barragán Gómez, Antonio L. 2016)

## 5. Resultados

Los resultados de este trabajo se obtienen al realizar el respectivo análisis del pre-test y post-test aplicado en el primer momento (momento en el cual se evaluaban los conocimientos previos adquiridos por parte de los estudiantes, como parte de su desarrollo personal e intelectual) y al momento final (momento en el cual se culminaron las actividades realizadas para la presente investigación), dichos test se analizaron de manera cuantitativa, comparando sus respuestas a través de graficas realizadas en Excel, evidenciando avances y dificultades que se presentaron durante la actividad y por último comparando el grupo investigado con el grupo control.

Dichas pruebas se separaron en tres categorías, las cuales consistieron en la presentación de pruebas que sometían a evaluar a los estudiantes la capacidad de conocimientos sobre: conceptos, resolución de problemas, conversiones y concepciones acerca del uso de la cinemática.

### 5.1. Categoría #1 (Conocimientos de conceptos básicos de la cinemática)

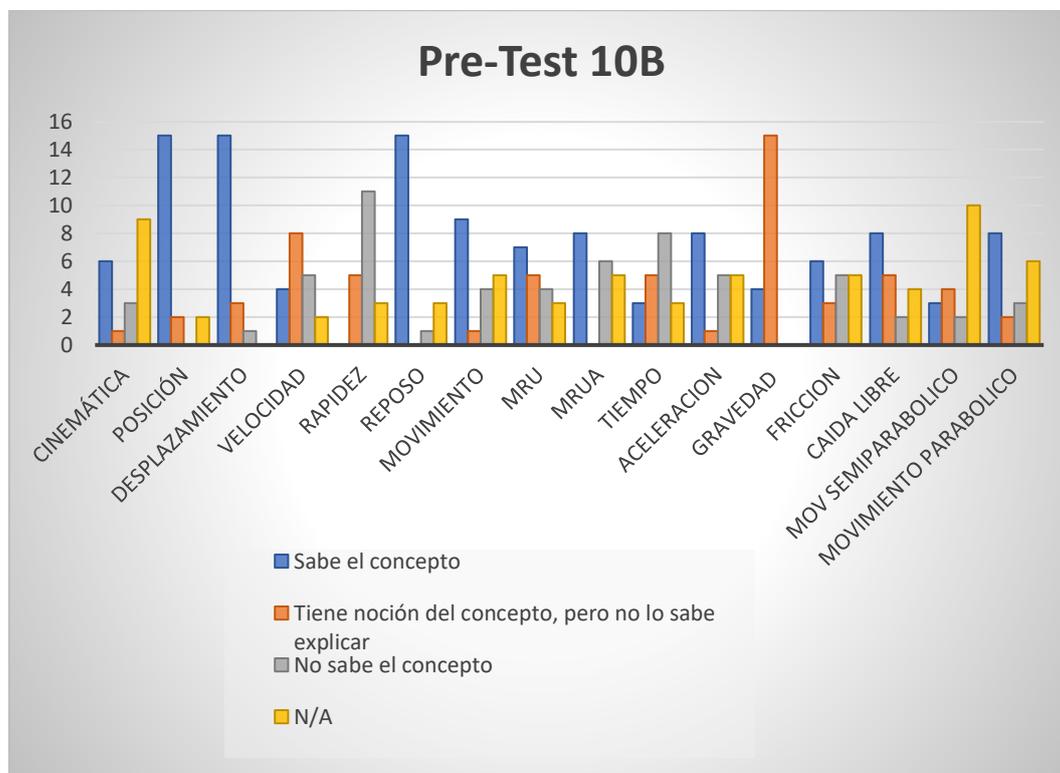


Figura 1. Pre-Test por parte de 10B (Grupo investigado)

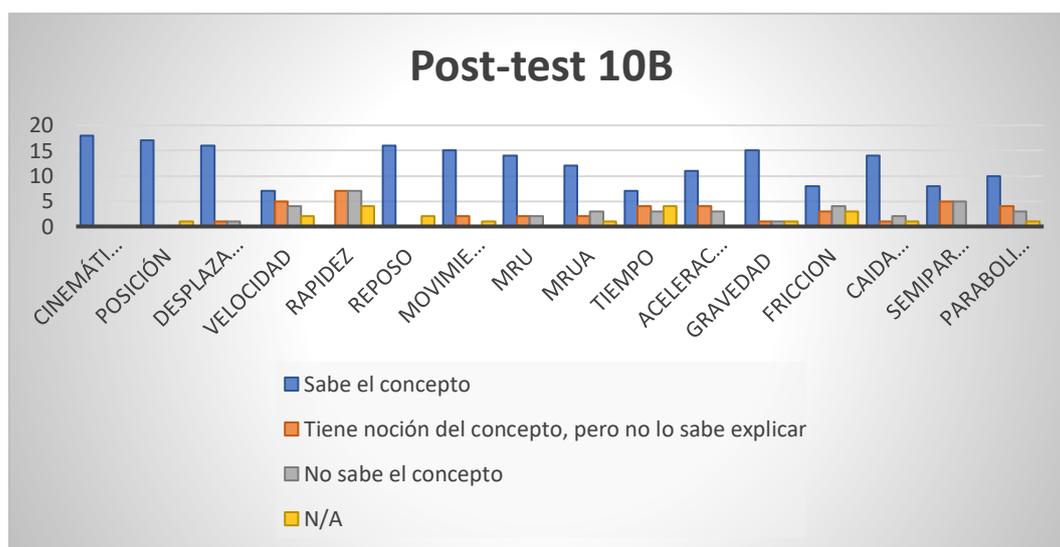


Figura 2. Post-Test por parte de 10B (Grupo investigado)



## Diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza y aprendizaje de la cinemática mediante el uso del software GeoGebra

Diana María Gañan Trejos

En las gráficas anteriores se evidencia cómo mejoran significativamente la definición de los conceptos obtenidos por parte de los estudiantes del grupo investigado, pues estos responden acertadamente en un mayor porcentaje en el post-test, mostrando siempre una mejora en cada una de las definiciones de los conceptos del pre-test al post-test.

