



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE EDUCACIÓN E IDIOMAS
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Título

Propuesta de actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, en 10^{mo} grado “D” de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022

Investigación para optar al título de Licenciado en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática

Autores: Br. Romeo Barahona Gutiérrez

Br. Reynaldo Nicasio Carranza Muñoz

Br. César Augusto Martínez Muñoz

Tutor: MSc. Saul Isac Herrera Herrera

Managua, diciembre de 2022

CARTA AVAL

En mi calidad de tutor del trabajo de Seminario de Graduación titulado: **“Propuesta de actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, en 10mo grado “D” de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022”** elaborado por los estudiantes **Romeo Barahona Gutiérrez, Reynaldo Nicasio Carranza Muñoz y César Augusto Martínez Muñoz** para optar al título de Licenciados en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática, me permito declarar que luego de haber dirigido científica y metodológicamente su desarrollo y estructura final, este trabajo cumple y se ajusta a los objetivos demandados en el programa de Seminario como modalidad de graduación, a fin de ser presentado y defendido ante el honorable tribunal examinador.



MSc. Saul Isac Herrera Herrera
Tutor de Seminario de Graduación

Dedicatoria

Este trabajo investigativo se lo dedicamos a Dios en primer lugar, por darnos la fuerza en la vida de seguir adelante en nuestros estudios y culminar esta carrera universitaria. Por ayudarnos a superar los diferentes obstáculos que se presentaron en el camino y por todas sus bendiciones.

En segundo lugar, a nuestros padres y familia, por todo el apoyo incondicional recibido a lo largo de nuestras vidas y quienes también nos enseñaron que no hay mejor conocimiento adquirido que el que se aprende por sí mismo y que incluso las tareas más grandes se pueden lograr cuando se realizan con disciplina y dedicación.

A los docentes de la UNAN-Managua, a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos construidos, que gracias a su compromiso permitieron el desarrollo de habilidades que serán de gran utilidad en nuestra vida profesional.

Agradecimiento

Romeo Barahona Gutiérrez

Agradezco primeramente a Dios, a mis padres Liliane Gutiérrez y Roberto Barahona quienes me han brindado la oportunidad de formarme como un profesional, a mi abuelo, hermana y primas que de una u otra manera me brindaron su apoyo; en segundo lugar, agradezco a todos los docentes que han sido partícipes de mi formación profesional y en especial al maestro tutor de investigación Saul Herrera que con su esfuerzo y orientación hizo posible este estudio investigativo.

Reynaldo Nicasio Carranza Muñoz

Agradezco primeramente a Dios por haberme dado sabiduría, inteligencia e inspiración en estos años de estudio, segundo a mis padres Douglas Carranza y Xiomara Muñoz por el apoyo incondicional brindado en todo momento, a mis hermanos y familiares por nunca dejarme solo y siempre motivarme a salir adelante para ser profesional. Agradezco también a mis maestros por todos los conocimientos, experiencias y consejos que me han brindado a lo largo de mi formación académica, principalmente a mi maestro tutor de investigación MSc. Saul Herrera por todo su apoyo incondicional en la elaboración de esta investigación.

César Augusto Martínez Muñoz

Agradezco a Dios primeramente sobre todo lo demás, por darme la oportunidad y la fuerza para culminar esta licenciatura. En segundo lugar, a mis padres: César Martínez G, Raquel Muñoz por su apoyo incondicional y esfuerzo para que mi persona logrará estar en donde me encuentro hoy. Agradezco a MSc. Saul Herrera (tutor de investigación) por todas las sugerencias realizadas al presente escrito. También quiero agradecer a todos los maestros de la UNAN-Managua que me formaron académicamente a lo largo de esta licenciatura.

Índice

Resumen	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. ANTECEDENTES	7
4.1 Antecedentes internacionales.....	7
4.2 Antecedentes nacionales	9
5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	12
5.1 Objetivo general.....	12
5.2 Objetivos específicos	12
6. PREGUNTAS DIRECTRICES.....	13
7. MARCO TEÓRICO	14
7.1 Actividades de enseñanza	14
7.1.1 Actividades de enseñanza según el momento de aplicación	15
7.2 Uso de la tecnología en la educación.....	16
7.2.1 GeoGebra.....	17
7.2.1.1 Aspectos generales de GeoGebra	18
7.2.1.2 GeoGebra como recurso tecnológico para la enseñanza	22
7.3 Movimiento Circular Uniforme	23
7.3.1 Características del MCU.....	24
7.3.1.1 Periodo de rotación.....	24
7.3.1.2 Frecuencia rotacional.....	24
7.3.2 Velocidad lineal.....	25
7.3.3 Velocidad angular.....	25

7.3.4	Aceleración centrípeta	26
7.3.5	Fuerza centrípeta.....	29
8.	MATRIZ DE DESCRIPTORES	30
9.	DISEÑO METODOLÓGICO	35
9.1	Enfoque de investigación.....	35
9.2	Tipo de investigación.....	36
9.3	Contexto de la muestra	36
9.3.1	Universo	37
9.3.2	Población	37
9.3.3	Muestra	37
9.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
9.4.1	Técnicas	38
9.4.1.1	Observación	38
9.4.1.2	Entrevista.....	39
9.4.1.3	Encuesta.....	39
9.4.1.4	Revisión documental	39
9.4.2	Instrumentos	40
9.4.2.1	Guía de observación	40
9.4.2.2	Guía de entrevista.....	40
9.4.2.3	Cuestionario.....	41
9.4.2.4	Guía de revisión de documentos.....	41
9.5	Instrumentos de análisis de los datos.....	41
10.	ANÁLISIS INTENSIVO DE LA INFORMACIÓN.....	43
10.1	Análisis de los resultados obtenidos por medio de la aplicación del instrumento de la guía de observación.....	43

10.2	Análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación de la guía de entrevista al docente que impartió el contenido de Movimiento Circular Uniforme	46
10.3	Análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación del cuestionario a los estudiantes de 10 ^{mº} grado “D” del Colegio Público Experimental México	51
10.4	Análisis de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de la guía de entrevista al docente experto en GeoGebra	66
10.5	Análisis de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de la guía de revisión documental	68
10.6	Triangulación de los datos obtenidos al aplicar los instrumentos de recolección de datos.....	74
11.	CONCLUSIONES.....	81
12.	RECOMENDACIONES	83
13.	REFERENCIAS	84
14.	ANEXOS	90

Índice de Figuras

Figura 1. Aspectos a considerar acerca de las actividades de enseñanza según su momento de aplicación.....	16
Figura 2. Componentes esenciales del software GeoGebra, en su pantalla principal	18
Figura 3. Utilizando el campo de entradas para graficar la función $f(x) = 5x^2 + x + 2$..	19
Figura 4. Elementos de la barra de herramientas del programa GeoGebra	19
Figura 5. Elementos de la barra de menú del programa GeoGebra	20
Figura 6. Elementos de la opción de ayuda de comandos en el programa GeoGebra	20
Figura 7. Representación gráfica del vector velocidad lineal \vec{v}	24
Figura 8. Vector velocidad lineal \vec{v} perpendicular al vector posición \vec{r} , contenidos ambos en un mismo plano	25
Figura 9. Representación gráfica de vector velocidad angular $\vec{\omega}$	26
Figura 10. Regla de la mano derecha para determinar la dirección del vector velocidad angular	26
Figura 11. Representación gráfica del vector aceleración centrípeta \vec{a}	27
Figura 12. Cambio del vector posición y velocidad lineal conforme una partícula se mueve de A a B	27
Figura 13. Representación gráfica de una fuerza \vec{F} dirigida hacia el centro del círculo que mantiene a la bola móvil en su trayectoria circular y \hat{r} el vector unitario.....	28
Figura 14. Técnicas e instrumentos a utilizar en la investigación	35
Figura 15. Esquema de vinculación entre los instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis asociada	42
Figura 16. Triangulación de los datos usando diagramas de Venn	43
Figura 17. Diagrama de barras con los porcentajes de las opiniones de los encuestados para cada ítem del cuestionario entorno a las actividades iniciales de enseñanza que utiliza el docente.....	52

Figura 18. Diagrama de barras con los porcentajes de las opiniones de los encuestados para cada ítem del cuestionario entorno a las actividades de enseñanza de desarrollo de la clase que utiliza el docente	54
Figura 19. Diagrama de barras con los porcentajes de las opiniones de los encuestados para cada ítem del cuestionario entorno a las actividades de enseñanza de cierre de la clase que utiliza el docente	56
Figura 20. Resultados del ítem 1 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	58
Figura 21. Resultados del ítem 2 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	59
Figura 22. Resultados del ítem 3 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	59
Figura 23. Resultados del ítem 4 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	60
Figura 24. Resultados del ítem 5 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	61
Figura 25. Resultados del ítem 6 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	62
Figura 26. Resultados del ítem 7 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	63
Figura 27. Resultados del ítem 8 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	64
Figura 28. Resultados del ítem 9 de los aspectos teóricos del contenido MCU.....	65
Figura 29. Diagrama de Venn sobre la primera unidad de análisis Actividades de enseñanza	75
Figura 30. Diagrama de Venn sobre la segunda unidad de análisis Pertinencia de las Actividades de enseñanza.....	77
Figura 31. Diagrama de Venn sobre la tercera unidad de análisis Elementos del programa GeoGebra.....	79
Figura 32. Ventana en GeoGebra para abrir la simulación de velocidad lineal	119
Figura 33. Componentes de la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal	119
Figura 34. Periodo de rotación y frecuencia rotacional en la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal	120

Figura 35. Radio, magnitud del vector velocidad lineal y su representación matemática en el plano y el espacio en la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal	122
Figura 36. Periodo de rotación, magnitud del vector velocidad lineal y su representación matemática en el plano y el espacio en la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal	123
Figura 37. Simulación en GeoGebra para la velocidad lineal con la respuesta al primer inciso del ejercicio propuesto para la velocidad lineal.....	125
Figura 38. Simulación en GeoGebra para la velocidad lineal con la respuesta al segundo inciso del ejercicio propuesto para la velocidad lineal	126
Figura 39. Carrusel girando en sentido antihorario	127
Figura 40. Procedimiento para abrir una simulación de Geogebra	128
Figura 41. Elementos que componen la simulación para la velocidad angular en GeoGebra	129
Figura 42. Regla de la mano derecha para determinar la dirección del vector velocidad angular	132
Figura 43. Partícula con MCU que se desplaza en una cierta cantidad angular.....	133
Figura 44. Solución del inciso b) del ejercicio propuesto para la velocidad angular, utilizando la simulación en GeoGebra	135
Figura 45. Solución del inciso c) del ejercicio propuesto para la velocidad angular, utilizando la simulación en GeoGebra	135
Figura 46. Solución del inciso d) del ejercicio propuesto para la velocidad angular, utilizando la simulación en GeoGebra	136
Figura 47. Ventana del programa GeoGebra donde se abre el archivo de la simulación para la aceleración centrípeta	137
Figura 48. Elementos que conforman la simulación en GeoGebra para la aceleración centrípeta	138

Figura 49. Simulación de una partícula con MCU que experimenta una aceleración centrípeta	138
Figura 50. Solución del ejercicio propuesto para la aceleración centrípeta utilizando la simulación en GeoGebra	141
Figura 51. Ventana en GeoGebra para abrir la simulación de fuerza centrípeta.....	143
Figura 52. Elementos que componen la simulación para la fuerza centrípeta en GeoGebra	144
Figura 53. Casilla para ingresar los valores del radio y magnitud del vector fuerza centrípeta	146
Figura 54. Se muestra una casilla para ingresar los valores para la velocidad lineal, un texto donde se aprecia la magnitud del vector fuerza centrípeta y la representación de matemática de dicho vector en el plano y el espacio	148
Figura 55. Se muestra una casilla para ingresar los valores para la masa de la partícula, un texto donde se aprecia la magnitud del vector fuerza centrípeta y la representación de matemática de dicho vector en el plano y el espacio.....	149
Figura 56. Solución del ejercicio propuesto para la fuerza centrípeta utilizando la simulación en GeoGebra	151

Índice de Tablas

Tabla 1: Elementos de la matriz de análisis de datos cualitativos.....	42
Tabla 2: Análisis de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la guía de observación	44
Tabla 3: Análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación de la guía de entrevista al docente que impartió el contenido de MCU.....	46
Tabla 4: Análisis de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la guía de entrevista al docente experto en GeoGebra.....	66
Tabla 5: Análisis de los resultados obtenidos en la guía de revisión documental.....	68
Tabla 6: Orientaciones metodológicas para el: momento del aprendizaje, rol del docente, rol del estudiante, indicador de logro y criterios de evaluación.....	170

Resumen

Este trabajo investigativo se realizó con la finalidad de elaborar una propuesta de actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme en 10^{mo} grado de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022. Por tanto, este estudio investigativo se presenta con un enfoque cualitativo, con alcance descriptivo y de corte transversal; en el cual, la muestra seleccionada fue el grupo de estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, donde los instrumentos utilizados para la recolección de la información fueron: la guía de observación, la guía de entrevista al docente de Física, el cuestionario, la guía de entrevista al docente experto en GeoGebra y la guía de revisión de documentos.

Mediante la aplicación de los instrumentos antes mencionados se logró identificar las actividades de enseñanza que utiliza el docente de Física de 10^{mo} grado “D”, las cuales se caracterizan como actividades de enseñanza tradicionales; lo que expuso en evidencia que estas actividades utilizadas por el docente no fueron pertinentes para la construcción de los aprendizajes respecto al contenido de Movimiento Circular Uniforme en los estudiantes. Por tal motivo, en esta investigación se diseñaron cuatro actividades de enseñanza en las que se utilizan simulaciones en GeoGebra, las cuales pretenden que el estudiante pueda estudiar más detalladamente los parámetros o magnitudes físicas que están involucrados en dicho movimiento mecánico como son: la velocidad angular, velocidad lineal, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta; de manera que los estudiantes no se queden con una visión extremadamente reducida de esta importante área de conocimiento. El material que se propone se sustenta en aspectos esenciales de la visualización.

Palabras claves: Actividades de enseñanza, GeoGebra, Simulaciones y Movimiento Circular Uniforme.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento consta de un trabajo investigativo acerca de una propuesta con actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en 10^{mo} grado “D” en la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022, el cual tiene como propósito identificar las actividades de enseñanza que utiliza el docente, analizar la pertinencia de dichas actividades y diseñar actividades de enseñanza utilizando el programa GeoGebra para el contenido de Movimiento Circular Uniforme.

Para tener en cuenta hasta donde se ha investigado respecto a la temática antes mencionada se realizó una revisión documental y así obtener un panorama general de los avances realizados a nivel internacional y nacional. Por consiguiente, se destacan tres antecedentes a nivel internacional y tres a nivel nacional. Además, se plantea el problema de investigación que enfatiza la enseñanza tradicional de la Física al momento de desarrollar el contenido Movimiento Circular Uniforme, ya que no se hace uso de las tecnologías para facilitar la visualización de los parámetros involucrados en dicha temática. Lo que conlleva a tener dificultades en la obtención de los aprendizajes por parte de los estudiantes. Por tanto, surge la necesidad de investigar para hacer una propuesta que permita hacer uso de la tecnología y mejorar los aprendizajes en los estudiantes.

Otro acápite es la justificación, donde se destaca el propósito y beneficiarios de esta investigación. También se presenta la fundamentación teórica de la investigación, que está estructurado en tres partes fundamentales, la primera hace referencia a los aspectos didácticos, la segunda parte está referida a los aspectos tecnológicos y la tercera se refiere a los aspectos disciplinares del contenido de Movimiento Circular Uniforme que comprende las magnitudes físicas de velocidad lineal, velocidad angular, periodo de rotación, frecuencia rotacional, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta.

También se presenta la matriz de descriptores que permite guiar el proceso de investigación; el diseño metodológico en el cual se establece el enfoque de investigación, el tipo de estudio, la población, la selección de la muestra, las definiciones de los instrumentos y las técnicas para la recolección de la información y las de análisis; el análisis intensivo de la información en el que se destaca el análisis de la aplicación de cada uno de los instrumentos; las

referencias bibliográficas y, por último, se encuentra el apartado de anexos que contiene el cronograma de actividades, el informe de validación de instrumentos, los instrumentos que se diseñaron, la propuesta de actividades de enseñanza en el contenido de Movimiento Circular Uniforme utilizando GeoGebra y la evidencia de la aplicación de los instrumentos en el campo de estudio.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Movimiento Circular Uniforme es un contenido presente en el segundo semestre del programa de la asignatura de Física de 10^{mo} grado, del Ministerio de Educación (MINED). En este contenido se abordan conceptos (que implican expresiones matemáticas) que requieren una visualización del comportamiento vectorial de magnitudes físicas tales como: velocidad angular, velocidad lineal, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta; elementos que permiten comprender la descripción del Movimiento Circular Uniforme (MCU)¹, lo cual no se logra con los estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México.

Lo mencionado anteriormente, se debe a que el docente opta por una enseñanza tradicional de dicha temática, basada en la presentación de ecuaciones y aplicación de las mismas en la resolución de situaciones problémicas; es decir, no se utilizan las tecnologías que están al alcance para desarrollar el contenido de una manera más dinámica y demostrativa como podría realizarse con GeoGebra, dificultando así el cumplimiento de la competencia de grado, la cual pretende que el estudiante analice las características del MCU, deduciendo los parámetros y ecuaciones que intervienen para aplicarlas a problemas del entorno.

Por tanto, al no utilizar la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, probablemente se continúe con una enseñanza que no favorecerá a la construcción de conocimientos en los estudiantes, lo cual no se debe presentar debido a tantas innovaciones y usos en las herramientas tecnológicas. De lo antes expuesto surge una inquietud que se plantea en la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo diseñar actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en la asignatura de Física de 10^{mo} grado “D”, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022?

¹ A partir de este párrafo se entenderá MCU por Movimiento Circular Uniforme.

3. JUSTIFICACIÓN

En la enseñanza del contenido MCU, el docente de Física de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, se enfrenta a explicar expresiones matemáticas, que forman parte de estructuras algebraicas como los espacios vectoriales: $(\mathbb{R}^2, \mathbb{R}, +, \cdot)$ al igual que $(\mathbb{R}^3, \mathbb{R}, +, \cdot)$. Dichas magnitudes físicas en dos y tres dimensiones resultan un tanto complicadas exponer sus características vectoriales: magnitud, dirección y sentido; al estar relacionadas funcionalmente con otras cantidades físicas (ecuaciones y parámetros). La enseñanza tradicional de la ciencia Física, no construye vías de enseñanza factibles, que permitan observar este tipo de comportamiento funcional entre las magnitudes físicas en el contenido MCU; en consecuencia, los estudiantes no comprenden y quedan en el nivel de $(\mathbb{R}^+, +, \cdot)$.

En seguimiento a lo anterior, la presente investigación permitirá disponer de una nueva vía de enseñanza para el desarrollo del contenido de MCU, que permita explicar por parte del docente claramente los aspectos antes mencionados, asimismo que el estudiante observe y comprenda el comportamiento de los parámetros y ecuaciones mediante el uso de GeoGebra. Los beneficiarios de los resultados de la investigación serán los docentes que imparten la asignatura de Física de 10^{mo} grado, así como el grupo estudiantil del mismo grado. La investigación no solo beneficia a este grupo, sino que implícitamente beneficia a toda la población.

Por tanto, la investigación es de gran utilidad, ya que tiene como propósito mejorar la calidad de la educación en los estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México con respecto al contenido de MCU; generando un mejor desempeño de dichos estudiantes en su entorno social. Ya que la apropiación de los parámetros y ecuaciones del contenido MCU son fundamentales para el estudio de nuevas temáticas de Física como son: Movimiento Ondulatorio y Movimiento Armónico Simple. Además, este estudio brinda al docente una nueva estrategia para la enseñanza del contenido de MCU, aportando así a la parte de la didáctica de la Física.

De la misma manera, este estudio investigativo está orientado a crear una propuesta de actividades de enseñanza que utilicen programas tecnológicos como GeoGebra para mejorar la enseñanza del contenido de MCU, también servirá como punto de partida para futuros

investigadores y que puedan llevar a cabo su validación, de modo que logren evidenciar si realmente los estudiantes a través de esta propuesta y, las que ellos pretendan hacer, son eficientes en la enseñanza de dicho contenido.

4. ANTECEDENTES

De acuerdo a la búsqueda de información realizada en relación a este estudio, se encontraron trabajos investigativos a nivel internacional y nacional, de los cuales fueron seleccionados los más actuales en relación a la temática de estudio. Investigaciones consultadas de esta naturaleza forma parte del estado del arte de esta investigación, para ello se presentan a continuación:

4.1 Antecedentes internacionales

En el ámbito internacional se tiene el trabajo de investigación realizado por Ávila (2014) con el propósito de implementar una propuesta para la enseñanza y aprendizaje del concepto de aceleración angular mediante actividades experimentales con los estudiantes de 10^{mo} grado del Instituto Jorge Robledo del municipio de Medellín. Este estudio se realizó bajo un enfoque de investigación mixto, con alcance exploratorio y descriptivo; la muestra estaba constituida por 56 estudiantes de décimo grado, a los cuales se les aplicó una prueba diagnóstica antes y después de la implementación de la estrategia; cuyos resultados en el aprendizaje de los estudiantes en el contenido de MCU son: antes de la implementación 70% de aciertos, después de la implementación 80% de aciertos; elevando el aprendizaje en un 10%. Se concluyó que resulta viable diseñar e implementar estrategias de enseñanza orientadas en la teoría constructivista del aprendizaje.

Las estrategias de tal clase contrarrestan la enseñanza tradicional de la Física (memorización de ecuaciones y aplicación de esta en la resolución de problemas físicos) y estimula el razonamiento científico en los estudiantes, porque posibilita un entorno de reflexión y acción donde el protagonista principal es el discente. En la investigación, se obtuvo evidencias que este tipo de estrategias de enseñanza desarrolla habilidades en los estudiantes para encontrar las variables cinemáticas en un enunciado, plantear relaciones matemáticas coherentes, correctas y resolver de forma algebraica como aritmética las ecuaciones correspondientes de la cinemática del MCU. Esta investigación proporciona información relevante a retomar para la estructuración del marco teórico en relación a la fundamentación científica del contenido disciplinar MCU.

Bajo esta misma línea de trabajo se tiene el estudio realizado por Méndez (2016) el cual tiene como propósito el diseño de una estrategia didáctica para los estudiantes de grado décimo que les ayude a reconocer, describir y comprender las características del MCU mediante el uso del programa Tracker. Este estudio es realizado con un enfoque cuantitativo y es de carácter exploratorio, en donde se ha utilizado como instrumento de recolección de datos un diagnóstico que consta de una prueba virtual, esta es aplicada a un total de 29 estudiantes de décimo grado, después de aplicar la metodología presente en este estudio se evaluó nuevamente con la prueba diagnóstica para comparar los resultados y observar el proceso de la intervención de la propuesta didáctica descrita. En este estudio el autor presenta como logros alcanzados que la utilización del software Tracker permitió relacionar la realidad del entorno con experiencias cotidianas y de esta manera darles un tratamiento físico.