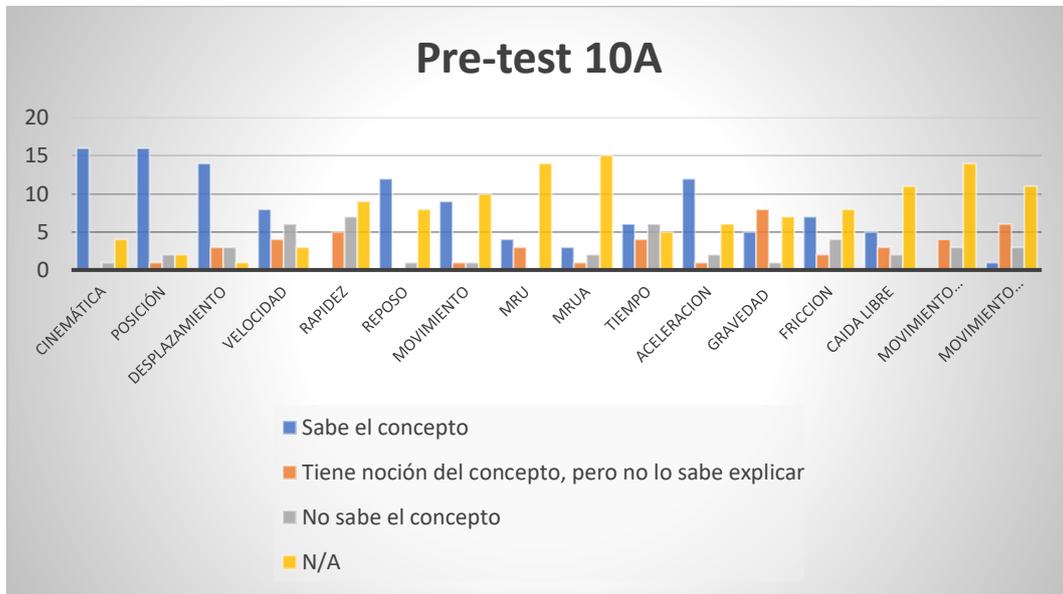


Figura 3. Pre-Test por parte de 10A (Grupo control)

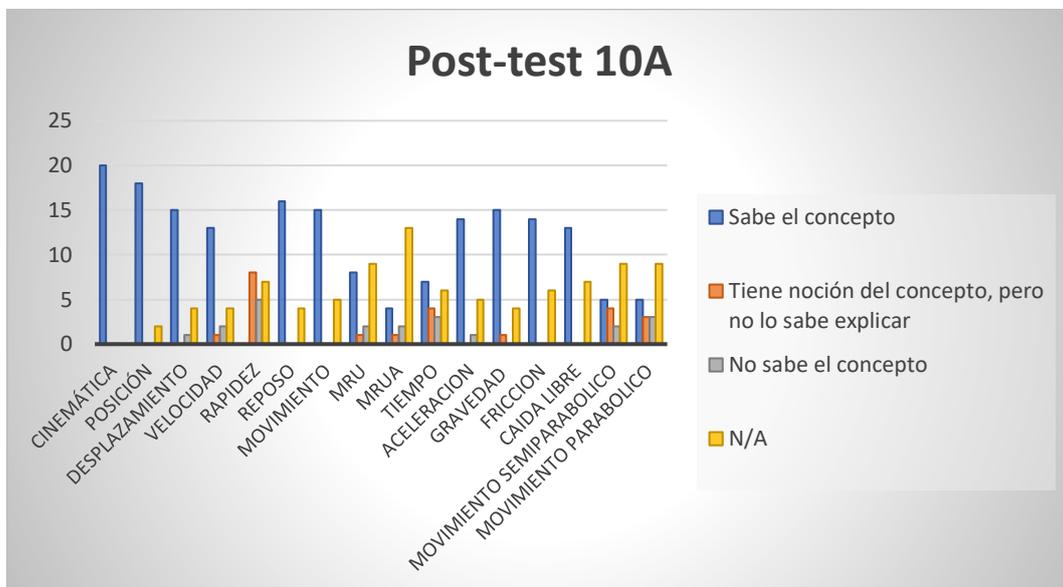


Figura 4. Post-Test por parte de 10A (Grupo control)

En las figuras presentadas anteriormente, se evidencia las ganancias de aprendizaje obtenidas por parte del grupo control, que pertenece al grupo en el que se realizaron explicaciones de manera más tradicional.

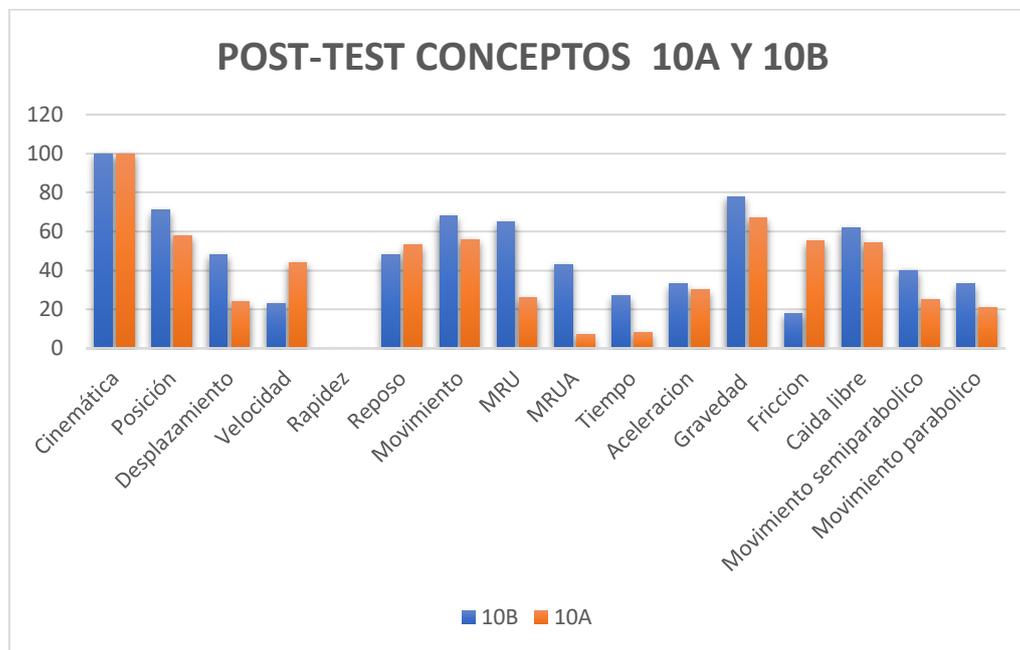


Figura 5. Comparación de Factor de Hake entre 10A (Grupo control) y 10B (Grupo investigado)

Para interpretar de manera adecuada la efectividad de una herramienta de recurso de educación abierta (REA) frente a una práctica educativa tradicional se realizó la comparación de ganancias de aprendizajes a través de la herramienta estadística del factor de Hake, evidenciando porcentualmente la mejora en la comprensión de las definiciones y conceptos por parte de los estudiantes.

Resaltando los porcentajes anteriormente mencionados, se puede concluir que la práctica educativa seguida por ambos grupos mostró con el factor de Hake un aprendizaje significativo.

El grupo control obtuvo en promedio 0.39 en el factor de Hake. Cabe mencionar que en la institución educativa donde se desarrolla este estudio no se enseña de una manera tradicional, sino mediante una pedagogía constructivista, humanista, cuya enseñanza está basada en la resolución de problemas, por lo que se puede concluir que dicha práctica educativa, de la manera en la cual se encuentra orientada la institución, tiene una buena base teórica y práctica, considerando que tienen el mismo número de horas al grupo investigado.

Por otro lado, el grupo investigado obtuvo como promedio 0.49 en el factor de Hake, mezclando las capacidades obtenidas en dicho modelo educativo (constructivista) con las aplicaciones virtuales del mundo deportivo a través del software GeoGebra. De aquí se puede concluir el buen recibimiento y aprendizaje obtenido por parte de los estudiantes de la práctica educativa llevada al aula de clases.



### 5.1. Categoría #2 (Resolución de problemas de la cinemática)

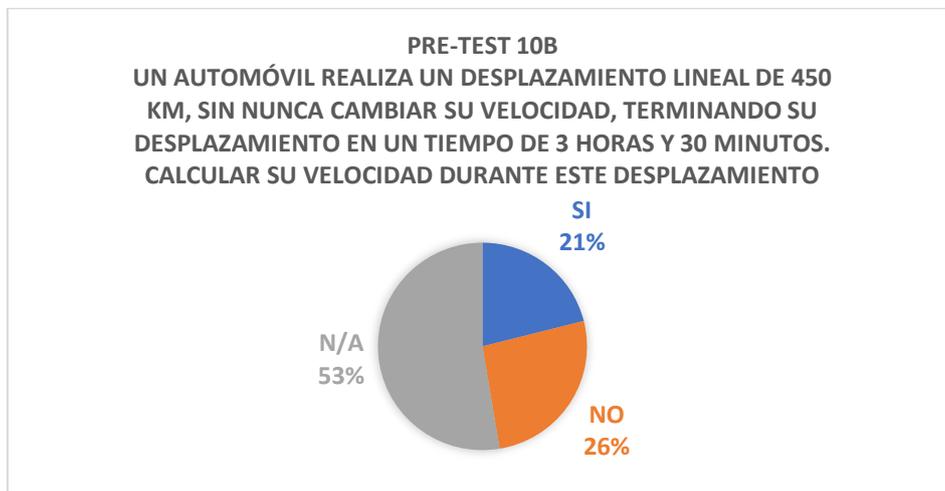


Figura 6. Pre-test de 10B (Grupo investigado) en problema de MRU

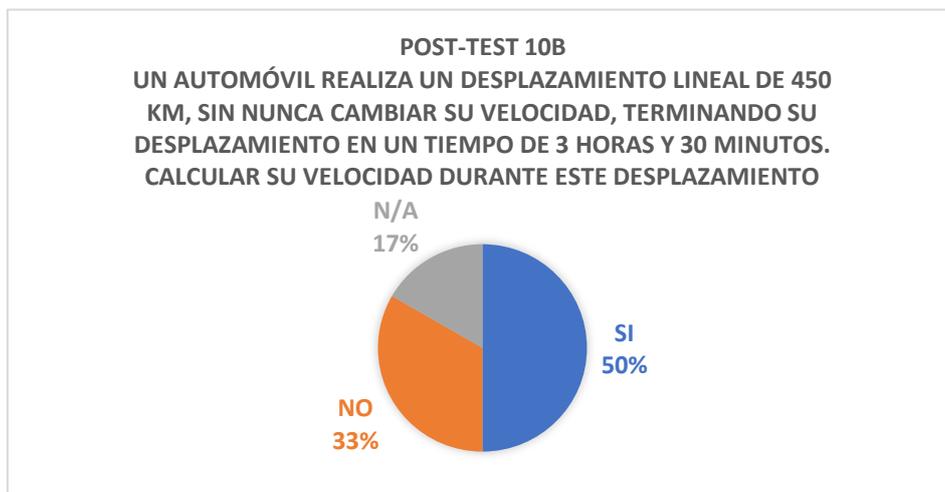


Figura 7. Post-test de 10B (Grupo investigado) en problema de MRU

En las figuras 6 y 7 se muestran los resultados obtenidos entre el pre-test y el post-test de la segunda pregunta del grupo investigado, y se evidencia una mejora del 29% en los estudiantes que respondieron correctamente esta pregunta. Por otro lado, encontramos una disminución del 36% en los estudiantes que no aplicaron la prueba.