También otro de los logros presentes en el estudio, es que la estrategia didáctica posibilitó el estudio y la interpretación del MCU, utilizando recursos y materiales de bajo costo y accesibles (Smartphone y un computador), disponible en la institución educativa, por último al revisar los resultados de la prueba exploratoria, desarrollados los talleres de la estrategia didáctica y contrastando con el resumen de la prueba aplicada posterior, el autor indica que la intervención mediante la propuesta dada, en definitiva favoreció el aprendizaje de los conceptos del MCU. Esta investigación es de gran aporte para la educación ya que proporciona estrategias para mejorar el aprendizaje de los alumnos de décimo grado, pero a su vez aporta a investigaciones futuras de este contenido proponiendo ideas de métodos experimentales que se pueden utilizar, este estudio proporciona una idea que se puede retomar para la realización de la propuesta de actividades de enseñanza a través del programa a utilizarse y así desarrollar de una mejor manera el contenido de MCU.

Por otra parte, se tiene el trabajo realizado por Boleas (2012) cuyo objetivo fue analizar la reacción del alumnado ante esta nueva manera de trabajar los contenidos académicos que consiste en aplicar como técnica el aprendizaje basado en proyectos: Project Based Learning (ABP) y el correspondiente sistema de evaluación y autoevaluación, donde la motivación, la disposición activa hacia el aprendizaje y los conocimientos construidos son parte de las reacciones del estudiantado. La metodología en la que se basa esta investigación consiste en que el alumno sea capaz de buscar y discriminar información para integrar y aplicar unos

conocimientos a través de su trabajo en equipo. Asimismo, que construya los conocimientos básicos sobre MCU, desde su base conceptual a la aplicación de los conceptos en problemas. Dicha investigación se realizó desde un enfoque de investigación cualitativa, con un tipo de estudio descriptivo y con una muestra representativa de 17 estudiantes.

Al finalizar el estudio el investigador concluye que la metodología resulta muy efectiva para lograr el aprendizaje significativo de los contenidos académicos y de las competencias deseadas para el nivel de 4° de la ESO, especialmente, en el caso de los alumnos más pasivos y desmotivados. El aprendizaje basado en proyectos constituye una herramienta muy potente para lograr atraer e implicar a todos los estudiantes, destacando que los alumnos se muestran satisfechos con la experiencia, para ellos es un modo más divertido y real de aprender. En el trabajo en equipo encuentran mucho apoyo, intercambian opiniones y aclaran dudas en un ambiente distendido. Los estudiantes participan responsablemente y contribuyen al trabajo común; por tanto, dicha investigación contiene información relevante para la construcción del marco teórico de la presente investigación en relación a la parte disciplinar del contenido de MCU.

4.2 Antecedentes nacionales

En el ámbito nacional se tiene la investigación realizada por Pichardo, Collado y González (2020) cuyo objetivo era estructurar una propuesta didáctica con estrategias que promueva el aprendizaje significativo del MCU en los estudiantes 10^{mo} grado “C” del Instituto Público del Poder Ciudadano Rigoberto López Pérez de Managua, durante el II semestre del año académico 2019. Este estudio fue realizado con un enfoque de investigación cualitativa y con un tipo de estudio descriptivo, seleccionando una muestra de 38 estudiantes de 10^{mo} grado de una población de 203 estudiantes de 10^{mo} grado de dicho centro educativo. Así, el instrumento que se utilizó para la recolección de información y que contribuyó a alcanzar los objetivos de esta investigación fue el cuestionario.

Al finalizar el estudio los investigadores concluyen que las ideas descritas por los estudiantes en torno a los conceptos de velocidad tangencial y aceleración, evidencian que estos conceptos están íntimamente relacionados con la experiencia y lo que se observa en el contexto cotidiano, asimismo, se destaca que no visualizan las diferencias entre estas dos definiciones, lo que evidencia la persistencia de las ideas previas y debilidades conceptuales.

Además, los estudiantes desconocen términos como trayectoria circular y desplazamiento, lo que indica deficiencias en el aprendizaje de conceptualizaciones básicas del movimiento en general. Del mismo modo, el docente de Física no está claro de la conceptualización de estrategias didácticas, esto podría indicar que no las utiliza de manera adecuada durante el desarrollo de los contenidos, lo que dificulta en los estudiantes el desarrollo efectivo de la comprensión y asimilación de los conocimientos, asimismo, la construcción de un aprendizaje significativo. De esta manera, esta investigación favorece a la construcción del marco teórico del presente estudio, ya que se retomarán aspectos del contenido disciplinar.

Asimismo, se tiene la investigación realizada por Obando y Méndez (2019), referida a diseñar estrategias metodológicas que faciliten el aprendizaje en el contenido MCU en décimo grado en el turno vespertino del colegio Ramón Alejandro Roque en la comunidad de Santa Isabel del municipio de Somoto del departamento de Madriz. El presente trabajo tiene un enfoque cualitativo y el alcance de investigación es exploratorio y descriptivo, ya que explora el lugar de estudio y describe la situación que ocurre en tal sitio. La muestra se obtuvo por medio del criterio: estudiantes del turno vespertino entre las edades de 14 a 15 años y docentes que imparten la asignatura de Física.

El número de la muestra fue de diez estudiantes y dos docentes, al cual se les aplicó una encuesta para los docentes y otra para los estudiantes. Al finalizar el estudio los investigadores concluyen que las dificultades presentadas por los estudiantes radican en la falta de análisis y resolución de problemas, por la poca información sobre esta temática brindada por el docente; asimismo de una aplicación nula de estrategias metodológicas para facilitar el aprendizaje de los contenidos. Esta investigación favorece al diseño de los instrumentos de recolección de datos y se relaciona con el presente trabajo investigativo en lo referente al diseño de estrategias que contribuyan al mejoramiento de la enseñanza del contenido de MCU.

Como tercer antecedente en el contexto nacional se tiene la investigación realizada por Cruz, Castillo y Castillo (2016) cuyo propósito era validar una propuesta didáctica de prácticas de laboratorio en la unidad de MCU para el fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes de décimo grado “A” matutino y décimo grado “B” vespertino, en el Instituto Nacional Palacagüina durante el primer semestre del año lectivo 2016. Este estudio se ha realizado con

un enfoque cualitativo y de carácter descriptivo, la muestra estaba conformada por 60 estudiantes y dos docentes, en el cual se han aplicado como instrumentos de recolección de datos: guía de observación, rúbricas y trabajos de los estudiantes, en donde se ha obtenido como resultados finales que los estudiantes son capaces de relacionar la teoría con la práctica, capaces de construir conceptos y problemas relacionados a su entorno.

Asimismo, los autores afirman que al construir instrumentos para las prácticas como la ruleta y elise, los estudiantes vivenciaron con facilidad el MCU y sus características; lo cual mejora su aprendizaje y, a partir de esto, los estudiantes son capaces de dar una explicación científica de estos movimientos. Como aporte esta investigación muestra que las prácticas de laboratorio facilitan el aprendizaje de manera experimental sobre el contenido de MCU, dado que el estudiante desarrolla a través de estas muchas habilidades y destrezas importantes para su futuro. Esta investigación pretende mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, proporcionando actividades que pueden utilizar los docentes para mejorar la forma de brindarle el don del saber sobre la temática en estudio a los estudiantes, asimismo es necesario resaltar que este estudio proporciona aspectos que fueron considerados para la elaboración de la parte conceptual del marco teórico.

5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en 10^{mo} grado “D” de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022.

5.2 Objetivos específicos

- Identificar las actividades de enseñanza que utiliza el docente del área de Física de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, para desarrollar el contenido de Movimiento Circular Uniforme.
- Analizar la pertinencia de las actividades de enseñanza que utiliza el docente de Física al desarrollar el contenido de Movimiento Circular Uniforme con estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México.
- Diseñar actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en la asignatura de Física de 10^{mo} grado “D”.

6. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Qué actividades de enseñanza utiliza el docente del área de Física de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, para desarrollar el contenido de MCU?

¿De qué manera las actividades de enseñanza que utiliza el docente de Física inciden en el desarrollo del contenido de MCU con estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México?

¿Qué elementos deben contener las actividades de enseñanza con GeoGebra, para mejorar la enseñanza del contenido MCU a los estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México?

7. MARCO TEÓRICO

En este apartado se describe de forma breve el sustento teórico de la investigación tales como aspectos didácticos, tecnológicos y disciplinar. Primeramente, se inicia con las actividades de enseñanza, luego se presenta el programa GeoGebra y la relación que este tiene con la enseñanza de contenidos de Física como MCU, entre otros; referido al diseño de simuladores mediante su uso. Por último, se exponen los conceptos y ecuaciones que conforman al contenido de MCU.

7.1 Actividades de enseñanza

“La actividad, en sentido genérico, es la manifestación del pulso vital del individuo que se expresa en forma de dinamismo” (Fernández, Sánchez, y Heras, 2020. p. 63). De esta manera, desde un punto de vista pedagógico, las actividades de enseñanza son las que el docente ejecuta en el proceso de enseñanza con el propósito de facilitar el conocimiento a los estudiantes. Ya que, por todos es bien sabido que los maestros deberían poseer un repertorio de actividades de enseñanza que deben implementar en sus aulas de clase para hacer este proceso más efectivo y dinámico. Sin embargo, en muchas ocasiones, algunos no tienen en sus manos este repertorio de actividades y es, entonces, cuando deben pensar y reflexionar acerca de las distintas técnicas y actividades para una enseñanza más eficaz.

Además, según Núñez (2002) las actividades de enseñanza son elementos que organizan la práctica docente, ya que estas condicionan la distribución de tiempo y espacio, e incluso los roles del profesor y estudiantes. En este sentido, las actividades de enseñanza son parte fundamental de las estrategias de enseñanza; ya que Anijovich y Mora (2009) menciona que las estrategias de enseñanza son el conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con la finalidad de promover la construcción de conocimientos en los estudiantes. Por tanto, una vez que el docente toma la decisión acerca de que recurso va a utilizar para la enseñanza de determinado contenido, este debe de proceder a la parte reflexiva sobre las alternativas de acción que ejecutará en su práctica docente.

Dicho en términos más sencillos, una actividad de enseñanza es un procedimiento que realiza el docente en el aula de clase para facilitar el conocimiento en los estudiantes. Estas actividades se eligen con el propósito de motivar la participación de los discentes en el

proceso de enseñanza (Villalobos, 2003). Por tanto, algunos factores que los docentes deben de tener en cuenta para la selección de actividades de enseñanza son las siguientes:

- Los estudiantes
- El propósito del contenido a enseñar
- El momento apropiado para la implementación de la actividad.
- Los recursos

7.1.1 Actividades de enseñanza según el momento de aplicación

En el desarrollo de la clase se deben tener en cuenta los tres momentos en los que se divide la clase; estos son: el momento de iniciación, momento de desarrollo y momento de conclusión. De aquí, se tiene que el docente debe tener presente el tercer factor que equivale al momento apropiado para la implementación de la actividad, y así, seleccionar las actividades de enseñanza, permitiéndole saber en qué parte de la clase se usarán estas actividades. Esto es importante porque algunas actividades son útiles para ganar la atención de los estudiantes, mientras que otras funcionan más eficientemente al comunicar información en otro momento de la clase. Aun otras actividades son más útiles con la participación de los estudiantes en el desarrollo de la clase.

Por tanto, según Villalobos (2003):

Seleccionar actividades que motiven la participación y reacción del estudiante es un aspecto crucial del proceso de enseñanza aprendizaje. Una vez que los estudiantes se hayan involucrado en el proceso de enseñanza aprendizaje mediante el uso de actividades creativas, estarán más abiertos para aplicar los conceptos, ideas y temas que se faciliten dentro del aula de clase (p. 176).

Es decir, es de carácter fundamental que los docentes tengan siempre presente para el diseño o implementación de actividades de enseñanza en el proceso de enseñanza-aprendizaje conlleva a tener en cuenta el momento de aplicación, ya que este le permitirá dirigirse a los estudiantes de acuerdo a los objetivos propuestos anticipadamente de la clase; de esta manera, Campusano (2017) asegura que la selección de actividades de enseñanza debe considerar el momento de la clase en la que se implementará, ya que la mayoría de las actividades son flexibles en su implementación, se debe analizar en qué momento de la clase producen mayor impacto en el aprendizaje, sin perder de vista el aprendizaje esperado. Por tanto, en el

siguiente esquema se muestran algunas consideraciones a tener en cuenta al diseñar o implementar actividades de enseñanza.

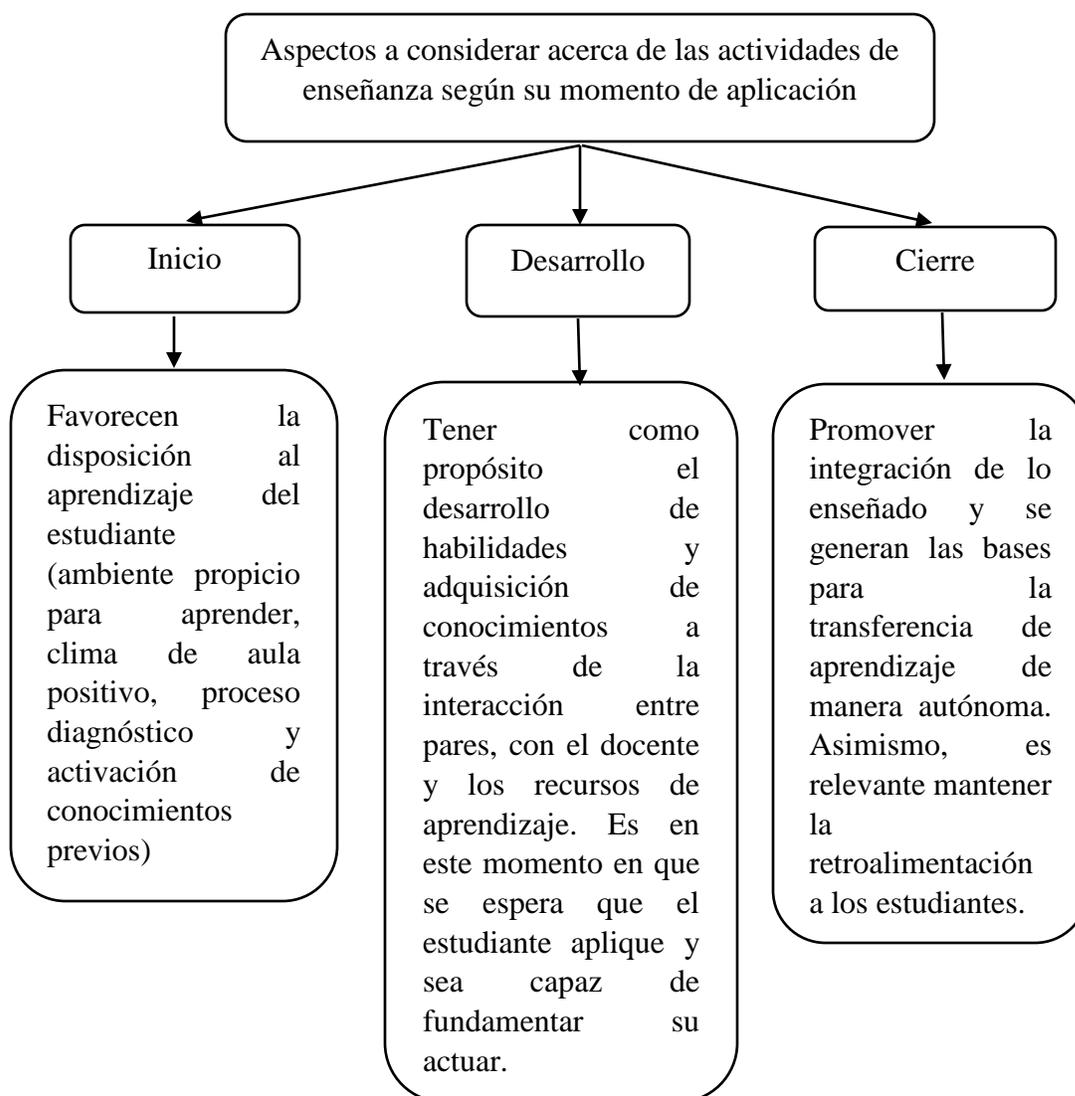


Figura 1. Aspectos a considerar acerca de las actividades de enseñanza según su momento de aplicación Fuente: Elaboración propia

7.2 Uso de la tecnología en la educación

La implementación de nuevas formas de enseñanza, como las tecnologías posibilita la motivación de los estudiantes a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es por ello que, las tecnologías en la educación no son un tema de reciente creación ni tampoco emergente. Son herramientas indispensables para desarrollar y potenciar las actividades áulicas, la práctica de los docentes, la investigación, los financiamientos y las políticas educativas actuales. Por tanto, los nuevos contextos tecnológicos y la necesidad de mejorar

la calidad de las ofertas educativas en todos los niveles de la enseñanza fundamentan la necesidad de incorporar el uso de la tecnología a las situaciones educativas.

Méndez (2012) menciona que, en el manejo de estrategias o actividades, hoy en día las tecnologías y comunicación, están siendo un complemento de mejora en la enseñanza y aprendizaje para todos los sectores educativos en particular a la educación media, estas están inmersas en las actividades sociales, de modo que forman parte actual del mundo sociocultural. Con base en lo anterior, las tecnologías, posibilitan y amplifican los procesos de interactividad comunicativa y pedagógica entre los elementos que configuran el triángulo didáctico: el objeto de enseñanza (contenidos a enseñar), la actividad de enseñanza (las acciones del profesor) y las actividades de aprendizaje (las acciones del alumno). Indicando que, la tecnología en la educación tiene por cometido posibilitar la organización de entornos de aprendizaje que proporcionen las condiciones más idóneas para conseguir finalidades educativas, empleando diversos medios tecnológicos.

7.2.1 GeoGebra

El nombre de la herramienta GeoGebra proviene de las ramas de las matemáticas Geometría (Geo) y Álgebra (Gebra), pero es muy importante afirmar que no solo se utiliza para estas ramas, también se puede utilizar para el cálculo, el análisis, la estadística, entre otras. Según Jiménez y Jiménez (2017) el software GeoGebra es una herramienta tecnológica de código libre, en la que se puede modelar cálculos algebraicos y geométricos, este software permite a los estudiantes pensar matemáticamente y, que a su vez, puedan enriquecer su nivel de comprensión y que sean capaces de resolver problemas de la vida cotidiana. Los autores argumentan que esta herramienta tecnológica es muy sencilla de operar, y que a través de ella se puede representar el comportamiento gráfico de los conceptos matemáticos. Asimismo, los autores hacen el llamado a los docentes a hacer las clases más atractivas, dinámicas y motivadoras hacia los estudiantes, pues se sabe que ellos nacieron y crecieron rodeados de la tecnología.

Jiménez y Jiménez (2017) también expresan que es posible instalar esta herramienta en dispositivos móviles (tabletas y celulares) y que además se puede ejecutar sobre los navegadores más conocidos de Internet sin necesidad de ser instalados, dichos autores afirman que existen muchos estudios en los que se muestran que esta herramienta tecnológica

permite el pensamiento matemático de los estudiantes, ya que no solo se pueden realizar gráficas, sino que es posible elaborar análisis estadísticos. A su vez esta herramienta permite al usuario ser el principal partícipe para la construcción de sus conocimientos, también que pueda y sea capaz de interactuar con los componentes y representaciones del software.

7.2.1.1 Aspectos generales de GeoGebra

Para el diseño de las actividades de enseñanza se utiliza el GeoGebra versión 5.0 para computadoras con sistema operativo Windows. La ventana principal del software se muestra en la figura 2.

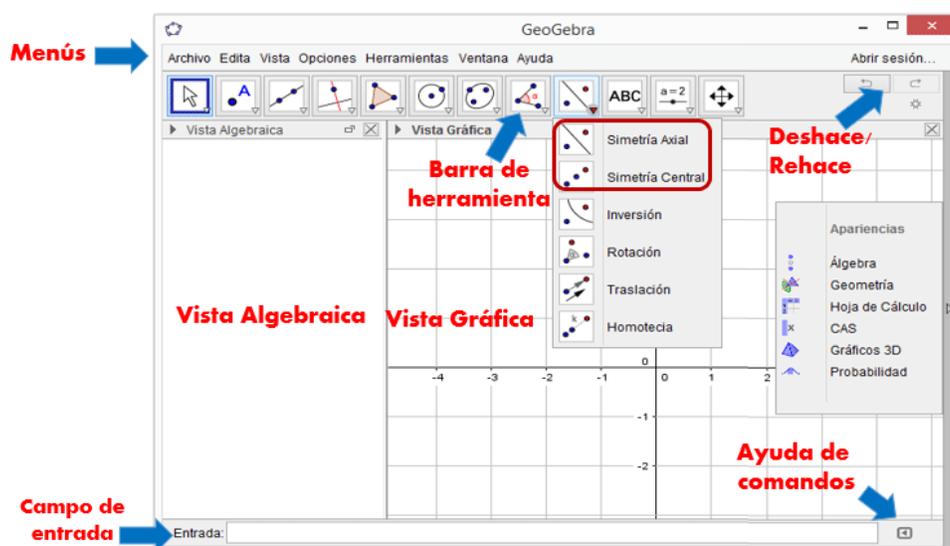


Figura 2. Componentes esenciales del software GeoGebra, en su pantalla principal. Recuperado de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Ventana-inicial-del-GeoGebra-50-Tambien-el-GeoGebra-muestra-en-su-barra-de_fig1_317389205

Se observa que la ventana principal se conforma de siete campos, entre los cuales se destacan: campo de entrada, vista gráfica, vista algebraica, barra de herramientas, ayuda de comandos y barra de menú. Cada uno cumple con una finalidad en específico, misma que se detalla a continuación:

- Campo de entrada: la barra de entrada está ubicada en la zona inferior de la pantalla, incluye utilidades que facilitan el ingreso de ecuaciones y expresiones con el teclado del computador (ver figura 3).
- Vista gráfica: es donde se realizan o se ven, las construcciones geométricas. (puntos, rectas, rayos, círculos, parábolas, arcos, segmentos, etc.). (ver figura 3).

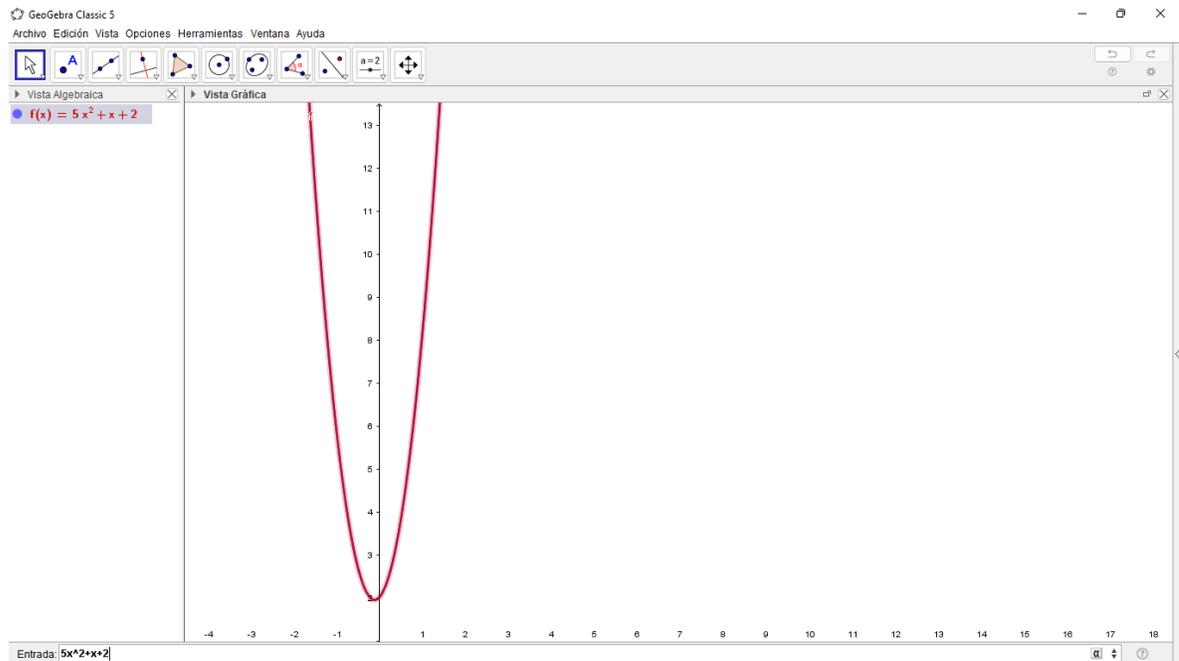


Figura 3. Utilizando el campo de entradas para graficar la función $f(x) = 5x^2 + x + 2$. Fuente: Elaboración propia.