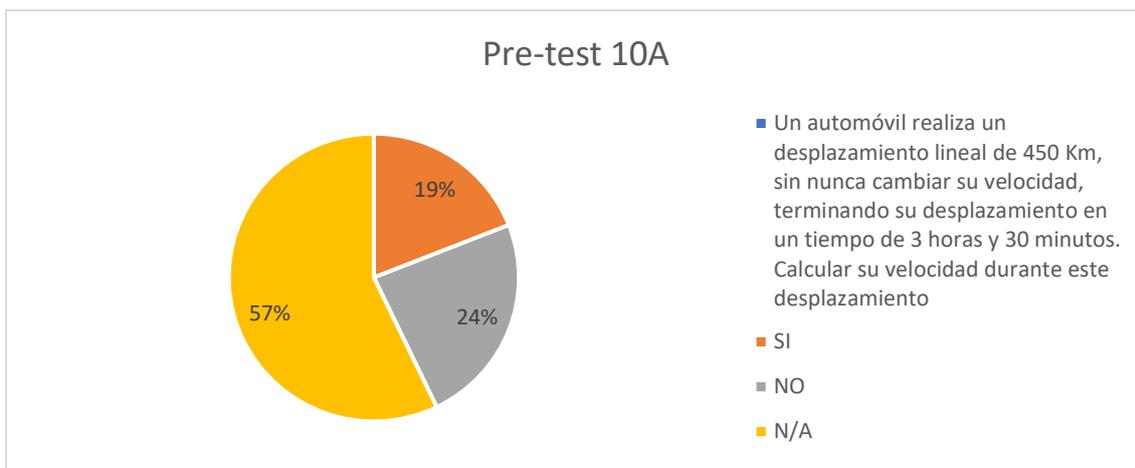


Figura 8. Pre-test de 10A (Grupo control) en problema de MRU

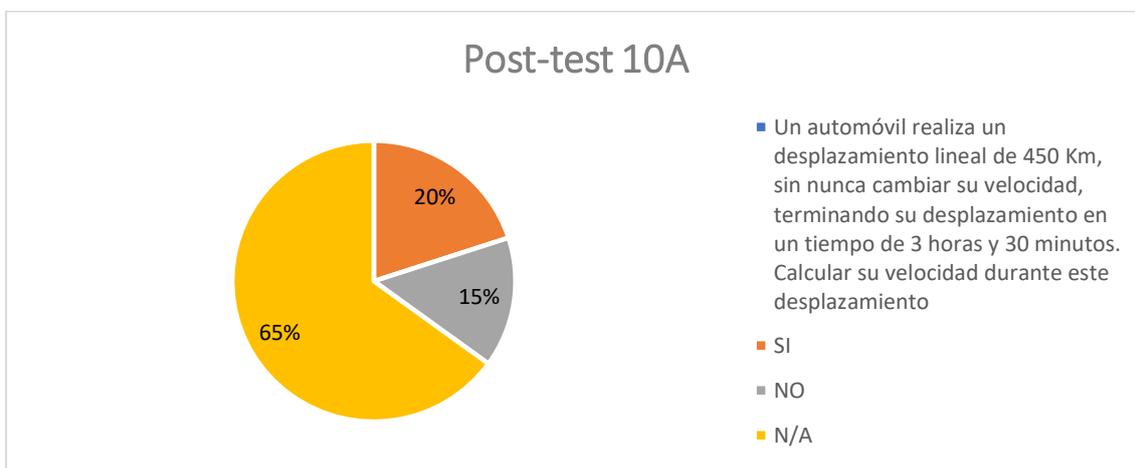


Figura 9. Post-test de 10A (Grupo control) en problema de MRU

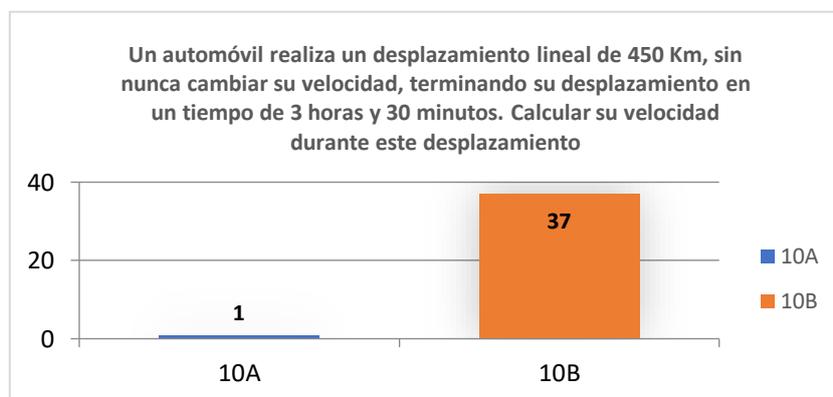


Figura 10. Comparación de Factor de Hake (en %) entre 10A (Grupo control) y 10B (Grupo investigado)



En esta grafica (Figura 10) se realiza la comparación entre el grupo control y el grupo investigado por medio del factor de Hake, encontrando de este modo que el grupo investigado muestra una ganancia de 36 puntos porcentuales respecto al grupo de control.

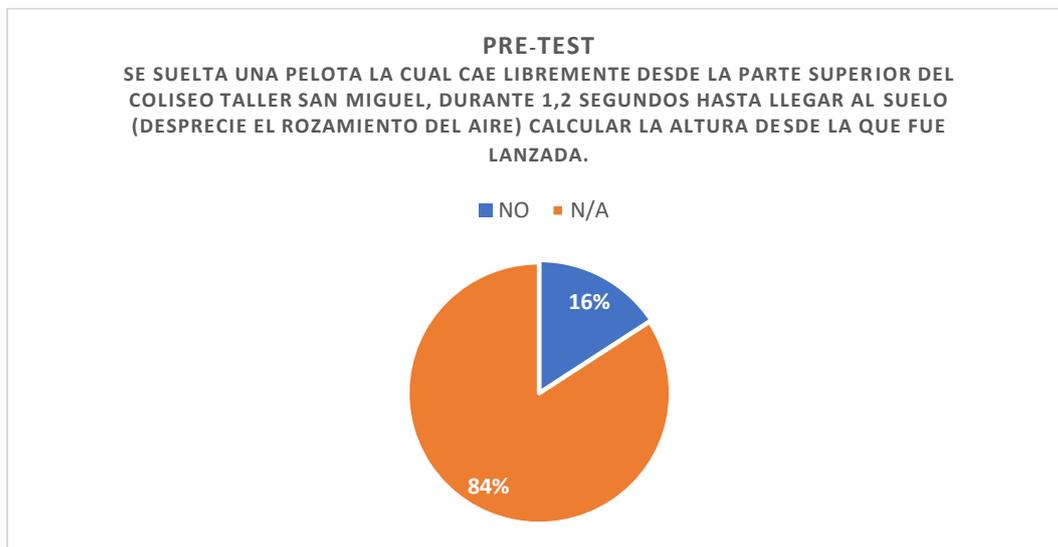


Figura 11. Pre-Test por parte del grado 10B (Grupo investigado), problema de Caída Libre

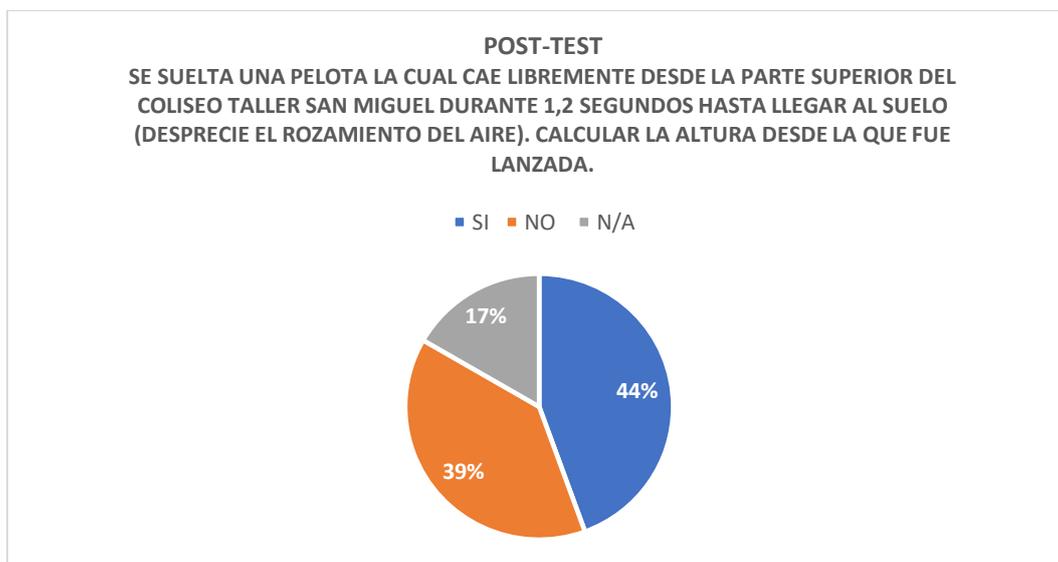


Figura 12. Post-Test por parte del grado 10B (Grupo investigado), problema de Caída Libre

La comparación realizada en la tercera pregunta del cuestionario se encuentra una mejora aún más significativa, ya que en el pre-test no hubo respuestas correctas a diferencia del post-test donde un 44% respondió correctamente.

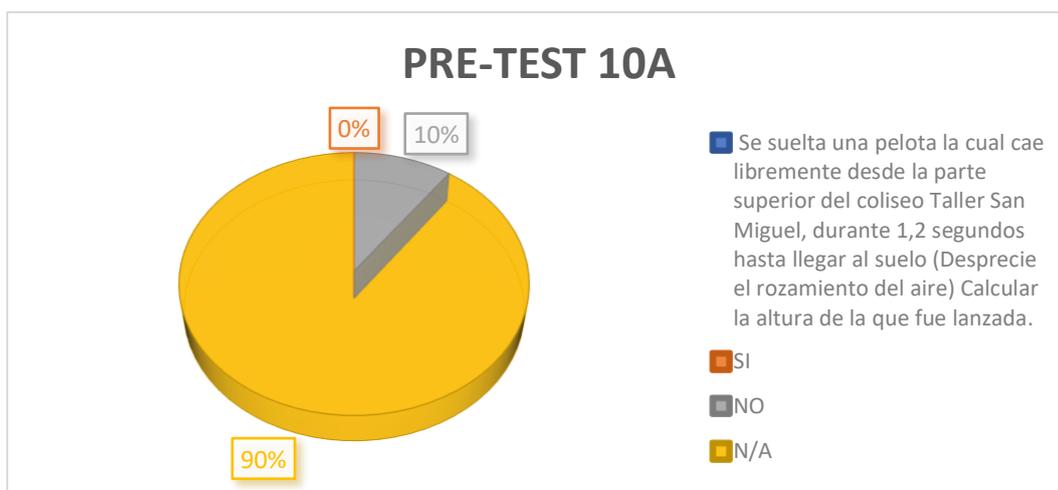


Figura 13. Pre-Test por parte del grado 10A (Grupo control), problema de Caída Libre

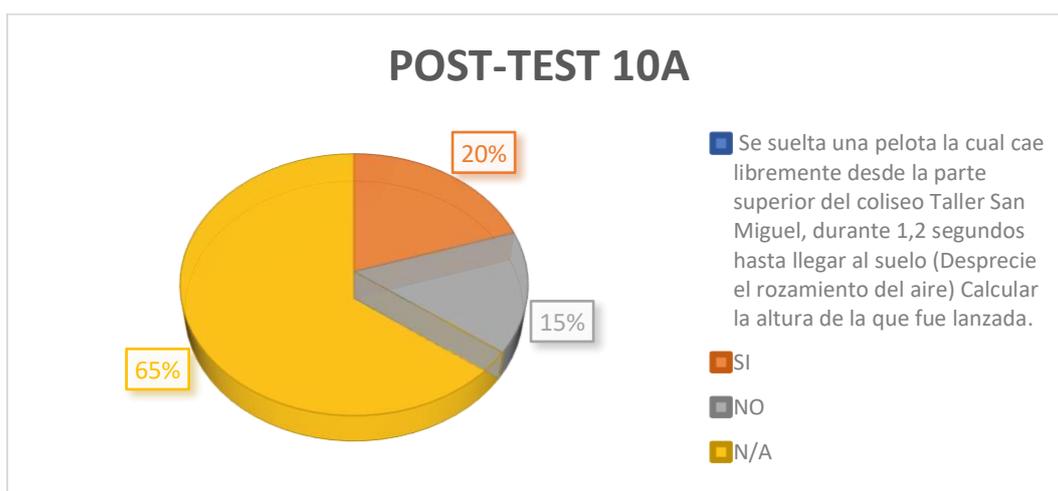


Figura 14. Post-Test por parte del grado 10A (Grupo control), problema de Caída Libre

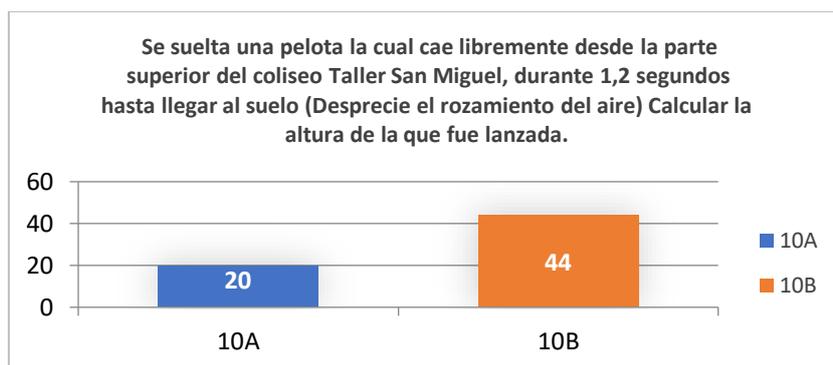


Figura 15. Comparación de Factor de Hake (en %) entre 10A (Grupo control) y 10B (Grupo investigado)

Relacionando el grupo control (10A) con el grupo investigado (10B) se encuentra una mejora notable en el factor de Hake.