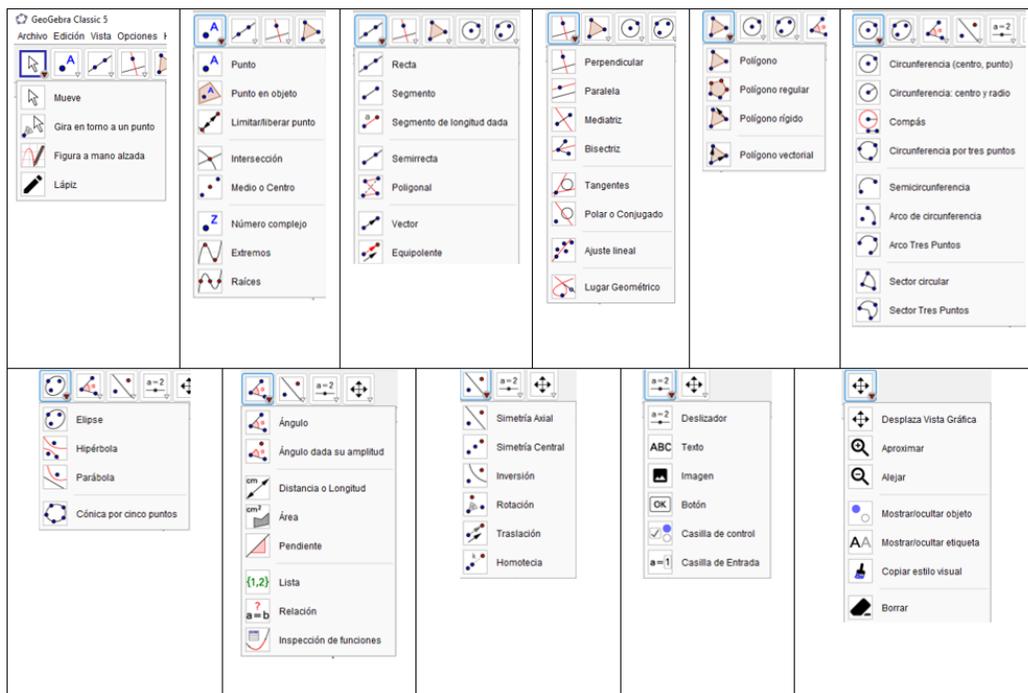


Figura 4. Elementos de la barra de herramientas del programa GeoGebra. Fuente: Elaboración propia

- Vista algebraica: cada vez que se hace una de estas construcciones mencionadas anteriormente, se agrega un elemento a la vista algebraica de una expresión que representa al objeto realizado, es decir están ubicadas en este lado las ecuaciones o comandos de los elementos que están en la vista gráfica. (ver figura 3).
- Barra de herramientas: cada uno de los botones que aparecen en esta barra poseen un pequeño triángulo al lado inferior derecho, de ellos se despliega un menú con un nuevo número de herramientas con las cuales pueden crearse un sinnúmero de construcciones geométricas. (puntos, círculos, rectas, intercepto entre dos rectas, rectas paralelas y perpendiculares, etc.) (ver figura 4).
- Barra de menú: cada uno de los botones que aparece en esta barra provee comandos necesarios para gestionar los documentos creados. (guardar, compartir, imprimir, redondeos, etiquetas, tamaño de letras, etc.) (ver figura 5).

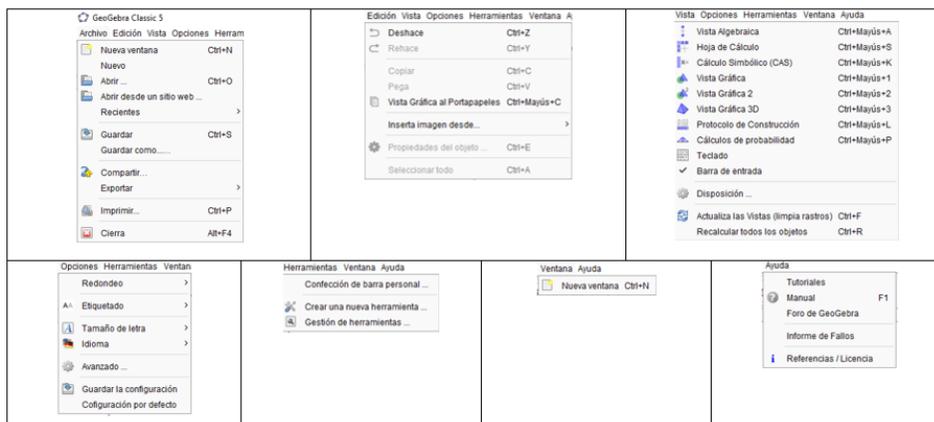


Figura 5. Elementos de la barra de menú del programa GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

- Ayuda de comandos: comandos que se pueden introducir directamente para encontrar ángulos, ángulos internos y perímetro de un polígono, área de un triángulo, etc. (ver figura 6).

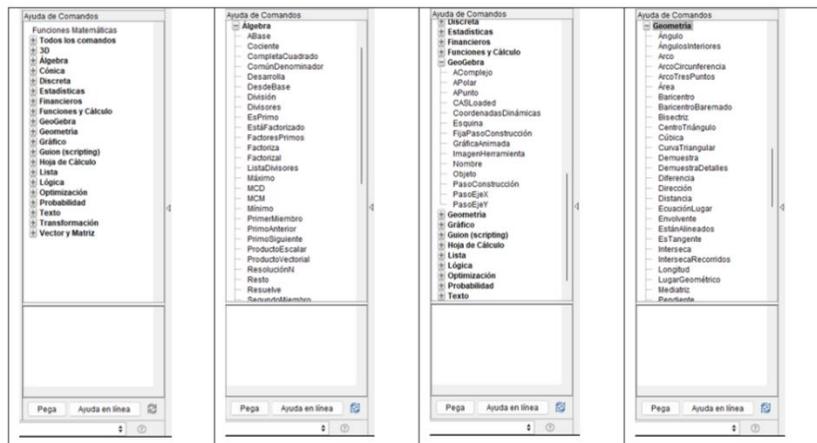


Figura 6. Elementos de la opción de ayuda de comandos en el programa GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

Los elementos que se destacan a continuación son los que serán tomados en cuenta para la creación de las simulaciones, mismas que estarán en el apartado de la propuesta:

- Vista: GeoGebra ofrece diferentes representaciones vistas para los objetos matemáticos (por ejemplo, algebraica y gráfica) que se vinculan dinámicamente. Esto significa que, si se modifica un objeto en cualquier vista, su representación en las otras se actualiza automáticamente (cuando esto es posible)
- Vista algebraica: se pueden ingresar directamente, empleando el teclado (incluso el virtual), las representaciones algebraicas de los objetos (coordenadas de puntos, ecuaciones, etc.).
- Vista gráfica 3D: se pueden construir objetos de tres dimensiones y cambiarlos dinámicamente.
- Etiqueta Visible: se pueden mostrar u ocultar las etiquetas de los objetos en la vista gráfica.
- Casilla de Entrada: estas casillas operan como entradas para guiones. El guión se dispara cuando se modifica el texto y tras dejar el campo de texto o cuando se presiona, para finalizar, Intro (Enter en algunos teclados).
- Punto: haz clic en la Vista Gráfica para crear un nuevo punto. Las coordenadas del punto quedarán determinadas al soltar el botón del ratón. Dicho punto puede moverse a lo largo del recorrido.
- Circunferencia: tras seleccionar un punto M como centro, se despliega la caja de diálogo para ingresar el valor del radio
- Vector: crea un vector entre un Punto inicial y un Punto final.
- Vector Unitario: tal vector ingresado puede determinar el punto que establece su posición, incluso en 3D si se opera con la correspondiente versión de GeoGebra.
- Vector Curvatura: devuelve el vector curvatura de la curva en el punto dado.
- Botón: Activa la herramienta y cliquee la Vista Gráfica para insertar un botón. En el cuadro de diálogo emergente es posible establecer su título y un script que se activa al clipearlo.

- Texto: permite crear fórmulas de LaTeX y/o textos, estáticos o dinámicos, en la Vista Gráfica. En primer lugar, es necesario especificar la ubicación del texto, sea con un clic sobre la Vista Gráfica para crear un nuevo texto en esa posición.
- Fórmula LaTeX en GeoGebra: en GeoGebra también se pueden escribir fórmulas LaTeX. Para hacerlo, hay que tildar la casilla fórmulas LaTeX que aparece en la ventana de diálogo de la herramienta ABC texto y anotar la fórmula según la sintaxis de LaTeX.
- Guión (script): un Guión o Script es una secuencia de comandos, que son ejecutados uno tras otro.
- Tangente: la selección para el trazado presenta diferentes alternativas, escoger: un punto A y una cónica c para producir todas las tangentes a c que pasan por A.
- Objeto Visible: tras activar esta herramienta, basta seleccionar el objeto que se desee exponer u ocultar y al pasar a otra herramienta, se aplicarán los cambios en su estado de visibilidad.
- Traslada: lo primero que debe seleccionarse es el objeto a ser trasladado y luego la herramienta. Después se selecciona el vector de traslación. Se traslada el objeto geométrico según el vector dado. Si en la Vista Gráfica se arrastra un objeto con esta herramienta seleccionada se hará una copia.

Todos los elementos antes mencionados ayudan para elaborar construcciones geométricas que se harán en la propuesta, desde el ingreso de ecuaciones y expresiones, que luego estas serán visibles en la vista algebraica y a la vez como una figura en la vista gráfica. En el manual en línea de la página oficial de GeoGebra se presentan estos componentes antes mencionados que serán útiles para la creación de los simuladores.

7.2.1.2 GeoGebra como recurso tecnológico para la enseñanza

Muchos profesionales a lo largo de los años han tratado la creación de simulaciones en el foro de la comunidad de GeoGebra, esto con la finalidad de mejorar la enseñanza de los contenidos en Física, en internet se encuentran una gran cantidad y diferentes tipos de estas simulaciones, los cuales se pueden utilizar desde el navegador, de modo que el estudiante o la persona que esté interesada en aprender logre evidenciar el comportamiento de un fenómeno físico determinado a través de estos simuladores con fácil accesibilidad.

Toro (2017) en su estudio afirma que los estudiantes muestran una actitud positiva hacia el aprendizaje de la Física mediante actividades de modelación con GeoGebra, en este sentido ha utilizado un cuestionario sobre actitudes para evidenciarlo, el cual fue elaborado por el docente, tomando elementos del cuestionario “Me interesa tu opinión”, de la investigadora María del Mar García. Al analizar el cuestionario aplicado el autor ha obtenido como resultado que los estudiantes muestran un perfil francamente favorable a la experiencia realizada. Por esta razón es de vital importancia el uso de esta herramienta tecnológica para la enseñanza de la Física, principalmente en la educación secundaria puesto que desde esta instancia se comienza a abordar esta ciencia.

7.3 Movimiento Circular Uniforme

Al considerar un cuerpo rígido (puede considerarse como un sistema de partículas, donde la distancia para un par de puntos es invariante, es decir, es un cuerpo ideal cuyas dimensiones no cambian bajo ninguna circunstancia. (Kitaigorodski, 1975) que da vueltas alrededor de un punto fijo o eje de rotación, donde la distancia del eje de rotación al cuerpo rígido no varía en el movimiento, entonces se dice que el cuerpo rígido experimenta un movimiento circular; para que sea uniforme este debe de moverse con una misma rapidez en todo momento. Basado en lo anterior se puede definir el MCU como aquel movimiento en el que un móvil o cuerpo rígido se desplaza con respecto al tiempo, describiendo una trayectoria circular a una velocidad constante en su módulo, pero no en su dirección y sentido; además, recorre arcos iguales en unidades de tiempos iguales, asimismo, barre ángulos iguales en unidades de tiempos iguales (Ortiz, 2017).

El MCU es un movimiento periódico en donde una partícula que se mueve describe una trayectoria que es una circunferencia de radio r con rapidez constante v . Un ejemplo del MCU consiste en dar vueltas en una trayectoria circular a una piedra atada a un cordel. Mientras la piedra gira con rapidez constante, la fuerza hacia el centro originada por la tensión en el cordel cambia constantemente la dirección de la piedra, haciendo que está se mueva en una trayectoria circular. Si el cordel se rompiera, la piedra saldría disparada en una dirección tangencial, o sea perpendicular al radio de su trayectoria circular, debido a la inercia (Wilson, Buffa, y Lou, 2007).

$$1 \text{ Hz} = \frac{1}{s} = s^{-1}.$$

De lo antes planteado, se puede observar que el periodo rotacional es el recíproco de la frecuencia rotacional, es decir:

$$T = \frac{1}{f}$$

7.3.2 Velocidad lineal

“Es la distancia que recorre el cuerpo con respecto al tiempo. En el MCU el módulo de la velocidad lineal (rapidez) permanece constante, pero varía en dirección y sentido” (Ortiz, 2017, p. 71). Una expresión matemática para el módulo de la velocidad lineal es:

$$|\vec{v}| = \frac{2\pi r}{T} \text{ en función del periodo}$$

$$|\vec{v}| = 2\pi r f \text{ en función de la frecuencia}$$

La unidad de medida en el sistema internacional de unidades (SI) es el m/s .

Dado que la velocidad es un vector en consecuencia, la velocidad lineal debe de ser un vector, bajo esta razón se define el vector unitario \hat{l} de la siguiente manera; el producto punto entre los vectores \vec{r} posición y el vector unitario \hat{l} (vector de color azul), es igual a cero (ver figura 8). Matemáticamente

$$\vec{r} \cdot \hat{l} = 0$$

A partir de \hat{l} , se puede obtener una relación matemática de carácter vectorial para la velocidad lineal igual a:

$$\vec{v} = \frac{2\pi r}{T} \hat{l} \text{ o } \vec{v} = 2\pi r f \hat{l}$$

7.3.3 Velocidad angular

Según Young y Freedman (2009) la velocidad angular media ω_{med} de un cuerpo en el intervalo de tiempo $\Delta t = t_2 - t_1$ como la razón del desplazamiento angular $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ en Δt .

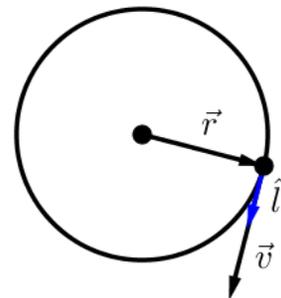


Figura 8. Vector velocidad lineal \vec{v} perpendicular al vector posición \vec{r} , contenidos ambos en un mismo plano. Fuente: Elaboración propia

$$\omega_{med} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

La velocidad angular puede ser positiva o negativa, dependiendo de la dirección en que gire el cuerpo, mientras que el término rapidez angular nunca puede ser negativo, ya que, consiste en el módulo del vector velocidad angular. La rapidez angular tiene unidades de radianes por segundo (rad /s) que se pueden escribir como s^{-1} porque los radianes son adimensionales. ω_{med} se considera positiva cuando θ aumenta (movimiento en contra de las manecillas del reloj) y negativa cuando θ disminuye (en sentido de las manecillas del reloj) (Serway y Jewett, 2009).

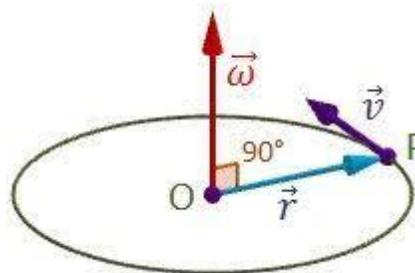


Figura 9. Representación gráfica de vector velocidad angular $\vec{\omega}$. Recuperado de: <https://tecnomania1997.wordpress.com/ii-corte/movimiento-circular-uniforme/velocidad-angular/>

El vector velocidad angular $\vec{\omega}$ tiene siempre dirección perpendicular al vector velocidad lineal \vec{v} , como se muestra en la figura 9. Para determinar la dirección del vector velocidad angular se dispone de una regla llamada la regla de la mano derecha, cuando los cuatro dedos de la mano derecha se enrollan en la dirección de rotación, de cuerpo con MCU el pulgar derecho extendido apunta en la dirección del vector velocidad angular $\vec{\omega}$. (Serway y Jewett, 2009) (ver figura 10)

El módulo del vector velocidad angular en el MCU se puede expresar en función del periodo y la frecuencia de la siguiente manera:

$$|\vec{\omega}_{med}| = \frac{2\pi}{T}, T \text{ periodo de rotación}$$

$$|\vec{\omega}_{med}| = 2\pi f, f \text{ frecuencia de rotación}$$

Dado que T y f son constantes en el MCU, se obtiene que el módulo del vector velocidad angular debe de ser constante.

7.3.4 Aceleración centrípeta

La aceleración en el MCU no tiene la misma dirección que la velocidad tangencial. Si lo fuera, la partícula aumentaría su rapidez, y el movimiento circular no sería uniforme. La

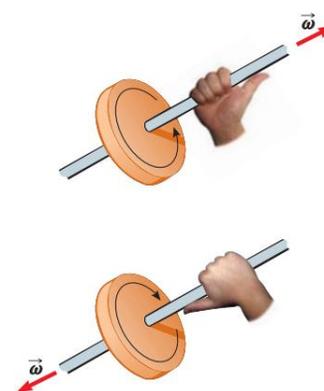


Figura 10. Regla de la mano derecha para determinar la dirección del vector velocidad angular. Recuperado de Serway y Jewett (2009).

aceleración es la tasa o razón de cambio de la velocidad con respecto al tiempo, además que posee magnitud, dirección y sentido, sumado a esto en el MCU la velocidad tangencial cambia en dirección constantemente, lo que implica que debe de existir una aceleración. Esta aceleración existe y se dirige radialmente hacia el centro de la circunferencia (ver figura 11), es decir, sin componente en la dirección de la velocidad tangencial, cabe señalar que dicha aceleración está cambiando continuamente.

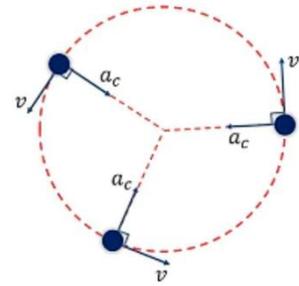


Figura 11. Representación gráfica del vector aceleración centrípeta \vec{a} . Recuperado de: <https://organosdepalencia.com/biblioteca/articulo/read/17234-que-pasa-cuando-la-aceleracion-centripeta-es-cero>

Según Frederick y Hecht (2007):

Una masa puntual m que se mueve con rapidez constante v en una circunferencia de radio r experimenta aceleración. Aunque la magnitud de su velocidad tangencial no cambia, la dirección de la velocidad cambia continuamente. Este cambio en la velocidad da origen a una aceleración a_c de la masa, dirigida hacia el centro de la circunferencia. A esta aceleración se le llama aceleración centrípeta, su magnitud está dada por

$$|\vec{a}_c| = \frac{v^2}{r}$$

donde v es la rapidez de la masa en su desplazamiento perimetral en la circunferencia. (p. 90).

Para una deducción física de la ecuación de aceleración centrípeta considérese lo siguiente: bajo el análisis de la figura 12, se tiene que para un cambio en la posición $\Delta\vec{r}$ de la partícula que adquiere un MCU con radio r ; dentro de un intervalo de tiempo determinado; hay un cambio en el vector velocidad lineal $\Delta\vec{v}$

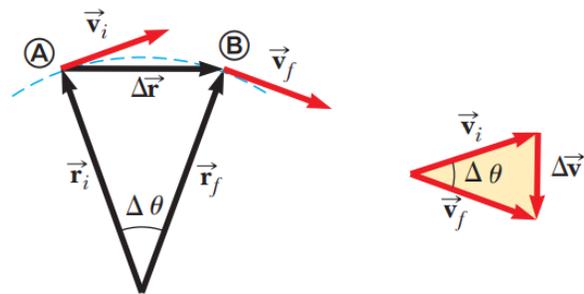


Figura 12. Cambio del vector posición y velocidad lineal conforme una partícula se mueve de A a B. Recuperado de Serway y Jewett (2009).

del punto A al punto B. El cambio $\Delta\vec{v}$ de velocidad lineal se expresa matemáticamente como: $\Delta\vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i$. El ángulo $\Delta\theta$ asociado al cambio de posición $\Delta\vec{r}$, es el mismo al ángulo asociado al cambio en la velocidad lineal $\Delta\vec{v}$, porque el vector velocidad lineal \vec{v}

siempre es perpendicular al vector de posición \vec{r} . Por lo tanto, los dos triángulos son semejantes; ahora se puede decir que sus segmentos correspondientes son proporcionales, es decir:

$$\frac{|\Delta\vec{v}|}{|\Delta\vec{r}|} = \frac{v}{r}$$

Por propiedades de proporcionalidad se tiene

$$|\Delta\vec{v}|r = |\Delta\vec{r}|v \quad (*)$$

Donde $v = v_i = v_f$ y $r = r_i = r_f$ por tratarse de un MCU. Resolviendo (*) para $|\Delta\vec{v}|$ se tiene

$$|\Delta\vec{v}| = \frac{|\Delta\vec{r}|}{r} v$$

se conoce que la aceleración es igual a una razón de cambio de la velocidad con el tiempo, es decir $a_{\text{med}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, aplicando esto a la ecuación anterior se tiene

$$a_c = \frac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t} = \frac{|\Delta\vec{r}|}{\Delta t} \frac{v}{r} = \frac{(v)(v)}{r} = \frac{v^2}{r} \text{ con } \frac{|\Delta\vec{r}|}{\Delta t} = v \text{ para cambios muy pequeños}$$

En conclusión, la magnitud de la aceleración centrípeta es

$$|\vec{a}_c| = \frac{v^2}{r}$$

Para tomar un carácter vectorial se define un vector unitario \hat{h} con dirección hacia en centro de la trayectoria circular que describe una partícula en MCU, luego

$$\vec{a}_c = \frac{v^2}{r} \hat{h}$$

7.3.5 Fuerza centrípeta

Al estar actuando una aceleración en el MCU debe haber una fuerza \vec{F} (ver figura 13) que actúa en la misma dirección de la aceleración centrípeta, y su magnitud está dada por la ecuación

$$|\vec{F}| = \frac{mv^2}{r}.$$

Resulta fácil obtener la relación matemática para la magnitud de la fuerza centrípeta, por lo que se conoce la magnitud de la aceleración centrípeta $|\vec{a}_c| = \frac{v^2}{r}$. Partiendo de la segunda ley de Newton:

Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, éste se acelera. La dirección de aceleración es la misma que la dirección de la fuerza neta. El vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por su aceleración (Young y Freedman, 2009, p. 117).