### 5.2. Categoría #3 (Conversiones)

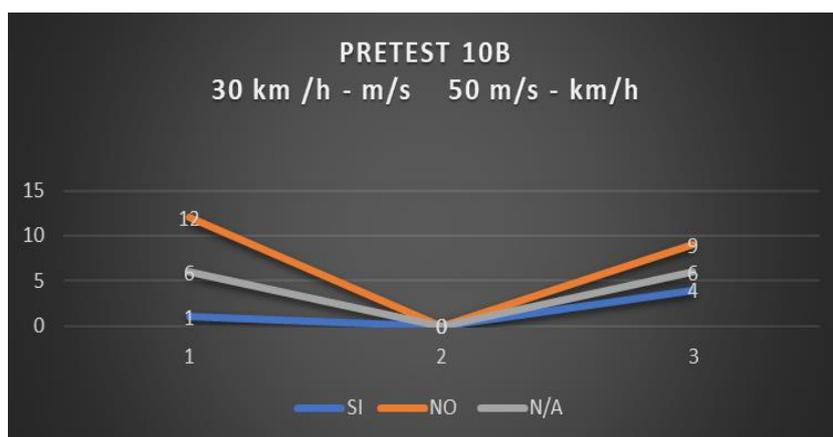


Figura 16. Pre-Test por parte del grado 10B (Grupo investigado), conversiones.

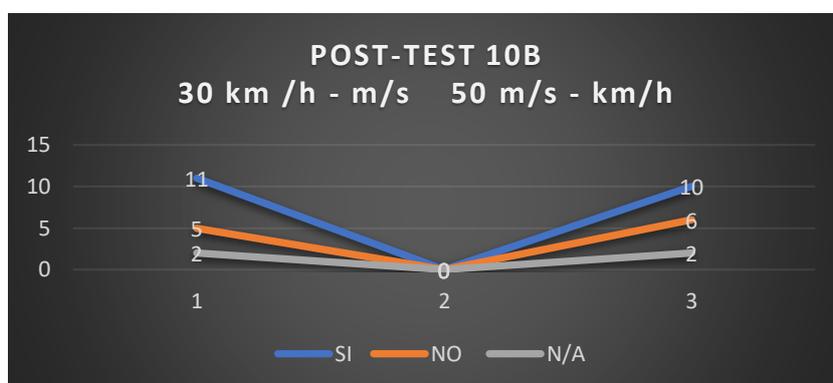


Figura 17. Post-Test por parte del grado 10B (Grupo investigado), conversiones.

Realizando el análisis correspondiente a la pregunta cuatro del cuestionario, en la cual se hace referencia a las conversiones de medidas físicas, se evidencia que en la gráfica del pre-test en la conversión de 30 km/h a m/s tan solo un estudiante respondió correctamente mientras que en el post-test respondieron correctamente 11 estudiantes

Y en la conversión de 50 m/s a km/h obtuvo que 4 estudiantes respondieron de manera acertada a comparación del post-test, en el cual 10 estudiantes lograron responder de manera correcta.

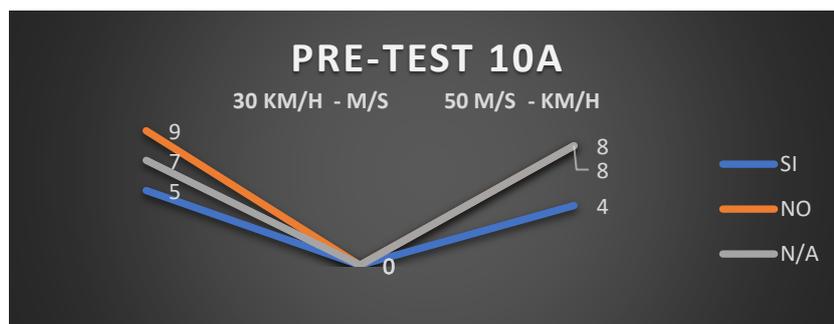


Figura 18. Pre-Test por parte del grado 10A (Grupo control), conversiones.

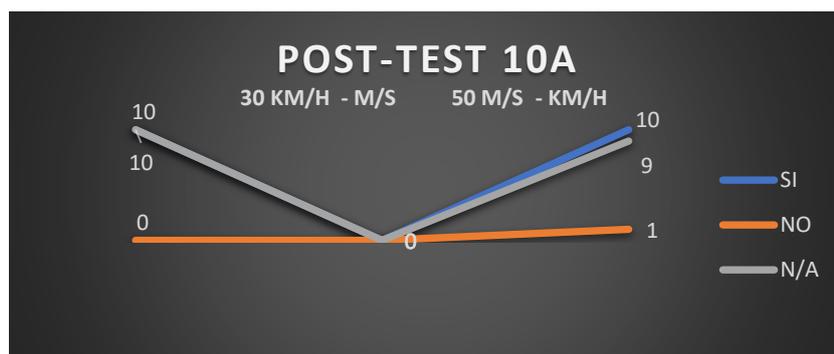


Figura 19. Post-Test por parte del grado 10A (Grupo control), conversiones.

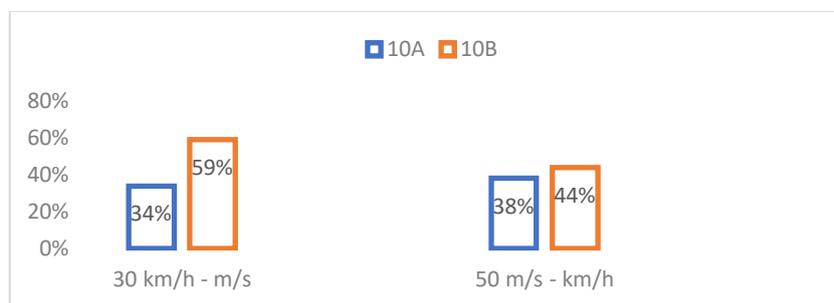
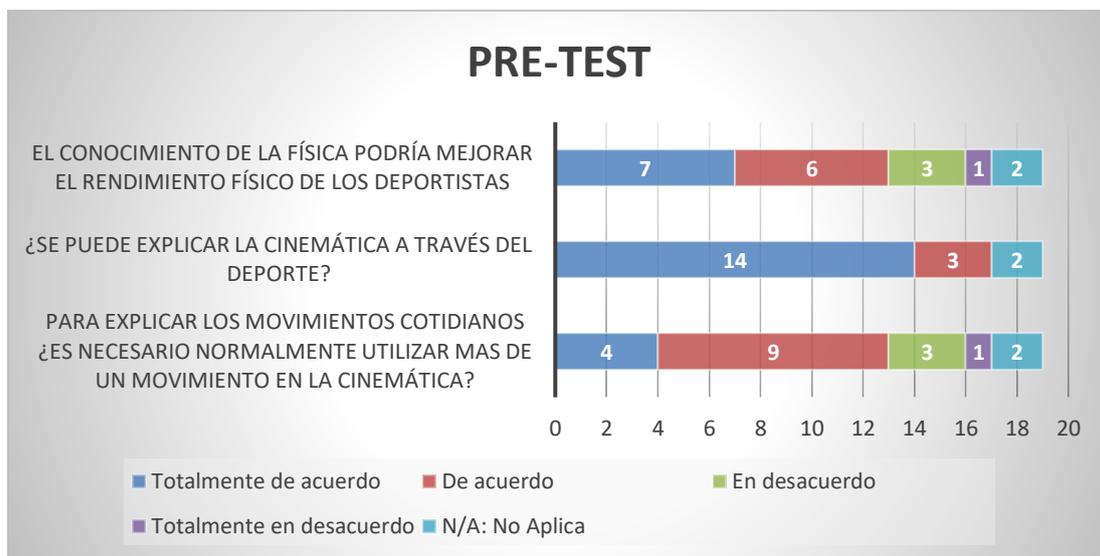