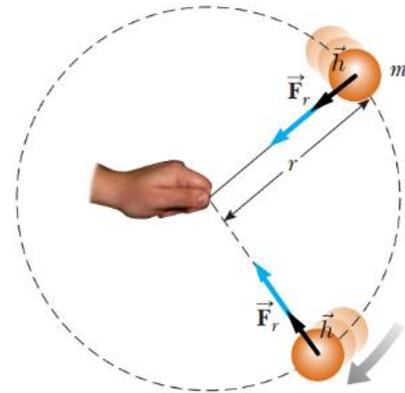


Figura 13. Representación gráfica de una fuerza \vec{F} dirigida hacia el centro del círculo que mantiene a la bola móvil en su trayectoria circular y \hat{h} el vector unitario. Recuperado de Serway y Jewett (2009).

Visto como ecuación la segunda ley de Newton es $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, entonces:

$$\vec{F}_c = m(\vec{a}_c) = m\left(\frac{v^2}{r}\right)\hat{h}$$

con \hat{h} siendo un vector unitario que tiene dirección hacia el centro de la trayectoria circular.

8. MATRIZ DE DESCRIPTORES

Pregunta general de investigación	Objetivo específico	Pregunta directriz	Preguntas específicas de investigación	Técnicas	Fuentes
¿Cómo diseñar actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en la asignatura de Física de 10 ^{mo} grado “D”, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022?	Identificar las actividades de enseñanza que utiliza el docente del área de Física de 10 ^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, para desarrollar el contenido de Movimiento Circular Uniforme.	¿Qué actividades de enseñanza utiliza el docente del área de Física de 10 ^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, para desarrollar el contenido de MCU?	¿Cuáles son las actividades de enseñanza que utiliza el docente, durante el momento de iniciación?	Observación	Proceso de Enseñanza-Aprendizaje
				Entrevista	Docente
				Encuesta	Estudiantes
			¿Cuáles son las actividades de enseñanza que utiliza el docente, durante el momento de desarrollo?	Observación	Proceso de Enseñanza-Aprendizaje
				Entrevista	Docente
				Encuesta	Estudiantes
			¿Cuáles son las actividades de enseñanza que utiliza el docente, durante el	Observación	Proceso de Enseñanza-Aprendizaje
				Entrevista	Docente

			momento de culminación?	Encuesta	Estudiantes
Analizar la pertinencia de las actividades de enseñanza que utiliza el docente de Física al desarrollar el contenido de Movimiento Circular Uniforme con estudiantes de 10 ^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México.	¿De qué manera las actividades de enseñanza que utiliza el docente de Física inciden en el desarrollo del contenido de MCU con estudiantes de 10 ^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México?	¿En qué medida favorecen las actividades de enseñanza que utiliza el docente para el cumplimiento de los indicadores de logro del contenido MCU?	Encuesta	Estudiantes	
				Entrevista	Docente
				Observación	Proceso de Enseñanza-Aprendizaje
			Encuesta	Estudiantes	
				Entrevista	Docente

			contribuyen en el aprendizaje de los estudiantes?	Observación	Proceso de Enseñanza-Aprendizaje
Diseñar actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en la asignatura de Física de 10 ^{mo} grado “D”.	¿Qué elementos deben contener las actividades de enseñanza con GeoGebra, para mejorar la enseñanza del contenido MCU a los estudiantes de 10 ^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México?	¿Qué componentes de GeoGebra son necesarios para la elaboración de la actividad de enseñanza referida a la velocidad angular?	Entrevista	Docente (Experto en el uso de GeoGebra)	
			Revisión documental	Artículos científicos que aborden el uso y manejo de GeoGebra	
		¿Qué componentes de GeoGebra son necesarios para la elaboración de la	Entrevista	Docente (Experto en el uso de GeoGebra)	

			actividad de enseñanza referida a la velocidad lineal?	Revisión documental	Artículos científicos que aborden el uso y manejo de GeoGebra
			¿Qué componentes de GeoGebra son necesarios para la elaboración de la actividad de enseñanza referida a la aceleración centrípeta?	Entrevista	Docente (Experto en el uso de GeoGebra)
				Revisión documental	Artículos científicos que aborden el uso y manejo de GeoGebra
			¿Qué componentes de GeoGebra son necesarios para la elaboración de la	Entrevista	Docente (Experto en el uso de GeoGebra)

			actividad de enseñanza referida a la fuerza centrípeta?	Revisión documental	Artículos científicos que aborden el uso y manejo de GeoGebra
--	--	--	---	---------------------	---

9. DISEÑO METODOLÓGICO

En el presente acápite se describe cómo se recolectó y analizó la información, en este caso las actividades de enseñanza que utilizó el docente de Física 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México; en el desarrollo del contenido de MCU. Asimismo, que tan pertinente fueron las actividades de enseñanza que implementó el docente y bajo esta vía se conocieron los componentes o criterios necesarios que se consideraron para el diseño de una actividad de enseñanza sustentada en la realización de simulaciones, usando GeoGebra.

Se inicia abordando brevemente: enfoque de investigación, tipo de estudio, universo, población, muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos (ver figura 14) que se utilizaron en el presente estudio. Todo ello sustentado de fuentes confiables como: artículos de revistas científicas y libros sobre metodología de la investigación científica.

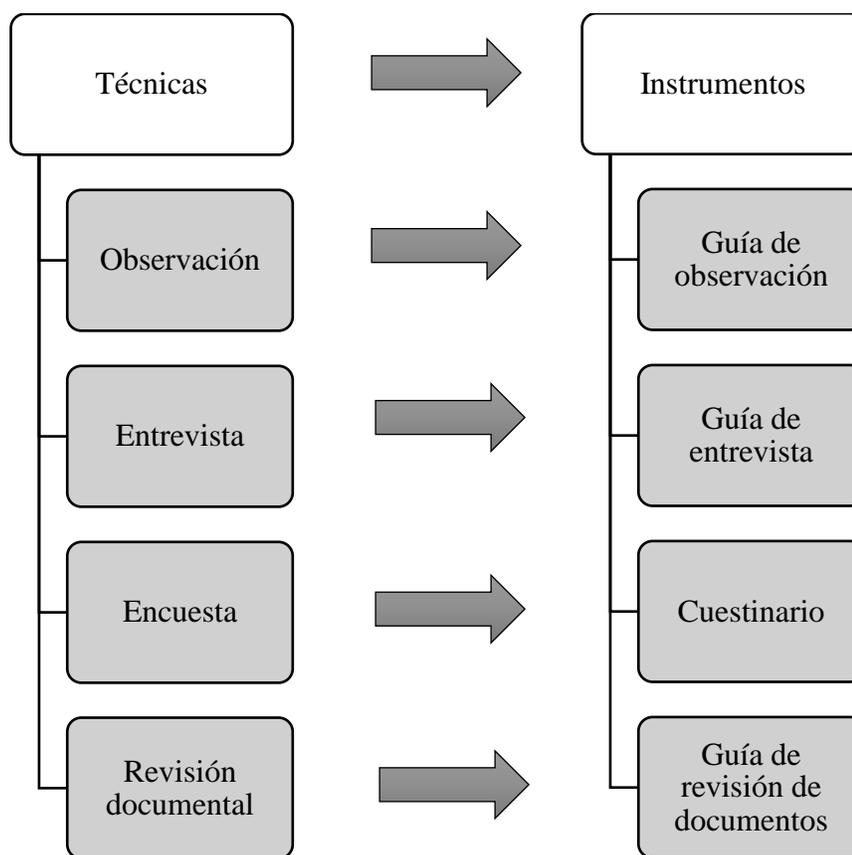


Figura 14. Técnicas e instrumentos a utilizar en la investigación. Fuente: Elaboración propia.

9.1 Enfoque de investigación

La presente investigación presenta un enfoque cualitativo, ya que se basa en técnicas de

recolección de datos sin medición numérica, tales como: observación, entrevista semi estructurada, encuesta y revisión de documentos; donde se utilizan las descripciones y observaciones (Gómez, 2006). Bajo esta misma línea, Weimar (2018) considera que la investigación cualitativa es un proceso interpretativo de indagación basada en distintas tradiciones metodológicas, la biografía, la fenomenología, la teoría fundamentada en los datos, la etnografía y el estudio de casos que examina un problema humano o social.

Su característica es abordar estudios en contextos específicos y está fundamentada en una posición filosófica que es ampliamente interpretativa en el sentido de que se interesa en las formas en las que el mundo social es interpretado, comprendido, experimentado y producido; basada en métodos de generación de datos flexibles y sensibles al contexto social en el que se producen; y sostenida por métodos de análisis y explicación que abarcan la comprensión de la complejidad, el detalle y el contexto (Weimar, 2018).

9.2 Tipo de investigación

La presente investigación se aborda desde un alcance descriptivo, ya que se realizó una descripción de las actividades de enseñanza que utilizó el docente de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México respecto al desarrollo del contenido de MCU y la incidencia de dichas actividades de enseñanza para el desarrollo de dicho contenido. Al respecto, Sampieri, Fernández y Baptista (2006) mencionan que el estudio descriptivo “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (p.103). Además, según el periodo de realización este trabajo investigativo es transversal ya que, según Cabrera, et. al (2006), un estudio transversal constituye el estudio de un evento en un momento dado. Por consiguiente, esta investigación se realizó en un periodo corto, como lo es el II semestre del año académico 2022.

9.3 Contexto de la muestra

En este apartado se presenta y especifica cómo está conformado el universo, la población y la muestra, estos son de gran utilidad para llevar a cabo el trabajo investigativo, por ello se ha seleccionado un pequeño grupo de estudiantes del Colegio Público Experimental México, el cual se encuentra ubicado en el distrito IV de Managua capital de Nicaragua, la dirección

de este colegio es exactamente en Bello Horizonte, Iglesia Pío X, 4 cuadras al sur y media cuadra al oeste. Cabe recalcar que desde que llegamos a este centro de estudio a solicitar el permiso para realizar el proceso de este trabajo investigativo, nos han recibido cordialmente y nos han brindado todo el apoyo necesario que se requería para llevar a cabo dicha investigación. Atiende las dos modalidades tanto matutino como vespertino y cuenta con aula TIC.

9.3.1 Universo

Los autores Mejía, Novoa, Ñaupas y Villagómez (2014) definen que el universo en las investigaciones es el conjunto de hechos, objetos, eventos que se van a estudiar con las variadas técnicas, es el grupo de personas que son motivos de investigación. En otras palabras, el universo es la totalidad de personas con las características que conforman el ámbito de estudio o de investigación. Para esta investigación, se tuvo acceso al Colegio Público Experimental México; en donde la cantidad de estudiantes de secundaria es de 1051 estudiantes y 28 docentes.

9.3.2 Población

Devore (2008) define a la población como el colectivo que abarca a todos los elementos cuya característica o características que se quiere estudiar; dicho de otra manera, es una parte del universo al que se desea describir o del que se necesita establecer conclusiones. Asimismo, Sampieri, Collado y Lucio (2014) se refieren a la población como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Es decir, la población no es más que un subgrupo del universo, formado por un grupo específico de personas que presentan características comunes y sobre las cuales se realiza un estudio determinado. En el Colegio Público Experimental México hay 6 grupos de 10^{mo} grado, haciendo un total de 233 estudiantes y cuenta con 3 docentes de Física, por lo cual en esta investigación se toma como población a los tres docentes que imparten la asignatura de Física y los 233 estudiantes de 10^{mo} grado del Colegio Público Experimental México.

9.3.3 Muestra

Según Sampieri, Collado y Lucio (2014) la muestra es un subgrupo del universo o población, es utilizada para ahorrar tiempo y recursos, este grupo requiere delimitar la población para generalizar resultados y establecer parámetros. La muestra puede ser probabilística y no

probabilística o dirigida. Para esta investigación se toma como muestra (no probabilística) a un grupo de 10^{mo} grado del Colegio Público Experimental México, el cual se consideró el grupo de 10^{mo} grado “D” que es un grupo de 38 estudiantes, por tanto, la muestra está conformada por un docente de Física y los 38 estudiantes de dicho grado, donde 16 son mujeres y 22 son varones.

9.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En toda investigación es necesario llevar a cabo la recolección de datos, de esta manera este es un paso fundamental para tener éxito en la obtención de resultados, la recolección de datos es considerada como la medición, una precondition para obtener el conocimiento (Hernández y Avila, 2020). Dada la necesidad de la recolección de datos en la investigación científica, surgen las técnicas e instrumentos. Para Hernández y Avila (2020) la técnica de recolección de datos comprende los procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación, y los instrumentos son los recursos que el investigador usa para abordar un problema y extraer información de ello.

9.4.1 Técnicas

9.4.1.1 Observación

La observación es una técnica de recolección de datos que se utilizó en la presente investigación, para determinar las actividades de enseñanza que utilizó el docente en el desarrollo del contenido MCU durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Guerra (1999) menciona que “la observación es la piedra angular de los métodos de investigación cualitativa” (p. 245); bajo la misma sinfonía Ruiz (1999) cita a Ruiz y Ispizua (1989) donde comentan que:

La observación científica se lleva a cabo de una forma no sólo deliberada y consciente, sino de un modo sistemático, ordenando las piezas, anotando los resultados de la observación, describiendo, relacionando, sistematizando y, sobre todo, tratando de interpretar y de captar su significado y alcance (p. 225).

Es decir, realizar una observación implica que el investigador capture y analice, el comportamiento, las actividades y las acciones que los sujetos observados realizan en el contexto en que se encuentran; para aclarar la realidad que se investiga.

9.4.1.2 Entrevista

Acevedo y López (2004) consideran la entrevista como un intercambio verbal que ayuda a la recolección de datos durante un encuentro de carácter privado y cordial, donde una persona se dirige a la otra por medio de preguntas y ésta las contesta, dando su versión o respuesta a dichas preguntas que están relacionadas a un tema en específico. En otras palabras, la entrevista es la interacción entre entrevistador y entrevistado, en donde el entrevistador realiza una serie de preguntas a la persona entrevistada con el fin de obtener información sobre aspectos específicos, en torno a un tema planteado con anterioridad. Para este trabajo se han elaborado dos entrevistas, la primera es dirigida al docente que impartirá el contenido de MCU esto con el objetivo de conocer las actividades que utilizó en el desarrollo del tema antes mencionado, la segunda entrevista está dirigida al docente experto en GeoGebra, en esta se detallan preguntas cuyo objetivo es conocer los elementos que son necesarios para el diseño de las actividades de enseñanza sobre del contenido ya mencionado.

9.4.1.3 Encuesta

Otra técnica que se utilizó es la encuesta dirigida a los estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, con el fin de identificar las actividades de enseñanza que utiliza el docente en el desarrollo del contenido MCU y valorar la incidencia de dichas actividades de enseñanza. La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Casas, Repullo y Donado (2003) citan a García, Ibáñez y Alvira (1986) donde se define la encuesta como una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características.

9.4.1.4 Revisión documental

Otra técnica de recolección de la información que se usó en esta investigación es la revisión

documental con la finalidad de brindar insumos que se tendrán en cuenta respecto a los componentes del programa de GeoGebra necesarios para la elaboración de las actividades de enseñanza referidas a la velocidad angular, velocidad lineal, aceleración centrípeta y la fuerza centrípeta. Es por ello que Gálvez (2002) afirma que la revisión documental es un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea esta clínica, docente, investigadora o de gestión. Es decir, que esta técnica permite seleccionar ideas informativamente relevantes de un documento.

9.4.2 Instrumentos

9.4.2.1 Guía de observación

La guía de observación (ver anexo 1) es el instrumento asociado a la observación como técnica de recolección de datos. Pérez y Merino (2012) consideran a la guía de observación como un documento que permite encausar la acción de observar ciertos fenómenos. Esta guía, por lo general, se estructura a través de columnas que favorecen la organización de los datos recogidos.

La estructura del instrumento está dividida en secciones distribuidas de la siguiente manera: logo, datos generales de la institución que financia la investigación, objetivos, herramientas a utilizar en la observación y, por último, un conjunto de ítems relacionados a una temática de interés. Estos a su vez son acompañados de tres apartados donde se pueda responder con sí o no el cumplimiento del criterio para cada ítem, asimismo se presenta a la par un cuadro donde se puede escribir un comentario.

9.4.2.2 Guía de entrevista

Flick (2007) argumenta que la guía de entrevista incorpora preguntas y estímulos narrativos, esta es preparada para orientar al entrevistador sobre los dominios temáticos de dicha entrevista, con la cual se pretenden recoger datos bibliográficos respecto a cierto problema o temática, dicha guía de entrevista está diseñada para apoyar el hilo narrativo desarrollado por el entrevistado mismo.

La guía de entrevista es un instrumento que contiene los temas, preguntas sugeridas y aspectos a analizar en dicha entrevista. Cabe recalcar que si la persona que toma el papel de

entrevistador está muy familiarizada con la entrevista que va a realizar no es necesario que lea todo lo que contempla dicho instrumento, es decir le servirá este material como un apoyo por si llega a olvidar algunos aspectos.

Para la presente investigación se dispuso de dos guías de entrevista: una para el docente de Física 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México (ver anexo 2) y otra para un docente experto en el uso de GeoGebra (ver anexo 3).

9.4.2.3 Cuestionario

Un cuestionario (ver anexo 4) es una lista de preguntas que se proponen con un fin determinado, para los autores Alfaro, Hernández, Molina y García (2006) el cuestionario es un proceso estructurado para la recolección de información a través del cumplimiento de una serie de preguntas. Estos cuestionarios pueden ser aplicados mediante encuesta personal, encuesta telefónica, enviados por correo y en grupo con presencia de un encuestador. Con este instrumento se procuró realizar el desarrollo de una encuesta para la recolección de datos. Está conformado por datos generales del encuestado y un conjunto de ítems divididos entre cuatro grupos; grupo 1: ítems dirigidos a las actividades de enseñanza para el momento de iniciación de la clase; grupo 2: actividades de enseñanza para el momento de desarrollo la clase, grupo 3: actividades de enseñanza para el momento de cierre de la clase y grupo 4: aspectos teóricos del contenido de MCU.

9.4.2.4 Guía de revisión de documentos

Otro instrumento que se utilizó en este estudio para la recolección de la información es la guía de revisión de documentos (ver anexo 5) que según Peña y Pirela (2007) permite organizar y representar el conocimiento registrado en los documentos. La acción de este proceso se centra en el análisis y síntesis de los datos plasmados en dichos soportes mediante la aplicación de lineamientos que el investigador considere revisar. Es por ello que, con este instrumento se analizaron algunos documentos relacionados al uso del programa GeoGebra.

9.5 Instrumentos de análisis de los datos

Para el análisis de los datos obtenidos mediante la aplicación de los instrumentos: guía de observación, guía de entrevista y guía de revisión de documentos; se utilizó una matriz de

análisis de datos cualitativos. La matriz de análisis de datos cualitativos (ver tabla 1) está conformada por filas donde se rellenan con aspectos demandados por las columnas rotuladas de la siguiente manera: unidad de análisis y análisis.

- Unidad de análisis: se insertan las unidades de análisis del instrumento.
- Análisis: se hace con alcance descriptivo, argumentativo e interpretativo.

Tabla 1
Elementos de la matriz de análisis de datos cualitativos

Unidad de análisis	Análisis
Actividades de enseñanza	:
Pertinencia de las actividades de enseñanza	:
Elementos del programa GeoGebra	:

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al análisis de los datos obtenidos mediante la aplicación del cuestionario se utilizaron diagramas de barras. Es una forma de representar gráficamente un conjunto de datos mediante barras rectangulares de longitud proporcional a los valores representados. Por último, la figura 15 representa esquemáticamente los instrumentos y las técnicas con que se analizaron los datos recolectados mediante la aplicación de estos.

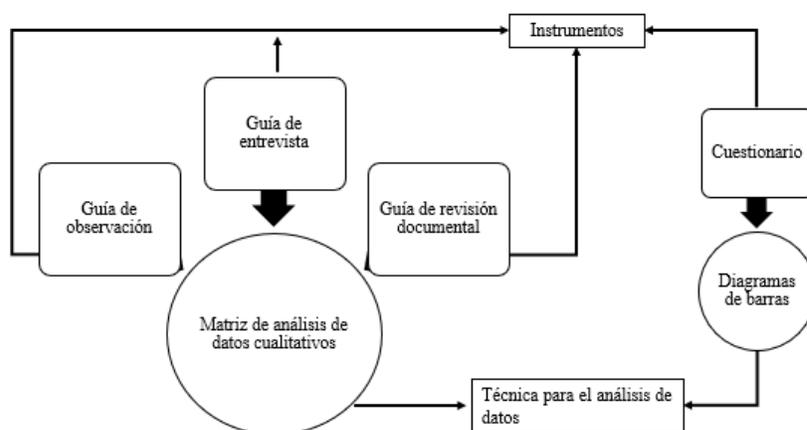


Figura 15. Esquema de vinculación entre los instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis asociada. Fuente: Elaboración propia.

A través de los diagramas de Venn se realizó la triangulación de los datos obtenidos con los instrumentos. Según Okuda y Gómez (2005) dentro del marco de la investigación cualitativa, la triangulación comprende el uso de varias estrategias al estudiar un mismo fenómeno, es

decir, el uso de varios instrumentos de recolección de datos. Su función principal consiste en la verificación y comparación de la información obtenida en diferentes momentos mediante los diferentes métodos o técnicas de recolección de datos.

Para la triangulación de la información obtenida a través de los instrumentos de recolección de datos (guía de observación, guía de entrevista, guía de revisión documental y cuestionario) se hizo uso de diagramas de Venn (ver figura 16) que consisten en representaciones gráficas que permiten mostrar la agrupación de cosas en forma de conjuntos y sus relaciones. Estos diagramas son eficientes para mostrar sistemas de clasificación en donde los elementos no son excluyentes en cuanto a las categorías que pertenecen, en otras palabras, que los elementos pueden pertenecer a varias categorías al mismo tiempo (Canales y Ruiz, 2020).



Figura 16. Triangulación de los datos usando diagramas de Venn. Fuente: Elaboración propia.

10. ANÁLISIS INTENSIVO DE LA INFORMACIÓN

10.1 Análisis de los resultados obtenidos por medio de la aplicación del instrumento de la guía de observación

El instrumento de la guía de observación se aplicó tres veces, es decir que se observaron tres clases que constaban de 90 minutos; dicho instrumento tenía como propósito conocer las actividades de enseñanzas utilizadas por el docente de Física de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México durante el desarrollo del contenido de MCU y valorar la pertinencia de estas actividades para el desarrollo de dicha temática. Por tanto, en la siguiente tabla se analizan los resultados de la observación por medio de dos unidades de análisis que corresponden a las actividades de enseñanza y a la pertinencia de estas actividades.

Tabla 2

Análisis de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la guía de observación

Unidades de análisis	Análisis
Actividades de enseñanza	<p>En el momento de iniciación se evidenció que el docente efectúa una retroalimentación de la clase anterior para consolidar los aprendizajes de los estudiantes y realiza una actividad haciendo uso de un recurso escrito para diagnosticar los conocimientos previos en relación a la temática en estudio; este recurso escrito consistía en una hoja que contiene situaciones de ejercicios relacionados a la temática de MCU.</p> <p>Los datos descritos anteriormente demuestran que el docente cumple con algunos aspectos mencionados en la guía de observación, no obstante, omite compartir los indicadores de logro de la clase a los estudiantes; lo cual no es correcto debido a que esta parte de compartir los indicadores de logro permite a los estudiantes que tengan en mente el propósito del desarrollo de la clase. Además, el docente solamente hace uso de dos actividades de enseñanza que corresponden a diagnosticar y consolidar conocimientos construidos en las clases anteriores y según Villalobos (2003) estas actividades de enseñanza deben de facilitar el conocimiento y la participación efectiva de los estudiantes; en donde el docente de Física de 10^{mo} grado “D” no promovía que todos los estudiantes participaran en la realización de dichas actividades.</p> <p>En el desarrollo de la clase se observó que el docente utiliza la experimentación con procesos naturales que ocurren en el entorno del estudiante, explica y desarrolla el contenido de MCU mediante resolución de ejercicios; donde primeramente indica a los estudiantes que traten de resolver los ejercicios, pero después de cierto tiempo el docente ayuda a los estudiantes identificando los datos del ejercicio y las ecuaciones que debían utilizar para encontrar la solución. En la realización de dicha actividad solamente participaban algunos estudiantes y en ningún momento de la clase se observó la construcción de un gráfico que permita ver las características del contenido de MCU, evidenciándose que la parte de la visualización de las magnitudes físicas relacionadas con la temática de MCU no fue considerada por el docente para la enseñanza de dicho contenido.</p> <p>Asimismo, las actividades que ejecuta el docente indican la persistencia de las clases tradicionales en el proceso de enseñanza aprendizaje, en este caso particular de la Física, en donde no se evidenció el uso de ningún recurso tecnológico para la enseñanza de dicho contenido. Los aspectos antes descritos no se corresponden con lo expresado por Méndez (2012) quien menciona que, en el manejo de estrategias o actividades, los docentes deben entender que el uso de la tecnología se ha convertido en algo cotidiano, estas están inmersas en</p>

las actividades sociales, de modo que forman parte actual del mundo sociocultural. Es por ello, que es fundamental sacarle provecho a esta herramienta como es la tecnología para hacer del proceso de enseñanza un proceso más efectivo, que contribuya a la obtención o construcción de conocimientos por parte de los estudiantes.

El docente al finalizar la clase solamente realizó la orientación de tarea que consistía en continuar en la resolución de ejercicios que no se resolvieron en el aula de clase. Lo antes expuesto muestra que el docente solamente cumple con un criterio de la guía de observación; dejando en evidencia que el docente no realiza actividades que le permitan al estudiante organizar o sintetizar todas las ideas o definiciones que se abordaron en el transcurso de la clase y según Villalobos (2003) las actividades de enseñanza son un procedimiento que realiza el docente en el aula de clase para facilitar el conocimiento en los estudiantes; por tanto, las actividades de enseñanza utilizadas por el docente reafirman una enseñanza tradicional, basada solamente en la resolución de ejercicios que simplemente algunos estudiantes solamente resuelven sustituyendo en las ecuaciones los datos, sin comprender la situación en estudio.

Pertinencia de las actividades de enseñanza

Durante el desarrollo de cada una de las clases observadas se evidenció que el docente posee dominio científico de la temática correspondiente al MCU; pero las actividades de enseñanza que utiliza no favorecen a todos los estudiantes de 10^{mo} grado “D” a la construcción de conocimientos; ya que la visualización de las magnitudes físicas como son la velocidad lineal, periodo de rotación, frecuencia rotacional, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta no fue presentada desde un gráfico que mostrará la relación o el comportamiento de dichas magnitudes físicas correspondientes al contenido de MCU; lo cual deja en cuestión el cumplimiento de los indicadores de logro, ya que estos establecen que los estudiantes identifiquen las características del MCU y cuerpos que se desplacen a su alrededor con MCU, determinando sus distintos parámetros; lo que deja expuesto el incumplimiento de los indicadores de logro planteados por el MINED.

Fuente: Elaboración Propia

Con base en los aspectos descritos en la tabla anterior se tiene que las actividades de enseñanza que utiliza el docente confirma la enseñanza tradicional de la asignatura de Física, particularmente en el desarrollo del contenido de MCU, además que estas actividades no permiten el alcance de los indicadores de logro propuestos por el MINED; pues el docente en ninguna de las clases observadas compartió dichos indicadores a los estudiantes, contribuyendo a que los estudiantes no tuvieran en claro los objetivos de cada clase,

generando desinterés por la construcción de cúmulos de conocimientos en el contenido de MCU y, por consiguiente, el incumplimiento a la competencia de grado que el MINED tiene establecida; que corresponde a que los estudiantes analicen las características del MCU, deduciendo los parámetros y ecuaciones que intervienen para aplicarlas a situaciones problemáticas de su entorno.

Por tanto, es aquí donde surge la necesidad de este estudio investigativo que tiene como uno de sus objetivos diseñar actividades de enseñanza haciendo uso del programa GeoGebra, que permitan la visualización de cada una de las magnitudes físicas del contenido de MCU para que los estudiantes construyan un mejor aprendizaje; lo que conlleva a mejorar el proceso de enseñanza de dicho contenido y así, contribuir a la obtención de los indicadores de logros, así como el cumplimiento de la competencia de grado propuesta por el MINED.

10.2 Análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación de la guía de entrevista al docente que impartió el contenido de Movimiento Circular Uniforme

En este apartado se presenta el análisis de la entrevista realizada al docente que ha impartido el contenido de MCU en el Colegio Público Experimental México, la cual estaba orientada a reconocer las actividades de enseñanza que él utiliza durante el desarrollo de dicho contenido y si este a la vez utilizaba los recursos tecnológicos para promover el interés hacia el estudio en los estudiantes, también se orientaba a identificar la pertinencia de las actividades de enseñanza durante el proceso del desarrollo del contenido antes mencionado.

Tabla 3
Análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación de la guía de entrevista al docente que impartió el contenido de MCU

Unidad de análisis	Análisis
Actividades de enseñanza	¿Qué tipo de actividades de enseñanza utiliza al momento de iniciación del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Mencione algunas <i>“Al momento de iniciación comenzamos lo que es lluvia de ideas, más que todo plantear un fenómeno o un experimento, a partir del análisis de el, vamos concluyendo lo que es el MCU, eso viéndolo de todos los fenómenos que ocurren en nuestro entorno, primero partiendo de ver todo aquello que se mueve en forma circular y luego verificar si verdaderamente es circular uniforme o solamente circular, cuando se le pide al chico que indique qué cuerpos en su entorno se mueve en forma circular, ellos dicen un sin número de ejemplos, de ahí, del listado de ejemplos que ellos proponen ir</i>

analizando cada uno de ellos para ver si cumplen las características del MCU, otra manera de cómo inducir a lo que es este concepto es a partir de la experiencia que ellos tienen y bueno, dar a ellos ciertos elementos de juicio para que vayan analizando y traten de interpretar”.

Desde un punto de vista pedagógico, las actividades de enseñanza son las que el docente ejecuta en el proceso de enseñanza con el propósito de facilitar el conocimiento a los estudiantes. Dicho en términos más sencillos, una actividad de enseñanza es un procedimiento que realiza el docente en el aula de clase para facilitar el conocimiento en los estudiantes. Estas actividades se eligen con el propósito de motivar la participación de los discentes en el proceso de enseñanza (Villalobos, 2003).

El docente comenta que en el momento de la iniciación del contenido de MCU, se comienza con el planteamiento de fenómenos o experiencias referentes a movimientos en forma circular que se pueden apreciar en el entorno, del cual, los estudiantes brindan sus opiniones y estos a la vez anotan en la pizarra como una lluvia de ideas, para luego con las ideas que ellos tienen y el conocimiento del docente llegar a verificar si verdaderamente se tratan de un MCU o solamente movimiento circular. Cabe recalcar que el docente hace preguntas a los estudiantes para identificar los conocimientos previos que tienen referentes al tema en estudio, toma en cuenta cada una de las opiniones de los estudiantes, los corrige e instruye a la construcción de sus nuevos conocimientos.

¿Qué tipo de actividades de enseñanza utiliza al momento de desarrollar el contenido de Movimiento Circular Uniforme? Mencione algunas

“Normalmente lo hago a partir de un gráfico que indique lo que es el MCU, vamos ubicando ciertos elementos importantes y vamos deduciendo lo que es primero el concepto, luego la definición de MCU y luego caemos a las características que este movimiento debe de tener, una vez que definimos las características del movimiento, entonces ya verificamos si lo que nosotros habíamos clasificado anteriormente como MCU verdaderamente cumplen estas características, una vez que ya tenemos las características fijadas del movimiento pues pasamos al análisis de situaciones problemáticas”.

El docente dice que realiza un organizador gráfico, donde se ubican los elementos importantes: concepto, definición y características del MCU, luego con esta actividad verificar si lo que se había trabajado anteriormente es verdaderamente un MCU, una vez verificado el docente procede al análisis de situaciones problemáticas. Es importante aclarar que en este momento el docente no utiliza recursos tecnológicos para el desarrollo del contenido de MCU, utiliza impresiones como recursos.

¿Qué tipo de actividades de enseñanza utiliza en el momento de culminación del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Mencione algunas

“Bueno en la parte de finalización es más que todo la resolución de problemas y análisis de situaciones problemáticas, donde el joven debe evidenciar los conocimientos adquiridos hasta el momento, en algunas ocasiones los trabajo con formularios de Google Drive o presentaciones de Power Point dónde vamos haciendo de forma interactiva y también la elaboración de maquetas que nos ayuda que el chico vaya expresando sus ideas a través de la construcción de un gráfico.”

El docente comenta que, en esta parte de la culminación, viene orientada a la resolución de problemas y análisis de situaciones problemáticas, donde el estudiante es puesto a prueba con referencia a los conocimientos que ha construido, afirma también que trabaja en ocasiones con los formularios de Google Drive, presentaciones en PowerPoint y acompañado también de la elaboración de maquetas. Durante las observaciones realizadas al momento que se impartía el contenido de MCU, fue evidente que el docente resolvía problemas en la pizarra con ayuda de los estudiantes, en donde ellos participan de manera interactiva, se evidencia que el docente les brinda los formularios y las situaciones en forma impresa, no realiza presentaciones en PowerPoint ni elaboran las maquetas, se realiza de la forma tradicional, en ningún momento durante se realizaron las observaciones fue posible evidenciar que el docente utilizara la tecnología para la educación de los estudiantes.

El uso de la tecnología en la educación es de gran importancia si se aprovecha de buena manera, sobre esto Méndez (2012) menciona que, en el manejo de estrategias o actividades, los docentes deben entender que el uso de la tecnología se ha convertido en algo cotidiano, estas están inmersas en las actividades sociales, de modo que forman parte actual del mundo sociocultural. Con base en lo anterior, las tecnologías, posibilitan y amplifican los procesos de interactividad comunicativa y pedagógica entre los elementos que configuran el triángulo didáctico: el objeto de enseñanza (contenidos a enseñar), la actividad de enseñanza (las acciones del profesor) y las actividades de aprendizaje (las acciones del alumno). Indicando que, la tecnología en la educación tiene por cometido posibilitar la organización de entornos de aprendizaje que proporcionen las condiciones más idóneas para conseguir finalidades educativas, empleando diversos medios tecnológicos.

¿Las actividades que implementa están propuestas en el programa de asignatura? Explique.

“Si, de hecho, vienen dentro de lo que es la malla curricular que nosotros tenemos actualmente y anexo ciertas actividades que encontramos también en la antología, hay un pequeño documento de la Física que nos ayuda a tener algunas ideas de cómo ir induciendo a cada uno de los contenidos”.

El docente explica que las actividades que implementa con los estudiantes vienen propuestas en la malla curricular, pero a la vez el anexa actividades que ayudan con nuevas ideas para inducir en cada contenido de Física. Durante las observaciones que se realizaron en el aula de clases fue notorio que las actividades que el docente realizaba, despertaba el interés de ciertos estudiantes, pero la mayor parte permanecen distraídos de las actividades que se realizan en el salón.

Pertinencia de las actividades de enseñanza **¿Considera usted que las actividades de enseñanza utilizadas para el desarrollo del contenido de Movimiento Circular Uniforme contribuyen en el aprendizaje de los estudiantes? Argumente su respuesta. (Destacar si permiten el cumplimiento de los indicadores de logro y cómo lo verifica)**

“De hecho, si, por que ha sido observable en algunos jóvenes que han venido adquiriendo los conocimientos, hay otro porcentaje que todavía no y eso sería implementar otras estrategias que me ayuden a que además de lograr la interacción en un gran porcentaje del grupo también la adquisición de conocimientos por parte de ellos sea significativa. En un porcentaje las actividades si permiten el cumplimiento de los indicadores, ya que las actividades van dirigidas precisamente a lo que se pide en los indicadores de logro y en función de eso, solo que acá pues funciona también la parte del estudiante, uno trata de cumplir el 100% de las indicaciones y llevarlo precisamente al cumplimiento de los indicadores pero contamos con otro fenómeno que es el ausentismo, contamos con un total de 38 en el salón de los cuales asisten regularmente 20-25 alumnos, y los que hoy están por ejemplo mañana no, como que van alternando entonces eso hace que el joven cuando llegue a un contenido se siente navegando en contra de la corriente porque no lleva la secuencia de lo que hemos venido desarrollando pero si tratar de ir trabajando en función de lograr que el joven pueda adquirir el conocimiento.”

El docente afirma que las actividades utilizadas contribuyen en el aprendizaje de los estudiantes, es notorio que hay algunos estudiantes que construyen los conocimientos, pero otra parte no, por lo cual se deben implementar otras actividades que ayuden a superar esta debilidad en los estudiantes. También comenta que estas actividades van dirigidas al cumplimiento de los indicadores de logros, aunque también dice que el desinterés del estudiante entra en juego y a su vez la falta de asistencia al salón de clases, haciendo que el joven no lleve la secuencia de lo que se ha venido estudiando. Por las observaciones realizadas se puede afirmar que las actividades utilizadas por el docente despiertan el interés de algunos estudiantes, pero la mayor parte no pone atención y se dedican a estar con los teléfonos, la inasistencia es evidente en este salón, nunca llegaban los estudiantes en su totalidad. En ninguna sesión de clase el docente ha escrito ni expresado a los estudiantes los indicadores de logro, ni ha explicado a los estudiantes el cumplimiento de estos.

¿Utiliza recursos tecnológicos durante el proceso de enseñanza particularmente del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Mencione

“Años anteriores en otros centros educativos, se aplica quincenal evaluación dirigida hacia los estudiantes con el uso de la tecnología.”

El docente comenta que en otros centros se utilizan aproximadamente dos veces al mes las evaluaciones por medio del uso de la tecnología. Durante las observaciones realizadas se notó que no utiliza la tecnología para inducir a los estudiantes a la construcción de los conocimientos, pero si es evidente el uso de impresiones al momento de la solución de problemas y análisis de las situaciones problemáticas.

¿Cree usted que estos recursos tecnológicos favorecen en la enseñanza del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Explique

“De hecho sí, porque el joven actualmente está deslumbrado por lo que es la tecnología, ahora presentar ciertas actividades en pizarra lo miramos de la forma clásica, pero si preparamos unas actividades donde el alumno interactúe tecnológicamente con el docente, pues es más aprovechable, al joven le llama la atención y está más inmerso en lo que es la clase y tiene menos tiempo para distraerse y perderlo en cosas que no van a fines de la asignatura.”

El docente comenta que estos recursos tecnológicos favorecen en la enseñanza, por lo que llaman la atención de los estudiantes al presentar los contenidos con aspectos tecnológicos, de tal modo que ellos puedan interactuar y concentrarse en las actividades, disminuyendo la distracción. Es importante aclarar que el uso adecuado de la tecnología es aprovechable, para despertar el interés del estudiante e inducirlo por medio de esto a la construcción de sus propios conocimientos.

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se ha realizado el análisis referente a la entrevista realizada al docente que impartió el contenido de MCU a los estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, dicho análisis se ha realizado en los tres niveles descriptivo, interpretativo y argumentativo, en donde se expresa lo que el docente ha contestado a cada interrogante planteada, luego se da una interpretación personal y que a su vez viene sustentada con referencia a lo propuesto en el marco teórico.

Es importante mencionar que en la entrevista realizada el docente se refiere a las actividades de enseñanza como estrategias de enseñanza, el docente comenta sobre las actividades de

enseñanza que utiliza en los diferentes momentos de la enseñanza del contenido MCU, en el momento de iniciación del contenido de MCU, se hace un planteamiento de fenómenos o experiencias referentes a movimientos en forma circular que se observan en el entorno, los estudiantes brindan sus opiniones y estos a la vez anotan en la pizarra como una lluvia de ideas, luego en el momento del desarrollo se realiza un organizador gráfico (mapa conceptual), donde se ubican los elementos importantes como concepto, definición y características del MCU, por último comenta que para la culminación se orienta a la resolución de problemas y análisis de situaciones problémicas con referencia a dicho contenido, el docente también indica que estas actividades despiertan el interés de los estudiantes, ya que los mantiene activos y a su vez participando de la construcción de los conocimientos.

Por otra parte, el docente comenta que utiliza la tecnología para desarrollar el contenido, pero esto no fue notorio en las observaciones realizadas, solo se pudo notar que utilizaba archivos impresos para que los estudiantes trabajen, comenta también que la inasistencia es un factor que impide muchas veces a que los estudiantes lleven un seguimiento de los conocimientos que se requiere.

10.3 Análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación del cuestionario a los estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México

El cuestionario dirigido a los estudiantes de 10^{mo} “D” tenía dos propósitos, uno de ellos era: identificar las actividades de enseñanza que el docente de Física del Colegio Público Experimental México aplicaba para desarrollar el contenido de MCU con los estudiantes antes mencionados y, el otro consistía en valorar la incidencia de las actividades en el aprendizaje de los estudiantes, a través del análisis de situaciones de aprendizaje referidas a los conceptos teóricos relacionados con el MCU.

El total de estudiantes que realizaron el cuestionario son 22 de los cuales 7 son de sexo femenino con edades comprendidas entre 15 a 18 años. La muestra de 38 alumnos no coincide con el número de estudiantes encuestados, ya que el 26 de septiembre de 2022 día de aplicación del cuestionario, solo 22 estudiantes asistieron a clase. A continuación, se presentan los resultados obtenidos referidos a identificar las actividades de enseñanza que se

dividen en: actividades iniciales, de desarrollo y culminación; de acuerdo a los momentos de la clase.

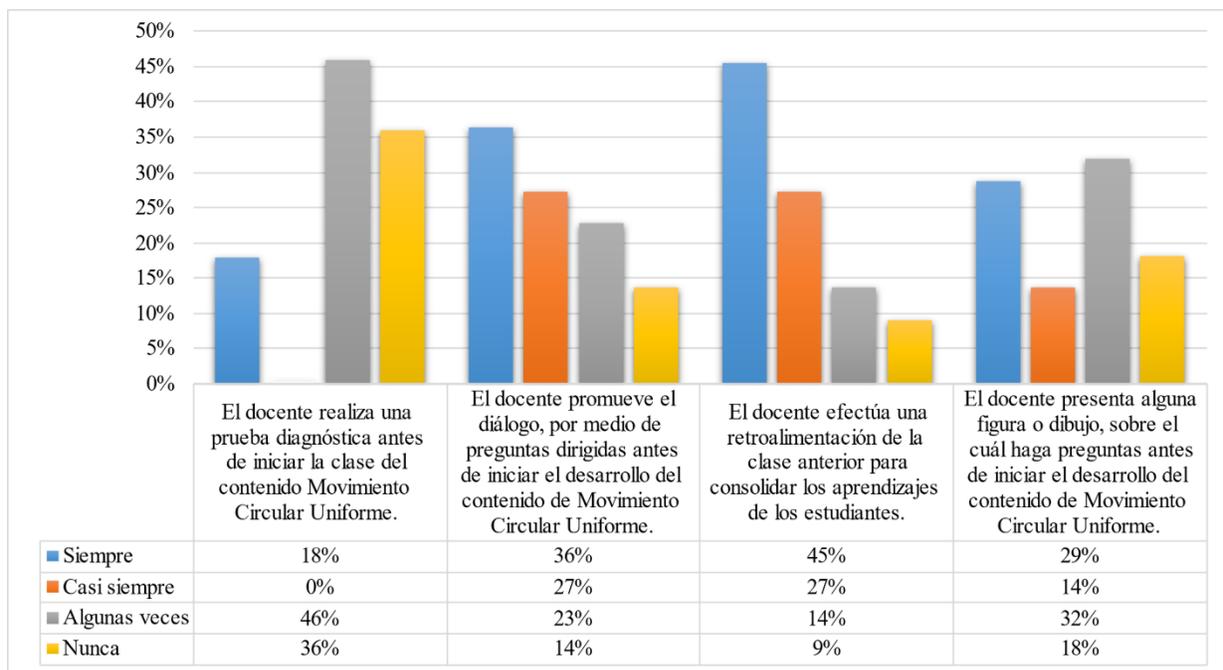


Figura 17. Diagrama de barras con los porcentajes de las opiniones de los encuestados para cada ítem del cuestionario entorno a las actividades iniciales de enseñanza que utiliza el docente. Fuente: Elaboración propia.

Para las actividades iniciales, en la figura 17 se presenta un diagrama de barra donde se aprecia la opinión de los estudiantes encuestados al margen de 4 ítems. El 32% menciona que algunas veces el docente hace uso de dibujos o figuras con las cuales realiza preguntas antes de desarrollar el contenido de MCU, el 45% concuerda que el docente siempre efectúa una retroalimentación de la clase anterior para consolidar los aprendizajes de los estudiantes. En cuanto el 36% indica que el docente realiza preguntas dirigidas a los estudiantes para explorar los conocimientos antes de desarrollar el contenido de MCU y un 46% señala que el docente algunas veces realiza una prueba diagnóstica antes de desarrollar el contenido de MCU.

Los porcentajes mencionados anteriormente corresponden al mayor porcentaje respecto a los niveles: siempre, casi siempre, algunas veces y nunca; en torno a cada ítem. La actividad que practica con mayor frecuencia el docente es: efectuar una retroalimentación de la clase anterior para consolidar los aprendizajes de los estudiantes; de acuerdo a la observación realizada al proceso de enseñanza-aprendizaje para el contenido MCU, el maestro realizaba

la retroalimentación, por medio de un debate entre alumno y maestro originado por preguntas de carácter teórico conceptual de lo estudiado en el encuentro anterior.

Realizar una retroalimentación de lo estudiado en encuentros anteriores es importante para el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que esto permite que el estudiante se integre nuevamente al proceso de desarrollo del contenido que se estudia; porque insta al alumno a recordar conceptos, mejorar su comprensión y establecer relaciones entre ellos. Además, provee al estudiante reflexionar sobre sus actos y consecuencias, le permite llegar a las metas y objetivos, es una base sólida para corregir errores y un punto de referencia para la evaluación general (Valera y Ruiz, 2013).