Figura 20. Comparación del factor de Hake por parte de los grupos 10A (Grupo control) y 10B (Grupo investigado)

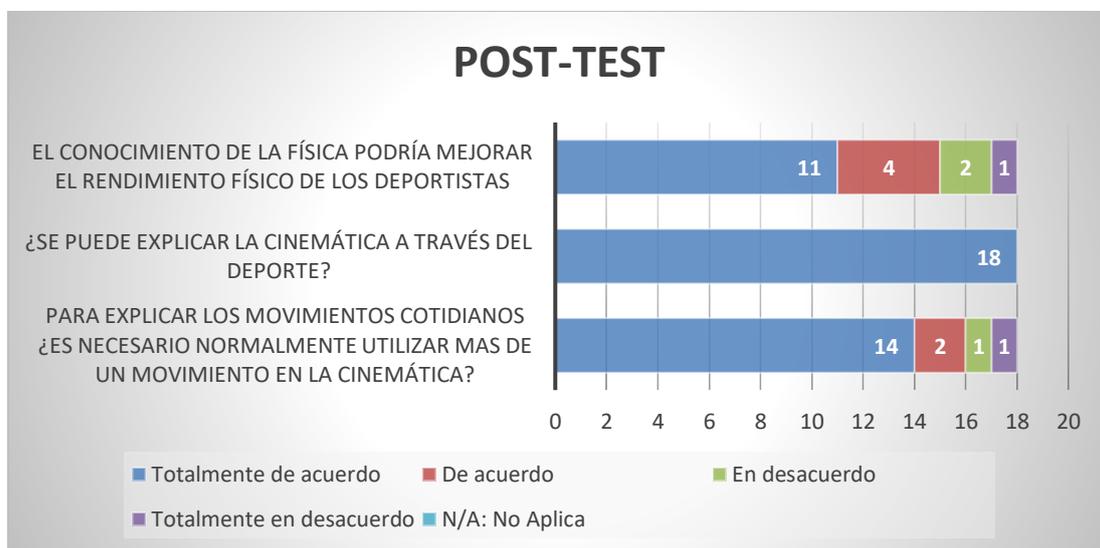


Realizando la debida comparación de grupo control y el grupo investigado en la conversión de 30 km/h a m/s se encontró una diferencia del 25% de ganancia en el factor de Hake, mientras que en la parte b, de convertir 50 m/s a km/h hubo una diferencia del 6% de ganancia en dicho factor.

**5.3. Categoría #4 (Creencias de las aplicaciones cotidianas de la física)**

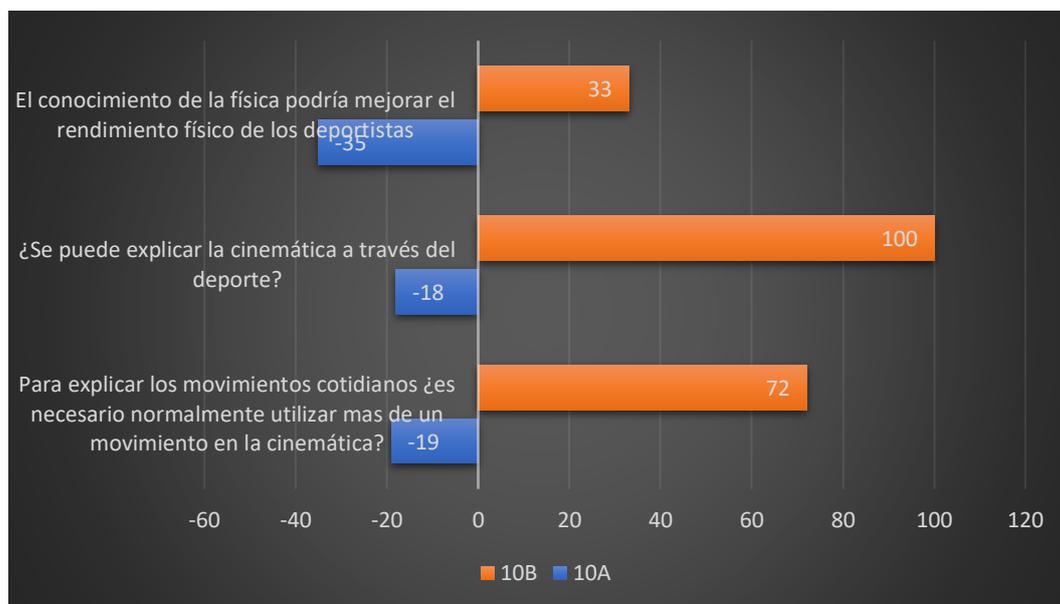


**Figura 21.** Pre-Test por parte de los estudiantes del grado 10B (Grupo investigado), creencias sobre las aplicaciones de la física.



**Figura 22.** Post-Test por parte de los estudiantes de grado 10B (Grupo investigado), creencias sobre las aplicaciones de la física.

Las figuras 21 y 22 de la pregunta 5 fueron elaboradas a través del formato (KPSI) donde se pueden observar algunas generalidades, tales como la pregunta donde se dice que si *para explicar los movimientos cotidianos es necesario normalmente utilizar más de un movimiento en la cinemática*. En el pre-test únicamente 4 estudiantes contestaron afirmativamente, mientras en el post-test 14 estudiantes lo hicieron de forma afirmativa. Como observación general, se puede resaltar el cambio afirmativo que tuvieron los estudiantes al pasar del pre-test al post-test en este tipo de cuestiones.