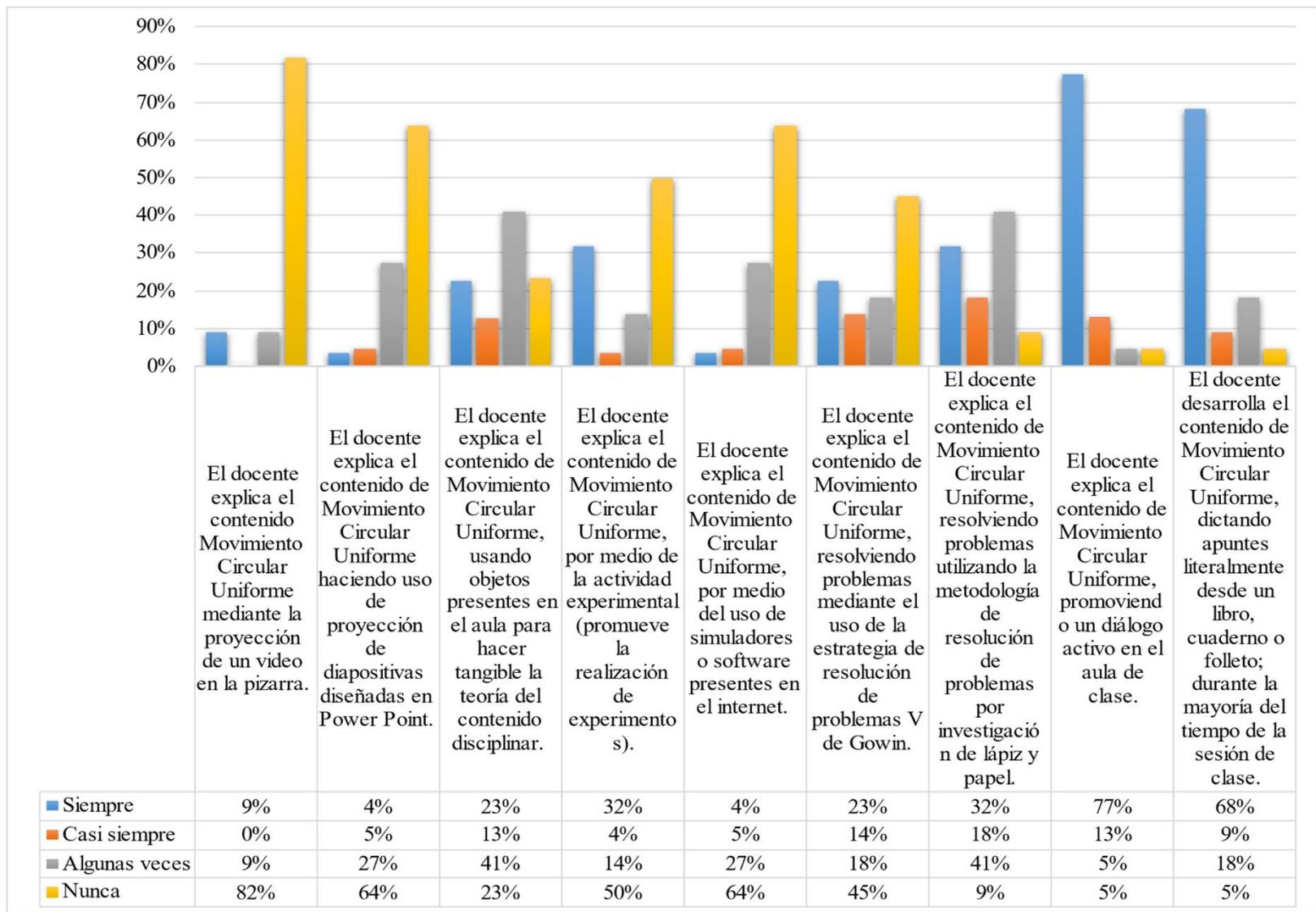


Figura 18. Diagrama de barras con los porcentajes de las opiniones de los encuestados para cada ítem del cuestionario en torno a las actividades de enseñanza de desarrollo de la clase que utiliza el docente. Fuente. Elaboración propia.

Seguidamente, la figura 18 muestra información relevante en torno a las actividades de desarrollo que el docente hace uso en la explicación del contenido de MCU. La opinión de 68% de los alumnos apunta a que siempre el docente desarrolla el contenido, dictando apuntes literalmente desde un libro, cuaderno o folleto; durante la mayoría del tiempo de la sesión de clase, asimismo el 77% de los estudiantes expresa que siempre el docente explica el contenido, promoviendo un diálogo activo en el aula de clase.

Un 41% de los estudiantes indican que algunas veces el docente explica el contenido, resolviendo problemas utilizando la metodología de resolución de problemas por investigación de lápiz y papel, igualmente un 45% expresa que el docente nunca explica el contenido, resolviendo problemas mediante el uso de la estrategia de resolución de problemas V de Gowin, el 64% menciona que el docente nunca explica el contenido, por medio del uso de simuladores o software presentes en el internet.

Posteriormente, el 50% de los estudiantes dice que el docente nunca explica el contenido por medio de la actividad experimental (promueve la realización de experimentos), el 41% expresa que el docente algunas veces explica el contenido, usando objetos presentes en el aula para hacer tangible la teoría del contenido disciplinar. Asimismo, el 64% de los estudiantes concuerda en que el docente nunca explica el contenido haciendo uso de proyección de diapositivas diseñadas en Power Point. Finalmente, el 82% de los encuestados señala que el docente nunca explica el contenido mediante la proyección de un video en la pizarra.

Las actividades que más frecuente utilizar el docente al desarrollar el contenido MCU son: dictar apuntes literalmente desde un libro, folleto o cuaderno durante la mayoría del tiempo de la sesión de clase, promover el diálogo con los estudiantes y resolver problemas. Dictar apuntes de un libro de texto, es necesario bajo ciertas condiciones, por ejemplo, si se tratase de cierto concepto físico que no puede ser alterado porque tendría a generar mal interpretación de su contenido. Realizando una conexión entre las actividades utilizadas con más frecuencia por el docente, se puede decir que una vez que éste dicta un concepto desde un libro, entonces promueve un debate acerca de qué significa y de sus implicaciones para generar nuevos conceptos, por último, proseguir a la resolución de problemas.

Mientras tanto esta vía de actividades de enseñanza bajo dicha conexión es lo que se suele

llamar como la enseñanza tradicional de la Física. Los encuestados expresan que no realizan actividades orientadas a facilitar la visualización de conceptos físicos como: velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta; incluidos en el contenido MCU o que el maestro utilice simulaciones presentes en internet para suministrar lo anterior, este aspecto se reafirma en el análisis de la guía de observación realizada al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estos conceptos físicos se sustentan de la teoría vectorial, es decir, se comportan como cantidades vectoriales, según Serway y Jewett, (2009) la velocidad lineal, angular, aceleración centrípeta y la fuerza centrípeta son cantidades vectoriales. Por lo cual, es necesario que el estudiantado de 10^{mo} grado que no posee una madurez y gran conocimiento de la teoría de vectores, se les incorpore actividades dirigidas a facilitar la visualización de estas cantidades vectoriales (velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta).

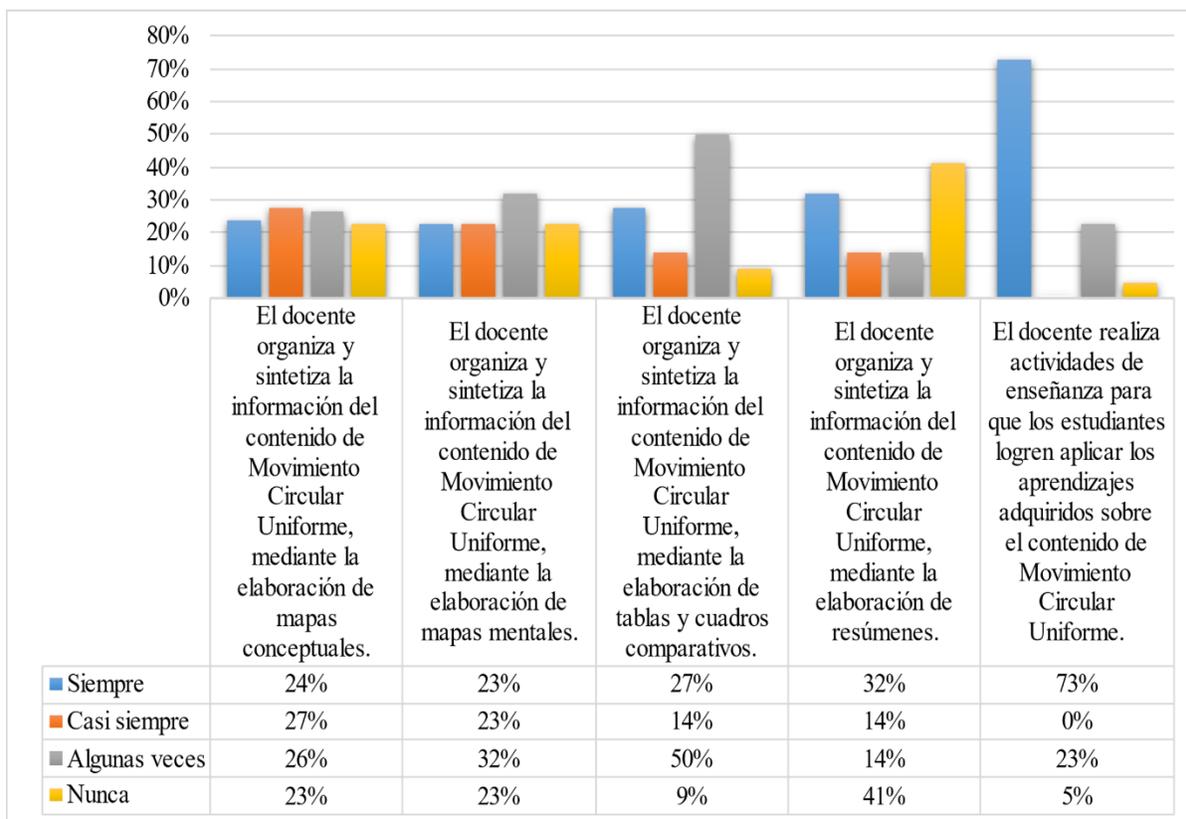


Figura 19. Diagrama de barras con los porcentajes de las opiniones de los encuestados para cada ítem del cuestionario entorno a las actividades de enseñanza de cierre de la clase que utiliza el docente. Fuente Elaboración propia.

Por último, la figura 19 contiene información sobre las actividades de cierre que el docente implementaba en la culminación de la sesión de clase. Los estudiantes en un 73% indican que el docente siempre realiza actividades de enseñanza para que ellos logren aplicar los aprendizajes construidos sobre el contenido de MCU, el 41% menciona que el docente nunca organiza y sintetiza la información del contenido de MCU, mediante la elaboración de resúmenes, el 50% de los alumnos dice que el docente algunas veces organiza y sintetiza la información del contenido de MCU, mediante la elaboración de tablas y cuadros comparativos.

Seguidamente, el 32% de los encuestados afirma que el docente algunas veces organiza y sintetiza la información del contenido, mediante la elaboración de mapas mentales, y finalmente el 27% de los alumnos indica que el docente casi siempre organiza y sintetiza la información del contenido de MCU, mediante la elaboración de mapas conceptuales. En esta parte, las actividades que más frecuente utilizar el docente son: actividades dirigidas a que los estudiantes logren aplicar los aprendizajes construidos sobre el contenido de MCU y la elaboración de resúmenes por parte del docente, para sintetizar la información del contenido MCU.

De acuerdo a la observación realizada al proceso de enseñanza-aprendizaje en el transcurso de la programación para el contenido MCU, las actividades diseñadas para aplicar los conocimientos construidos de los estudiantes consistían en resolución de problemas semejantes a los problemas de ejemplos presentados por el maestro durante el desarrollo de la sesión de clase. La resolución de problemas estaba encaminada al análisis de situaciones problemáticas que requerían solamente del conocimiento de la magnitud de los vectores: velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta, lo cual no debería ser así ya que Serway y Jewett (2009) mencionan que dichas cantidades tienen: magnitud, dirección y sentido porque son magnitudes vectoriales. Es decir, dichas actividades no favorecen el estudio de los aspectos vectoriales de las magnitudes físicas antes mencionadas.

A continuación, se presentan los datos del cuestionario dirigidos a evaluar la incidencia de dichas actividades de enseñanza en el aprendizaje de los estudiantes, que pone en práctica el docente de Física en el desarrollo del contenido MCU con los estudiantes de 10^{mo} grado “D”

del Colegio Público Experimental México. Esta fracción del cuestionario contiene ítems que abarcan los aspectos teóricos del contenido MCU que el estudiantado ha venido estudiado en el transcurso de la programación de dicho contenido. Las siguientes figuras muestran el porcentaje de elección de los estudiantes encuestados para cada uno de los 9 ítems de aspectos teóricos del contenido MCU.

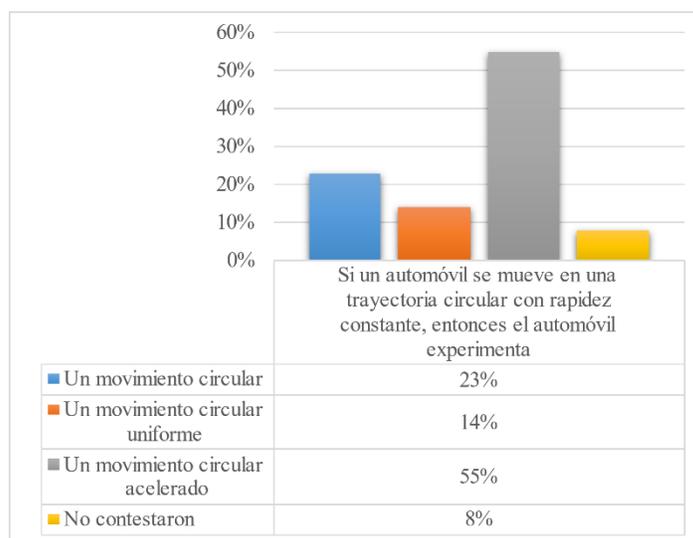


Figura 20. Resultados del ítem 1 de los aspectos teóricos del contenido MCU. Fuente: Elaboración propia.

La figura 20 muestra que el 23% de los estudiantes considera que un automóvil posee movimiento circular, cuando describe una trayectoria circular a rapidez constante; el 14% expresa que el automóvil posee un movimiento circular uniforme, un 55% asume que el movimiento debe ser circular acelerado y 8% no contestaron el ítem. Aquí queda en evidencia una carencia conceptual dentro de los aspectos teóricos del contenido MCU porque los alumnos no pueden distinguir que la trayectoria circular que describe un automóvil a rapidez constante, son características de un automóvil con MCU (Serway y Jewett, 2009).

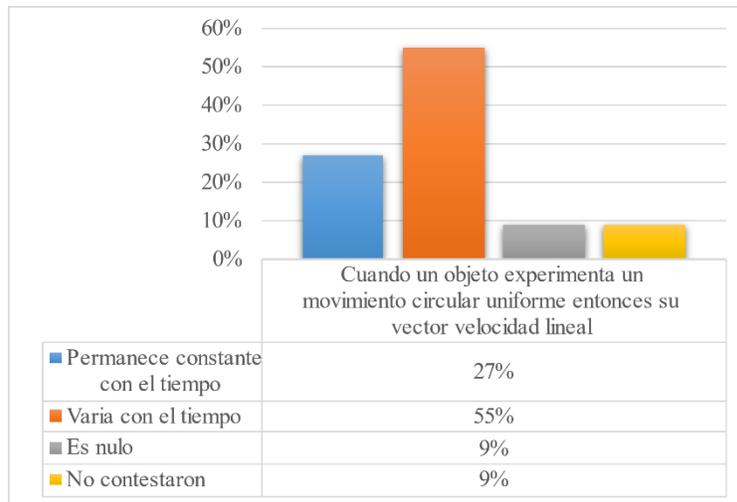


Figura 21. Resultados del ítem 2 de los aspectos teóricos del contenido MCU. Fuente: Elaboración propia.

Sucesivamente la figura 21 indica que el 27% de los encuestados señala que el vector velocidad lineal asociado a un objeto que experimenta un MCU permanece constante en el tiempo, un 55% considera que el vector velocidad lineal varía con el tiempo, un 9% afirma que dicho vector es nulo y 9% se abstuvieron de contestar el ítem. Una parte considerable de los estudiantes está en lo correcto, mientras que la parte restante 45%, contestaron mal y se abstuvieron de brindar su opinión al respecto, es decir surge la posibilidad de que dicha parte considerable de alumnos no tengan claro los aspectos vectoriales (magnitud, sentido y dirección) de la velocidad lineal como cantidad vectorial. Ya que en virtud de los autores Serway y Jewett (2009) el vector velocidad lineal en el MCU varía con el tiempo.

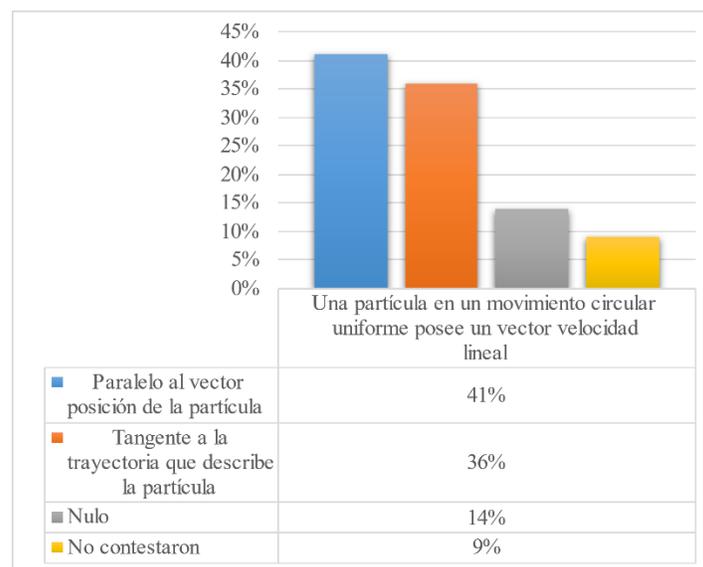


Figura 22. Resultados del ítem 3 de los aspectos teóricos del contenido MCU. Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la figura 22 se refleja que el 41% de los estudiantes considera al vector velocidad lineal paralelo al vector posición de la partícula que se mueve con MCU, mientras tanto un 36% asume que es tangente a la trayectoria que describe la partícula, el 14% de los encuestados manifiesta que es nulo y un 9% no contestaron el ítem. Resulta evidente que los alumnos no tienen claro las consecuencias cuando una partícula describe un MCU, en particular en las características que se le atribuyen al vector velocidad lineal de ser tangente a la trayectoria que describe la partícula (Ortiz, 2017).

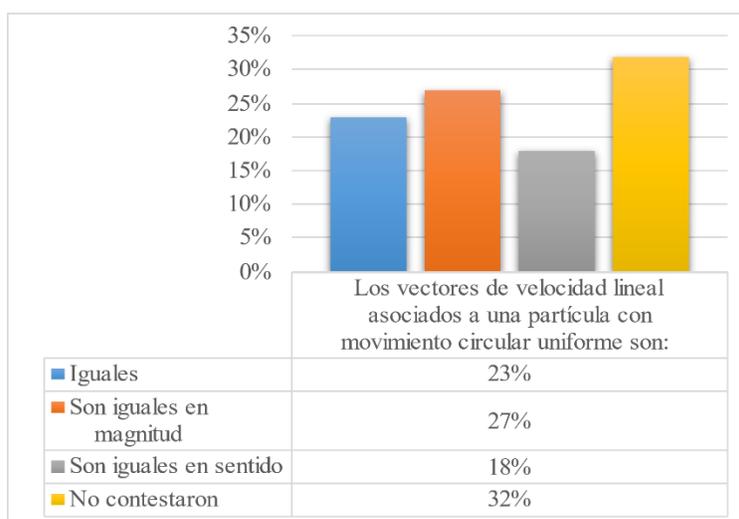


Figura 23. Resultados del ítem 4 de los aspectos teóricos del contenido MCU. Fuente: Elaboración propia.

Continuamente la figura 23 muestra más información acerca de un par vectores de velocidad lineal asociados a una partícula con MCU a través del tiempo, en dicha figura es evidente que el 23% de los estudiantes afirma que los vectores son iguales, un 27% dice que son iguales en magnitud, el 18% de los encuestados expresan que estos vectores son iguales en sentido y un 32% no contestaron el ítem, esto nuevamente reafirma que la mayor parte de los alumnos (73% que contestaron mal y se abstuvieron de contestar) no conocen las características de la velocidad lineal como cantidad vectorial asociada a una partícula con MCU; porque no entienden que el vector velocidad lineal varía con el tiempo, sin embargo la rapidez lineal (magnitud del vector velocidad lineal) permanece constante en el tiempo, en correspondencia a Serway y Jewett (2009).

Se tiene claro que el porcentaje de los que contestaron el ítem correctamente es mayor en comparación con los otros, sin embargo, el 73% contestaron mal y se abstuvieron de

contestar, lo cual quiere decir que hay deficiencia conceptual en dicho porcentaje de alumnos. Los elementos señalados anteriormente dejan en entrevisto que las actividades de enseñanza implementadas por el docente durante el desarrollo del contenido de MCU no favorecieron a la construcción de aprendizajes en los estudiantes en relación a dicho aspecto.

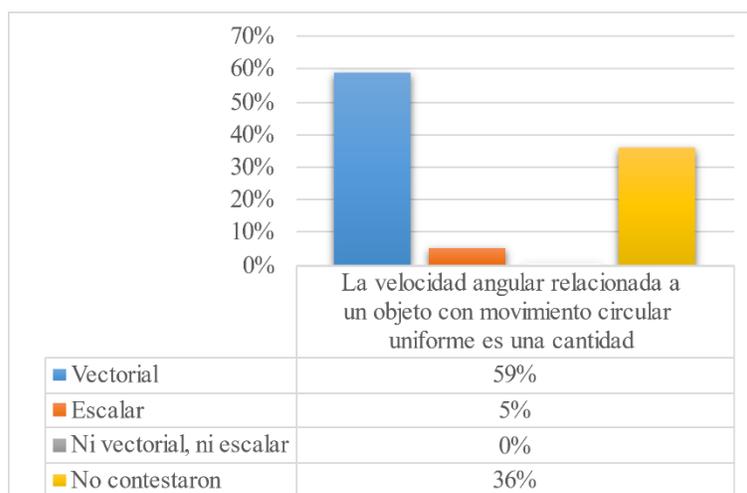


Figura 24. Resultados del ítem 5 de los aspectos teóricos del contenido MCU. Fuente: Elaboración propia.

Mientras en la figura 24 se muestran las opiniones de los encuestados al margen de la velocidad angular que adquiere una partícula con MCU, donde resulta evidente que el 59% de los estudiantes asume que la velocidad angular es una cantidad escalar, el 5% considera que es una cantidad vectorial, 0% dicen que no es ni vectorial ni escalar y un 36% no contestaron el ítem. En esta parte los estudiantes están bastante claros de la naturaleza vectorial de la velocidad angular, porque de acuerdo a lo que mencionan Serway y Jewett, (2009) dicha velocidad es una cantidad vectorial.

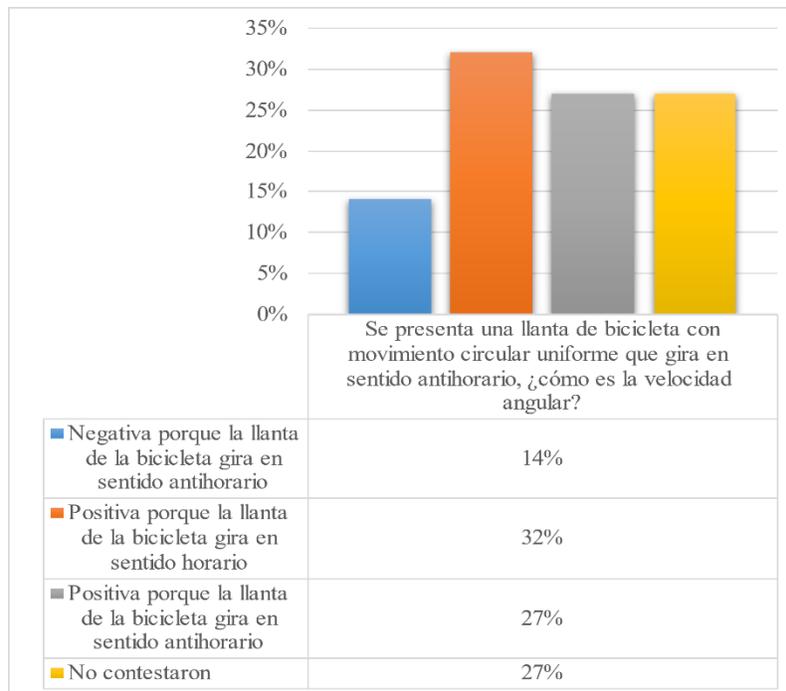


Figura 25. Resultados del ítem 6 de los aspectos teóricos del contenido MCU. Fuente: Elaboración propia.

La figura 25 muestra los resultados de las opiniones de los estudiantes cuando se les presentó una figura de una llanta de bicicleta que giraba en sentido antihorario de los 22 encuestados, el 14% considera que la velocidad angular de la llanta es negativa porque la llanta de la bicicleta gira en sentido antihorario, el 32% expresa que la velocidad angular es positiva porque la llanta de la bicicleta gira en sentido horario, un 27% opina que la velocidad angular es positiva porque la llanta de la bicicleta gira en sentido antihorario y 27% se abstuvieron de contestar el ítem.

Con base en los resultados anteriores, se puede decir que los estudiantes conocen la naturaleza vectorial de la velocidad angular, sin embargo, no conocen sus características como vector que adquiere cuando una partícula gira en torno a un punto fijo con MCU, por ejemplo, piensan que al girar la llanta en sentido antihorario la velocidad angular es negativa, lo cual no está en correspondencia con lo expresado por Serway y Jewett (2009), quienes consideran que la velocidad angular es positiva porque la llanta gira en sentido antihorario.

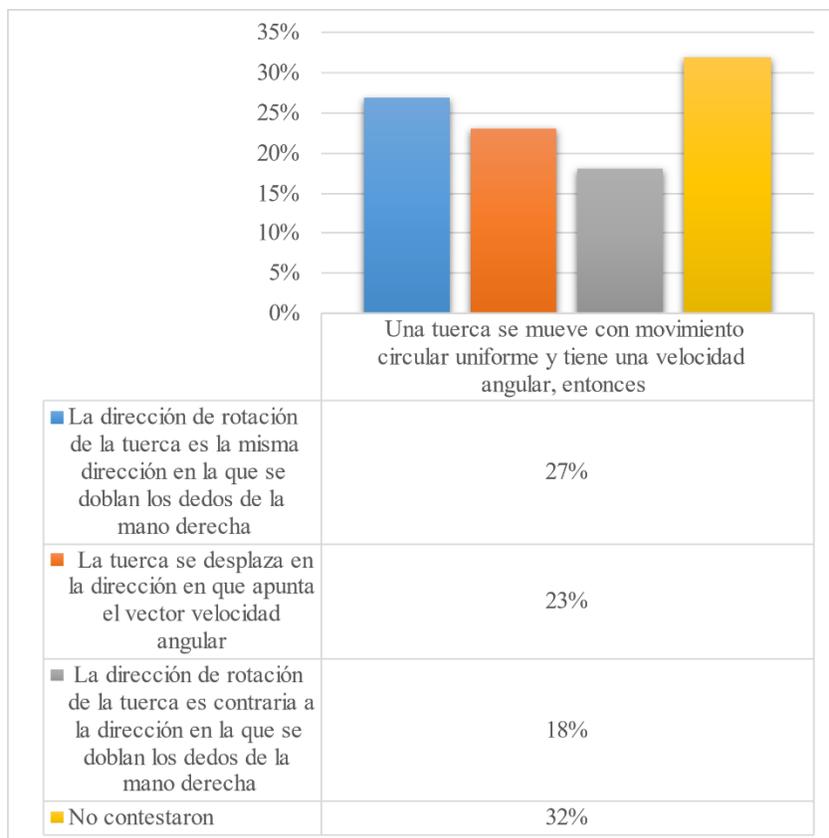


Figura 26. Resultados del ítem 7 de los aspectos teóricos del contenido MCU.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 26 se presenta las opiniones de los estudiantes en relación al siguiente enunciado: una tuerca que gira con MCU tiene una determinada velocidad angular, a los encuestados se les preguntó acerca del sentido horario o antihorario del giro de la tuerca apoyándose de la regla de la mano derecha, de los cuales un 27% opina que la dirección de rotación de la tuerca es la misma dirección en la que se doblan los dedos de la mano derecha, un 23% considera que la tuerca se desplaza en la dirección del vector velocidad angular, el 18% expresan que la dirección de rotación de la tuerca es contraria a la dirección en la que se doblan los dedos de la mano derecha y un 32% no contestaron.

Los resultados para el ítem anterior reafirman que el alumnado necesita más conocimiento acerca de la velocidad angular como vector, es decir estudiar cómo se comportan: la magnitud, sentido y dirección del vector dentro de un MCU. Ya que, el porcentaje 73% de los alumnos que se abstuvieron de contestar con lo que contestaron incorrectamente, supera a los que contestaron correctamente, porque Wilson, Buffa y Lou, (2007) mencionan que: la

velocidad lineal cambia en dirección por la acción de una fuerza dirigida hacia el centro de la trayectoria circular.

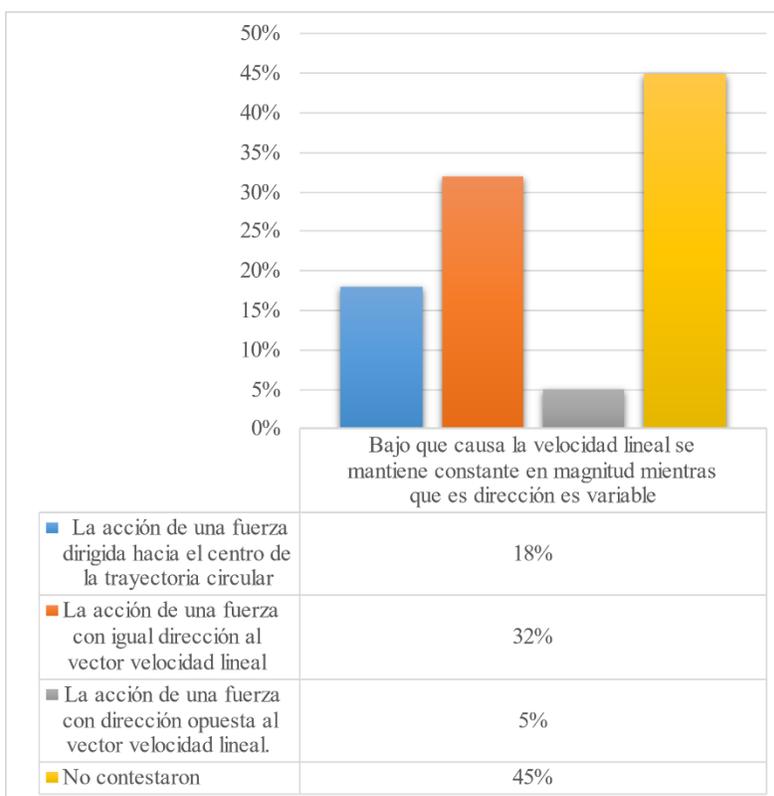


Figura 27. Resultados del ítem 8 de los aspectos teóricos del contenido MCU.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 27 se muestra la opinión de los encuestados entorno a la dirección del vector fuerza centrípeta que una partícula posee al experimentar un MCU, en dicha figura resulta evidente que el 18% de los estudiantes considera que la dirección del vector fuerza centrípeta es dirigida hacia el centro de la trayectoria circular que describe la partícula, un 32% expresa que la dirección de dicho vector es la misma dirección del vector velocidad lineal, un 5% mencionan que la dirección es opuesta al vector velocidad lineal y 45% se abstuvieron de contestar.

Esta magnitud vectorial (fuerza centrípeta) dentro del MCU es crucial ya que al existir una fuerza que solo tenga una componente perpendicular al desplazamiento ocasiona que el movimiento no solo sea circular, ya que la velocidad de la partícula, como resultado de la acción de dicha fuerza, solo es afectada en sentido y en dirección resultando en una condición necesaria y suficiente para que el movimiento sea uniforme (Serway y Jewett, 2009). Los

alumnos deben de estar claros en este aspecto importante, lamentablemente no lo es porque los resultados mencionan lo contrario.

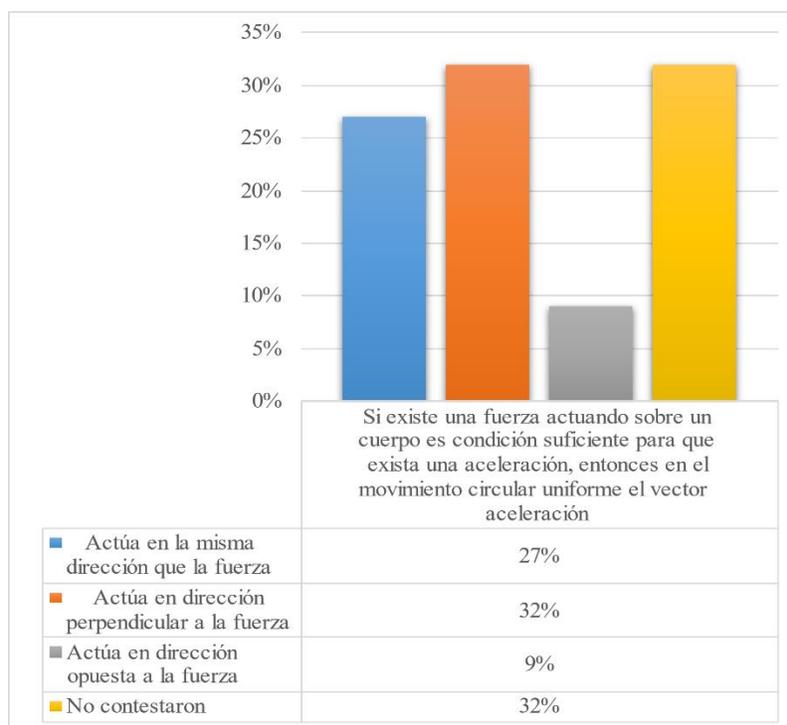


Figura 28. Resultados del ítem 9 de los aspectos teóricos del contenido MCU. Fuente: Elaboración propia.

Por último, la figura 28 muestra los resultados de las opiniones de los encuestados del último ítem de aspectos teóricos del contenido MCU, el ítem se refiere a la dirección que toma el vector aceleración centrípeta cuando una partícula describe un MCU, en dicha figura es evidente que el 27% menciona que el vector aceleración centrípeta actúa en la misma dirección que el vector fuerza centrípeta, el 32% considera que la dirección del vector aceleración centrípeta debe de ser perpendicular al vector fuerza centrípeta, un 9% considera que el vector aceleración centrípeta actúa en dirección opuesta al vector fuerza centrípeta y 32% no contestaron. La aceleración centrípeta es consecuencia de la acción de una fuerza, dado que fuerza centrípeta es un múltiplo vectorial de la aceleración centrípeta por lo tanto sus direcciones y sentido deben de ser iguales en el transcurso del tiempo en el que se experimente el MCU (Serway y Jewett, 2009). Sin embargo, los alumnos no están claros en estos aspectos de carácter vectorial.

En síntesis, la parte del cuestionario de aspectos teóricos del contenido MCU, ofrece información la cual demanda mencionar: los alumnos de 10^{mo} grado “D” poseen deficiencias conceptuales en MCU como concepto, en las características vectoriales de las magnitudes físicas (velocidad lineal, angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta). Vinculando estos resultados a las actividades de enseñanza implementadas por el docente de Física se puede decir que dichas actividades de enseñanza no son pertinentes en el aprendizaje de los alumnos.

Esto debido a que los objetivos para el contenido MCU propuesto dentro de la malla curricular del MINED, como identificar las características del MCU; implica que el estudiante conozca todos los aspectos conceptuales de los parámetros o magnitudes físicas presentes en el MCU, asimismo dichos parámetros de tratarse de cantidades vectoriales, el estudiando debe de ser capaz de conocer sus características como vector; lo cual no se logra con los estudiantes de 10^{mo} “D” del Colegio Público Experimental México. Por lo tanto, es necesario el diseño e implementación de actividades de enseñanza utilizando el programa Geogebra para promover en los estudiantes de 10^{mo} grado la facilidad del estudio de los parámetros vectoriales antes mencionados.

10.4 Análisis de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de la guía de entrevista al docente experto en GeoGebra

La guía de entrevista al docente experto en GeoGebra se realizó con la finalidad de conocer los elementos necesarios para el diseño de las actividades de enseñanza sobre el Movimiento Circular Uniforme, haciendo uso de GeoGebra; por tanto, en la siguiente tabla se muestra el análisis correspondiente a las respuestas obtenidas mediante la aplicación de la guía de entrevista, teniendo en cuenta la unidad de análisis que corresponde a los elementos del programa de GeoGebra.

Tabla 4
Análisis de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la guía de entrevista al docente experto en GeoGebra

Unidad de análisis	Análisis
Elementos del Programa de GeoGebra	Teniendo en cuenta la definición de velocidad lineal, el docente experto asegura que es posible la creación de una simulación que permita determinar el comportamiento del vector de la velocidad lineal y esto se debe a la magnitud que tienen asociado los vectores; y este considera que

los elementos necesarios para la simulación en GeoGebra son: “*Primero que el estudiante maneje por ejemplo como en este caso si vas a hacer dependerá de la situación de la simulación en este caso si vas a hacer el movimiento circular uniforme primero al menos debería de saber los elementos sustanciales para lo que describe una circunferencia, lo que es un vector, lo que es un deslizador, como dar animación*”.

Según el manual de GeoGebra se presentan el significado de dichos elementos que menciona el experto:

Circunferencia: tras seleccionar un punto M como centro, se despliega la caja de diálogo para ingresar el valor del radio.

Vector: crea un vector entre un Punto inicial y un Punto final.

Deslizador: es la representación gráfica de un número libre o un ángulo libre.

Animación Manual: un clic sobre un número o ángulo libre o sobre un punto dependiente, produce así, manualmente, un efecto de animación al mantener permanentemente, una de estas teclas, pulsada.

Según el experto, estos elementos son sustanciales para comenzar con la creación de la simulación en el programa de GeoGebra referido al vector de la velocidad lineal.

Al estudiar la definición de la velocidad angular, el docente considera que para esta creación de la simulación es necesario tener en cuenta los elementos que se consideraron para la creación de la simulación de la velocidad lineal, y que se debe de tener en cuenta todos los aspectos que involucran que el vector siempre esté apuntando hacia el centro de la circunferencia, ya que el vector de la velocidad angular siempre está cambiando de dirección.

Por otra parte, al analizar la definición de aceleración centrípeta, el experto considera que para las simulaciones de aceleración centrípeta se deben retomar todo lo anterior pero también se debe tener en claro conocimientos en proporciones para primeramente analizar la proporcionalidad de estas magnitudes; como es la magnitud de la velocidad lineal, el radio con respecto a la aceleración centrípeta para hacer correctamente el ingreso de cálculos en el software.

Y, por último, al considerar la definición de fuerza centrípeta, el experto en GeoGebra sugiere que para la creación de esta simulación primeramente se debe analizar bien las variaciones de las variables que están involucradas en la fuerza centrípeta para luego encontrar la forma de construir la simulación haciendo uso de los elementos sustanciales que ya se han considerado anteriormente del programa de GeoGebra; además destaca la complejidad de la creación de la simulación en 3D. Esto se debe a que en la Vista gráfica 3D se pueden construir objetos de tres dimensiones y cambiarlos dinámicamente.

Por tanto, el docente experto considera que *“estas actividades con GeoGebra ayudarán a desarrollar el contenido de una mejor forma en el sentido de que la simulación te da una visión más clara del Movimiento Circular Uniforme al dar una versión de animación; lo que resulta fantástico que se promoció en ese sentido la enseñanza de la física debido a que esa es la tendencia para el desarrollo de las competencias tecnológicas, lo cual converge a que la enseñanza sea de mayor calidad”*. Mostrando correspondencia con lo expresado por Toro (2017) ya que en su estudio afirma que los estudiantes muestran una actitud positiva hacia el aprendizaje de la Física mediante actividades de modelación con GeoGebra. Por esta razón es de vital importancia el uso de esta herramienta tecnológica para la enseñanza de la Física.

Fuente: Elaboración propia

Con lo mostrado en la tabla se tiene que los componentes que destaca el docente experto para la creación de las simulaciones son las siguientes: ecuación de la circunferencia, vector, deslizador, animación, proporciones, ángulos y elementos básicos de GeoGebra; dejando en evidencia que es posible el diseño de cada una de las simulaciones que se quieren realizar en el presente estudio investigativo, ya que los componentes antes descritos, permite la visualización de los parámetros del MCU y por consiguiente facilitará a los estudiantes la obtención de la competencia de grado estimada por el MINED, la cual establece que el estudiante analice las características del MCU, deduciendo los parámetros y ecuaciones que intervienen para aplicarlas a problemas del entorno.

10.5 Análisis de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de la guía de revisión documental

A continuación, se presenta el análisis de la guía de revisión documental, la cual está dirigida específicamente al manual de la página oficial de GeoGebra, en donde se destaca la descripción de los elementos de este programa y cómo estos se pueden ejecutar, por tanto, de revisión que se ha hecho, se han seleccionado los elementos que fueron de gran utilidad para llevar a cabo la elaboración de cada una de las simulaciones referente a la velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta.

Tabla 5
Análisis de los resultados obtenidos en la guía de revisión documental (Manual oficial de GeoGebra, en línea).

**Unidad de
análisis**

Análisis

Elementos del programa GeoGebra	A continuación, se presentan los elementos que servirán para el desarrollo de las actividades de enseñanza relacionadas a la velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta, estos elementos son: Vista, vista gráfica 3D, Etiqueta visible, Casilla de Entrada, Circunferencia, Punto, Botón, Vector, Guión (script), Objeto Visible, Texto, Fórmula LaTeX y Vista Algebraica.
--	--

El programa cuenta con componentes claves para desarrollar actividades de enseñanza relacionadas a la velocidad lineal.

En el manual de la página oficial de GeoGebra se encuentran los componentes mencionados anteriormente, estos fueron útiles para la creación de la simulación referente a la velocidad lineal, además de ellos se ha utilizado también los componentes como: Tangente, Vector Unitario y Traslada.

Para Ortiz (2017) la velocidad lineal “Es la distancia que recorre el cuerpo con respecto al tiempo. En el MCU el módulo de la velocidad lineal (rapidez) permanece constante, pero varía en dirección y sentido” (p. 71). Sus ecuaciones para la magnitud del vector velocidad lineal son:

$$|\vec{v}| = \frac{2\pi r}{T} \text{ en función del periodo}$$

$$|\vec{v}| = 2\pi r f \text{ en función de la frecuencia}$$

Mediante la definición de la velocidad lineal y los elementos que dispone GeoGebra relacionándolos de la siguiente manera resulta posible crear una simulación. Las vistas gráficas se utilizan para ver la simulación, la etiqueta es de utilidad para nombrar objetos en el programa GeoGebra, la casilla de entrada permite digitar desde el teclado de la computadora magnitudes como: radio, período y frecuencia rotacional. El elemento circunferencia se vincula con la trayectoria circular del MCU, el elemento punto simula una partícula con MCU, la opción botón permite crear una simulación, el elemento vector para representar el vector velocidad lineal, los guiones (script) son comandos necesarios que se implementan a los botones, mientras que la opción tangente es de utilidad para hacer tangente el vector velocidad lineal con la circunferencia (trayectoria de la partícula con MCU). El objeto visible en GeoGebra se utiliza para hacer visibles ciertos elementos en GeoGebra como el punto, la circunferencia, entre otros; el vector unitario se utiliza para poner en correspondencia la magnitud de la velocidad lineal mediante un vector. Traslada es un elemento importante porque permite trasladar un vector en el plano como en el espacio sin ser alterado (en magnitud, dirección y sentido), mientras el elemento texto se complementa con la opción fórmula LaTeX para escribir ecuaciones con lenguaje LaTeX y que estas aparezcan en pantalla incorporadas a la simulación y la vista algebraica es para visualizar los elementos creados en su aspecto algebraico.

El programa cuenta con componentes claves para desarrollar actividades de enseñanza relacionadas a la velocidad angular.

En el manual de la página oficial de GeoGebra se encuentran los componentes mencionados en el párrafo inicial, estos fueron útiles para la

creación de la simulación referente a la velocidad angular, además de estos se ha utilizado también los componentes: Tangente y Vector Unitario.

Por tanto, los autores Young y Freedman (2009) definen la velocidad angular media w_{med} de un cuerpo en el intervalo de tiempo $\Delta t = t_2 - t_1$ como la razón del desplazamiento angular $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ en Δt . Sus ecuaciones para la magnitud de vector velocidad angular son:

$$\omega_{\text{med}} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = \frac{2\pi}{T} \text{ en función del periodo}$$

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = 2\pi f \text{ en función de la frecuencia}$$

Mediante la definición de la velocidad angular y los elementos que dispone GeoGebra relacionándolos de la siguiente manera resulta posible crear una simulación. Las vistas gráficas se utilizan para ver la simulación, la etiqueta es de utilidad para nombrar objetos en el programa GeoGebra, la casilla de entrada permite digitar desde el teclado de la computadora magnitudes como: radio, período y frecuencia rotacional. El elemento circunferencia se vincula con la trayectoria circular del MCU, el elemento punto simula una partícula con MCU, la opción botón permite crear una simulación, el elemento vector para representar el vector velocidad angular, los guiones (script) son comandos necesarios que se implementan a los botones. El objeto visible en GeoGebra se utiliza para hacer visibles ciertos elementos en GeoGebra como el punto, la circunferencia, entre otros; vector unitario se utiliza para poner en correspondencia la magnitud de la velocidad angular mediante un vector, mientras el elemento texto se complementa con la opción fórmula LaTeX para escribir ecuaciones con lenguaje LaTeX y que estas aparezcan en pantalla incorporadas a la simulación y la vista algebraica es para visualizar los elementos creados en su aspecto algebraico.

El programa cuenta con componentes claves para desarrollar actividades de enseñanza relacionadas a la aceleración centrípeta.

En el manual de la página oficial de GeoGebra se encuentran los componentes mencionados en el párrafo inicial, estos fueron útiles para la creación de la simulación referente a la aceleración centrípeta, además de ellos se ha utilizado también los componentes: Vector Curvatura y Traslada.

Por tanto, según los autores Frederick y Hecht (2007)

Una masa puntual m que se mueve con rapidez constante v en una circunferencia de radio r experimenta aceleración. Aunque la magnitud de su velocidad tangencial no cambia, la dirección de la velocidad cambia continuamente. Este cambio en la velocidad da origen a una aceleración a_c de la masa, dirigida hacia el centro de la circunferencia. A esta aceleración se le llama aceleración centrípeta, su magnitud está dada por

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

donde v es la rapidez de la masa en su desplazamiento perimetral en la circunferencia. (p. 90).

Mediante la definición de la velocidad angular y los elementos que dispone GeoGebra relacionándolos de la siguiente manera resulta posible crear una simulación. Las vistas gráficas se utilizan para ver la simulación, la etiqueta es de utilidad para nombrar objetos en el programa GeoGebra, la casilla de entrada permite digitar desde el teclado de la computadora magnitudes como: radio, período y frecuencia rotacional. El elemento circunferencia se vincula con la trayectoria circular del MCU, el elemento punto simula una partícula con MCU, la opción botón permite crear una simulación, el elemento vector para representar el vector velocidad angular, los guiones (script) son comandos necesarios que se implementan a los botones. El objeto visible en GeoGebra se utiliza para hacer visibles ciertos elementos en GeoGebra como el punto, la circunferencia, entre otros; vector curvatura se utiliza para poner dar la dirección del vector aceleración centrípeta hacia el centro de la circunferencia, mientras el elemento texto se complementa con la opción fórmula LaTeX para escribir ecuaciones con lenguaje LaTeX y que estas aparezcan en pantalla incorporadas a la simulación y la vista algebraica es para visualizar los elementos creados en su aspecto algebraico.