**Figura 23.** Comparación de factor de Hake por parte de los grupos 10A (Grupo control) y 10B (Grupo investigado), creencias sobre las aplicaciones de la física.

Al realizar un análisis detallado de los resultados obtenidos en la comparación entre el grupo control (10-A) y el grupo investigado (10-B) se puede observar el crecimiento positivo por parte del grupo investigado y el decrecimiento obtenido por parte del grupo control, este último mostrando una discordancia a la hora de interpretar el mundo que lo rodea con la temática vista de manera formal en el aula, recalcando una vez más la importancia de la utilización de prácticas propias y de problemas cotidianos, que potencien la capacidad de razonamiento crítico frente a cómo interactúan los saberes aprendidos en el aula con el mundo que les rodea.

Se observa que la ganancia obtenida por medio del factor de Hake es positiva, mostrando de este modo la mejora del conocimiento y razonamiento crítico frente a las interacciones y prácticas del deporte con el conocimiento adquirido en el aula

## 6. Conclusiones

Se identificó, mediante el análisis de los resultados del pre-test, la falta de claridad de los conceptos básicos dentro del campo de la física, como por ejemplo el concepto de cinemática, puesto que los resultados anteriores muestran que solo 6 estudiantes sabían su significado, lo que hace más complejo la comprensión y resolución de problemas.



Se elaboraron 3 laboratorios virtuales a través del software GeoGebra con los deportes más practicados por los estudiantes del grado investigado, como son: el fútbol, el baloncesto y el voleibol.

Se evaluaron los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante actividades durante las clases que permitían el desarrollo del conocimiento, a través de la indagación, exploración, formalización de conceptos y conocimiento, por último la aplicación virtual del saber enseñado a través del deporte. Luego de estas actividades se aplicó un post-test donde los resultados mostraron ganancias significativas por medio del factor de Hake en el conocimiento adquirido de los conceptos en los estudiantes del grado investigado, teniendo en cuenta en todo momento la comparación entre los procesos tradicionales de la enseñanza de la física con el proceso de enseñanza del saber a través de aplicaciones virtuales y resoluciones de problemas propios que involucren el saber enseñado (saber sabio) con el saber adquirido por medio de la experiencia (saber empírico), de este modo se formalizó los conceptos ya adquiridos a un conocimiento científico que permitió en todo momento a los estudiantes establecer relaciones del mundo que los rodea con el conocimiento adquirido en el aula.

La implementación de recursos tecnológicos y la relación entre la realidad cotidiana de los estudiantes expuesta en el ejercicio de los deportes realizados con los principales movimientos de la cinemática permitió generar un entorno educativo propicio y mucho más práctico que brindó resultados exitosos y una experiencia significativa y de valor.

### Bibliografía

- Barahona Avecilla, F., Barrera Cárdenas, O., Vaca Barahona, B., & Hidalgo Ponce, B. (2015). GeoGebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 122.
- Barragán Gómez, Antonio L. (2016). Desarrollo y aplicación de una estrategia didáctica para la integración del conocimiento a la enseñanza de la física en ingeniería. *Innov. educ. (Méx. DF)* vol.16 no.71 México, 5.
- Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y métodos de la Didáctica de la Matemática. Recherches en didactique des mathematiques.*
- Castañeda Salazar, Jorge A., Carmona Ramírez, Luis H. & Mesa, Fernando (2018). Determinación de la Ganancia en el Aprendizaje de La Cinemática Lineal Mediante el uso de Métodos Gráficos con Estudiantes de Ingeniería en la Universidad de Caldas. *Manizales: Scientia et Technica Año XXII, Vol. 23, No. 01.*
- Castiblanco L; & Vizcaíno D. (2008). El uso de las TICs en la enseñanza de la Física. *Revista Ingenio Libre.*
- Gros Salvat, Begoña (2000) *El ordenador invisible. Hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza.* Barcelona, España: Gedisa.
- Guerrero Betancur, Alexander (2016). Implementación de software interactivo libre como una herramienta didáctica para apoyar significativamente a los procesos de enseñanza y aprendizaje de ciertos conceptos cinemáticos mediante la interpretación gráfica. *Universidad Nacional de Colombia. Manizales: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.*
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos & Baptista Lucio, Pilar (2006). *Metodología de la investigación.* México: Mc Graw Hill 4 edición.

- Jaramillo Quintero, Diego A. (2016). Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de la cinemática del movimiento en Caída “libre” y del Movimiento Parabólico utilizando herramientas tecnológicas como instrumentos de mediación. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín.
- Latorre, Antonio (2003). La investigación acción. Barcelona: Graó.
- PISA. (2015). PISA 2015 resultados clave. Francia: OECD.
- Rivera Ramírez, Jhonatan (2017). Diseño de guías para la enseñanza-aprendizaje de la cinemática usando el software GeoGebra en el grado décimo de la IE pio XII. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Manizales.
- Sicilia, Miguel Ángel (2007). Más allá de los contenidos: compartiendo el diseño de los recursos educativos abiertos. International Journal of Educational Technology in Higher Education. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, 27.
- Tamayo Martínez, Edwin D. (2013). Implicaciones didácticas de GeoGebra para el tratamiento de los tipos de funciones en estudiantes del último grado de secundaria. Apertura: Revista de Innovación Educativa.

**Diana Gañan Trejos.** Innovative education (Cloud Labs), Pereira. Línea de formación de docentes brindando soportes técnicos y pedagógicos de los laboratorios virtuales (Cloud Labs), Nacida el 06 de abril de 1992 en Pereira (Colombia), Licenciada en matemáticas y física por parte de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) y Magister en Didáctica de la Matemática por parte de la Universidad de Caldas. [dyana926@utp.edu.co](mailto:dyana926@utp.edu.co)

#### Notas:

Los simuladores pueden ser descargados desde los enlaces siguientes:

[https://drive.google.com/open?id=1Ic4tfmWLRZy8NiBGdt9-AkHDusgggIS\\_](https://drive.google.com/open?id=1Ic4tfmWLRZy8NiBGdt9-AkHDusgggIS_)

[https://drive.google.com/open?id=11wDhl0nU5\\_W\\_N\\_6PomqcLmQSsuxQTShG](https://drive.google.com/open?id=11wDhl0nU5_W_N_6PomqcLmQSsuxQTShG)

<https://drive.google.com/open?id=1jIwJ0qHj3WJ9mFYy2aGx8OTEJUS6iRHg>