El programa cuenta con componentes claves para desarrollar actividades de enseñanza relacionadas a la fuerza centrípeta.

En el manual de la página oficial de GeoGebra se encuentran los componentes mencionados en el párrafo inicial, estos fueron útiles para la creación de la simulación referente a la fuerza centrípeta, además de estos se han utilizado también los componentes: Vector Curvatura y Traslada.

Por lo cual, los autores Young y Freedman (2009) mencionan que al estar actuando una aceleración en el MCU debe de haber una fuerza \vec{F} que actúa en la misma dirección de la aceleración centrípeta, y su magnitud está dada por la ecuación:

$$|\vec{F}| = \frac{mv^2}{r}$$

Mediante la definición de la velocidad angular y los elementos que dispone GeoGebra relacionándolos de la siguiente manera resulta posible crear una simulación. Las vistas gráficas se utilizan para ver la simulación, la etiqueta es de utilidad para nombrar objetos en el programa GeoGebra, la casilla de entrada permite digitar desde el teclado de la computadora magnitudes como: radio, período y frecuencia rotacional. El elemento circunferencia se vincula con la trayectoria circular del MCU, el elemento punto simula una partícula con MCU, la opción botón permite crear una simulación, el elemento vector para representar el vector velocidad angular, los guiones (script) son comandos necesarios que se implementan a los botones. El objeto visible en GeoGebra se utiliza para hacer visibles ciertos elementos en GeoGebra como el punto, la circunferencia, entre otros; vector curvatura se utiliza para dar la dirección del vector fuerza centrípeta hacia el centro de la circunferencia,

mientras el elemento texto se complementa con la opción fórmula LaTeX para escribir ecuaciones con lenguaje LaTeX y que estas aparezcan en pantalla incorporadas a la simulación y la vista algebraica es para visualizar los elementos creados en su aspecto algebraico.

A continuación, se presenta la forma en que el manual en línea del programa GeoGebra define a cada uno de estos componentes:

- **Vista:** GeoGebra ofrece diferentes representaciones vistas para los objetos matemáticos (por ejemplo, algebraica y gráfica) que se vinculan dinámicamente. Esto significa que, si se modifica un objeto en cualquier vista, su representación en las otras se actualiza automáticamente (cuando esto es posible). Es decir que la vista es un espacio del programa, donde se representan las ecuaciones, botones, gráficas, entre otros aspectos que ya han sido construidos.
- **Vista algebraica:** Se pueden ingresar directamente, empleando el teclado (incluso el virtual), las representaciones algebraicas de los objetos (coordenadas de puntos, ecuaciones, etc.). con palabras más sencillas en este espacio se presentan directamente las ecuaciones de cada construcción hecha, presenta en forma de lista las construcciones.
- **Vista gráfica 3D:** Se pueden construir objetos de tres dimensiones y cambiarlos dinámicamente. En otras palabras, se presentan las construcciones en el espacio (3 dimensiones).
- **Etiqueta Visible:** Se pueden mostrar u ocultar las etiquetas de los objetos en la Vista Gráfica. Es decir, muestra u oculta el nombre, valor de cada construcción realizada. Es probable dar colores y tamaños diferentes
- **Casilla de Entrada:** Estas casillas operan como entradas para guiones. El guión se dispara cuando se modifica el texto y tras dejar el campo de texto o cuando se presiona, para finalizar, Intro (Enter en algunos teclados).
- **Punto:** Haz clic en la Vista Gráfica para crear un nuevo punto. Las coordenadas del punto quedarán determinadas al soltar el botón del ratón. Dicho punto puede moverse a lo largo del recorrido. Una vez seleccionado la opción de crear punto, basta con dar clic en la vista gráfica, puede crearse por medio de un comando, ejemplo: $A(0,0,0)$
- **Circunferencia:** Tras seleccionar un punto M como centro, se despliega la caja de diálogo para ingresar el valor del radio. Entonces teniendo un punto, es probable crear una circunferencia al que se incluye el valor del radio únicamente, puede crearse también por medio de dos o tres puntos cualesquiera.

-
- **Vector:** Crea un vector entre un Punto inicial y un Punto final. Es decir, dados dos puntos, se crea el vector seleccionando en la vista gráfica ambos puntos. Existe otra forma de crearlo, tocando 2 veces en la vista gráfica sin necesidad de haber creado los puntos anteriormente.
 - **Vector Unitario:** Tal vector ingresado puede determinar el punto que establece su posición, incluso en 3D si se opera con la correspondiente versión de GeoGebra.
 - **Vector Curvatura:** Devuelve el vector curvatura de la curva en el punto dado.
 - **Botón:** Activa la herramienta y cliquea la Vista Gráfica para insertar un botón. En el cuadro de diálogo emergente es posible establecer su título y un script que se activa al cliquearlo. Este sirve para incluir en la vista gráfica un botón con el cual se pueda empezar a crear una animación o contador.
 - **Texto:** Permite crear fórmulas de LaTeX y/o textos, estáticos o dinámicos, en la Vista Gráfica. En primer lugar, es necesario especificar la ubicación del texto, sea con un clic sobre la Vista Gráfica para crear un nuevo texto en esa posición. Es decir que con este elemento se puede crear un texto inmóvil o interactivo, en el cual se puede escribir algunas indicaciones o descripciones.
 - **Fórmula LaTeX en GeoGebra:** En GeoGebra también se pueden escribir fórmulas LaTeX. Para hacerlo, hay que tildar la casilla fórmulas LaTeX que aparece en la ventana de diálogo de la herramienta ABC texto y anotar la fórmula según la sintaxis de LaTeX.
 - **Guión (script):** Un Guión o Script es una secuencia de comandos, que son ejecutados uno tras otro.
 - **Tangente:** La selección para el trazado presenta diferentes alternativas, escoger: un punto A y una cónica c para producir todas las tangentes a c que pasan por A. Entonces teniendo un punto y una cónica se puede trazar la tangente a esta misma que pase por dicho punto.
 - **Objeto Visible:** Tras activar esta herramienta, basta seleccionar el objeto que se desee exponer u ocultar y al pasar a otra herramienta, se aplicarán los cambios en su estado de visibilidad. Es probable incluir o quitar algún objeto de la vista gráfica con esta opción. Ocultar es decisión propia, ayuda a visualizar los aspectos únicamente necesarios.
 - **Traslada:** Lo primero que debe seleccionarse es el objeto a ser trasladado y luego la herramienta. Después se selecciona el vector de
-

traslación. Se traslada el objeto geométrico según el vector dado. Si en la Vista Gráfica se arrastra un objeto con esta herramienta seleccionada se hará una copia. Este elemento permite seleccionar el objeto a trasladar, luego el vector por el cual se quiere trasladar, para luego ver como este es trasladado en la vista gráfica.

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se especifican los componentes que fueron utilizados para la creación de las diferentes simulaciones, que estarán en el apartado de la propuesta, en esta tabla se describe el significado de cada uno de estos componentes que han sido extraídos específicamente del manual en línea del programa GeoGebra y de la ayuda obtenida por lo mencionado en la entrevista que se le ha realizado al docente experto en GeoGebra. Los componentes de GeoGebra que se utilizaran son Vista, Vista Gráfica 3D, Etiqueta Visible, deslizador, Casilla de Entrada, Circunferencia, Punto, Botón, Vector, Guión (script), Tangente, Objeto Visible, Vector Unitario, Traslada, Texto, Fórmula LaTeX, Vista Algebraica. Cada uno de estos elementos se han elegido con la finalidad de lograr la correcta elaboración de cada una de las simulaciones relacionadas con: la velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta.

10.6 Triangulación de los datos obtenidos al aplicar los instrumentos de recolección de datos.

La triangulación de la información es el proceso que se utilizó para establecer comparaciones entre los datos obtenidos a través de la aplicación de los instrumentos de recolección de la información, los cuales son la guía de observación, el cuestionario, la guía de entrevista al docente de Física, la guía de entrevista al docente experto de GeoGebra y la guía de revisión documental (Manual oficial de GeoGebra, en línea); dicha triangulación se realizó haciendo uso de 3 diagramas de Venn que corresponden a las tres unidades de análisis de la información: actividades de enseñanza, pertinencia de las actividades de enseñanza y los elementos del programa GeoGebra.

Triangulación sobre la primera unidad de análisis: Actividades de enseñanza

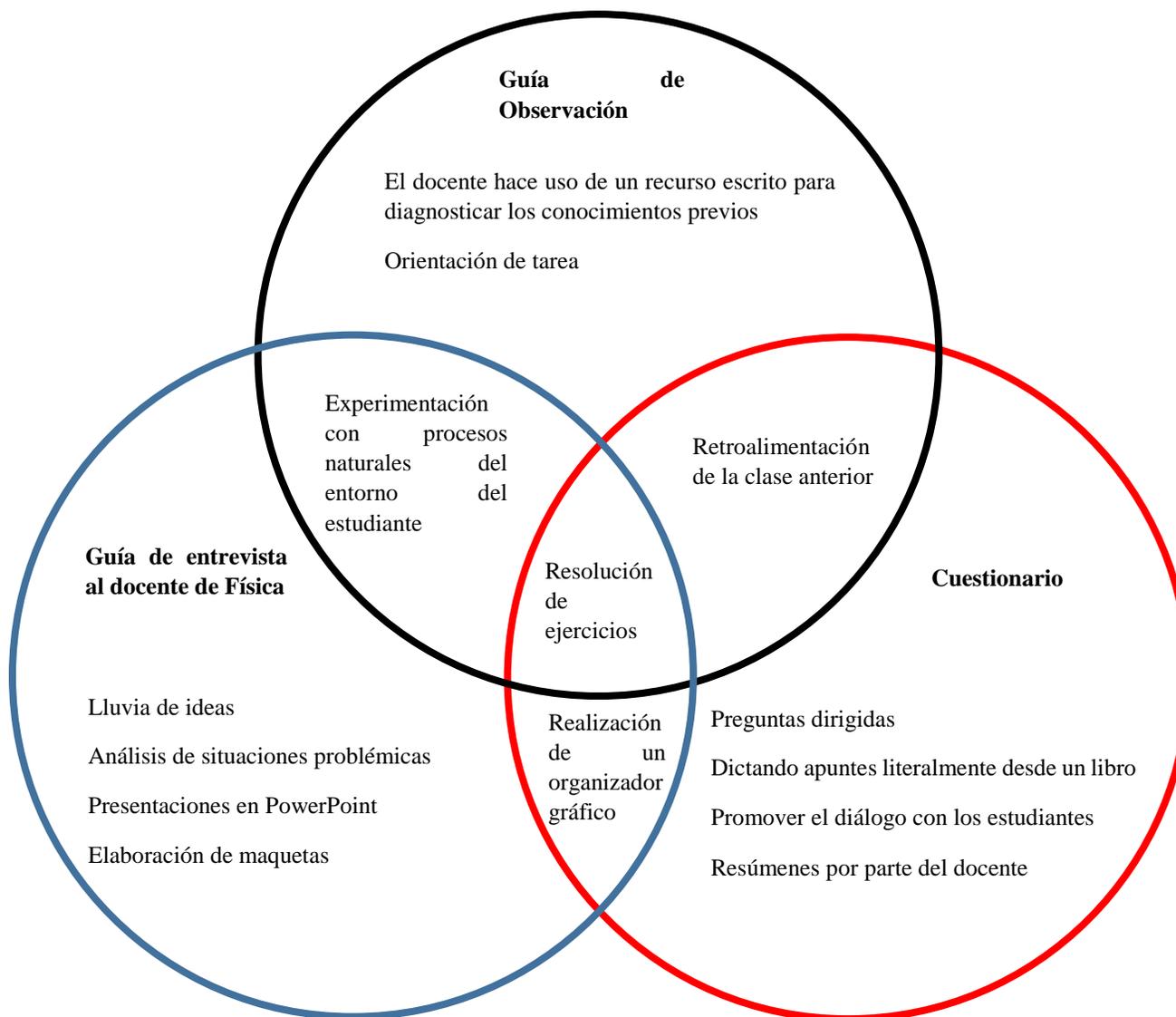


Figura 29. Diagrama de Venn sobre la primera unidad de análisis Actividades de enseñanza. Fuente: Elaboración propia

En el diagrama mostrado de la figura 29 se puede destacar los siguientes aspectos comunes: en lo que respecta a la observación y lo que dijo el docente de Física solo se identifica dos aspectos en común que corresponden a la experimentación con procesos naturales del entorno del estudiante y a la resolución de ejercicios.

Asimismo, resulta evidente que el docente y estudiantes concuerdan que en el desarrollo de la temática de MCU se utilizan actividades como la realización de un organizador gráfico y la resolución de ejercicios; pero no hay coincidencia con lo que dice el docente acerca de que realiza actividades haciendo uso de presentaciones en PowerPoint ni la realización de maquetas.

Por otra parte, según lo expresado por los estudiantes y la información obtenida durante la realización de las observaciones al desarrollo de la clase, se tiene que hay dos actividades en común de las cuales hace uso el docente, estas son la retroalimentación de la clase anterior y la resolución de ejercicios.

Por consiguiente, en la aplicación de la guía de observación, guía de entrevista al docente de Física y cuestionario a los estudiantes se obtuvo una convergencia que corresponde a que una de las actividades que utiliza el docente de Física para desarrollar el contenido de MCU es la resolución de ejercicios.

Triangulación sobre la segunda unidad de análisis: Pertinencia de las actividades de enseñanza

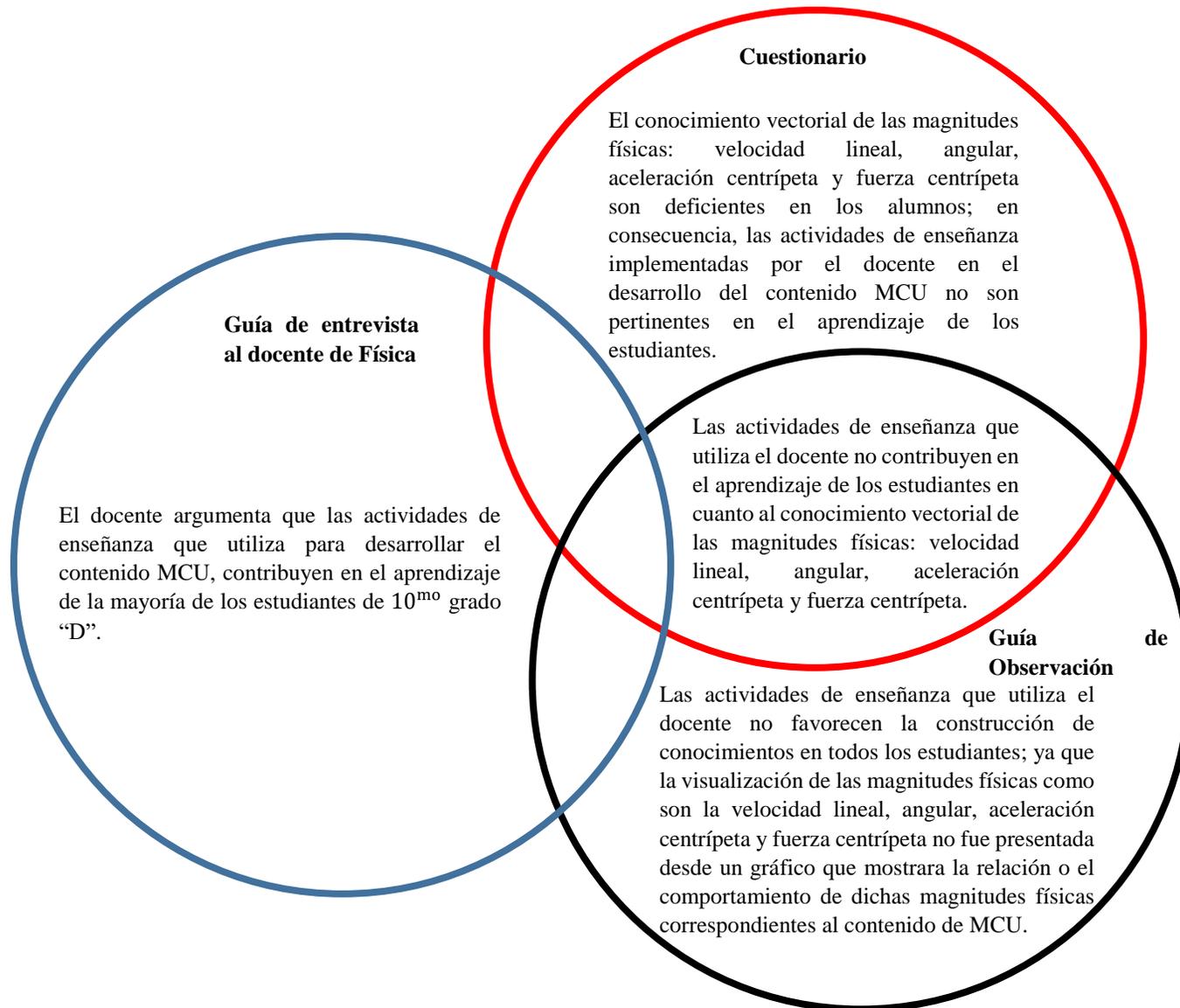


Figura 30. Diagrama de Venn sobre la segunda unidad de análisis Pertinencia de las actividades de enseñanza. Fuente: Elaboración propia

En la figura 30, se observa un diagrama de Venn correspondiente a la triangulación de la información obtenida con la aplicación del cuestionario, guía de observación y guía de entrevista al docente de Física, de los cuales el cuestionario y la guía de observación comparten información semejante, no siendo así con la guía de entrevista al docente de Física. En el cuestionario se tiene que los estudiantes poseen escasos conocimientos de la velocidad lineal, angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta en torno a los aspectos vectoriales como: magnitud, dirección y sentido. En consecuencia, bajo la unidad de análisis “pertinencia de las actividades de enseñanza” se menciona que las actividades de enseñanza que el docente de Física utiliza para desarrollar el contenido MCU no son pertinentes de acuerdo a la información del cuestionario.

Asimismo, la guía de observación expone información semejante a la brindada por el cuestionario, ya que las actividades de enseñanza que utiliza el docente no favorecen en el aprendizaje de los estudiantes, porque estas no facilitan la visualización de las magnitudes físicas mencionadas en el párrafo anterior. Mientras tanto, el docente de Física en la entrevista comenta que las actividades que él implementa, si favorecen en el aprendizaje de los estudiantes, en otras palabras las actividades de enseñanza que él utiliza son pertinentes, sin embargo, lo mencionado por el maestro es lo opuesto a lo que menciona la guía de observación y el cuestionario; existiendo de esta manera una desvinculación entre la información expuesta por los tres instrumentos en torno a la pertinencia de las actividades de enseñanza.

Triangulación sobre la tercera unidad de análisis: Elementos del programa GeoGebra

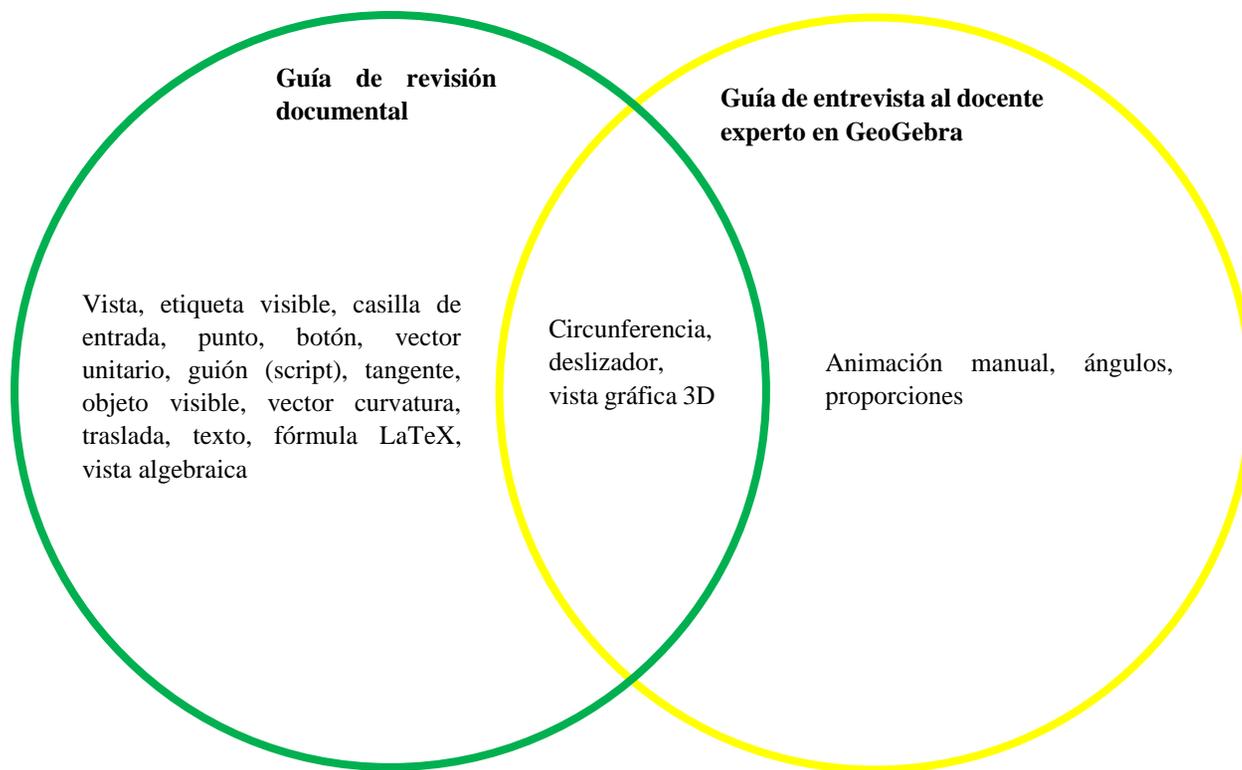


Figura 31. Diagrama de Venn sobre la tercera unidad de análisis Elementos del programa GeoGebra. Fuente: Elaboración propia

En el diagrama mostrado de la figura 31 referente a la tercera unidad de análisis: elementos del programa GeoGebra se puede destacar los siguientes aspectos: Para realizar la triangulación de esta unidad de análisis, se ha trabajado con los datos obtenidos de los dos instrumentos como lo son la guía de revisión documental realizada al manual en línea de la página oficial de GeoGebra y la guía de entrevista al docente experto en GeoGebra, donde tenían como objetivo conocer los elementos esenciales para realizar las simulaciones referidas a la velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta.

Primeramente, se destacan los elementos que se obtuvieron en común por medio de la guía de entrevista aplicada al docente experto en GeoGebra y la guía de revisión documental realizada al manual en línea de la página oficial de GeoGebra: Circunferencia, Vector, Deslizador, Vista Gráfica 3D. Asimismo, se pueden describir los elementos que el docente brinda al momento de aplicar la entrevista pero que estos no se obtuvieron al momento de hacer la guía de revisión de documentos, estos elementos son: animación manual, ángulos y proporciones.

Por último, se describen los elementos que fueron obtenidos al momento de aplicar la guía de revisión de documentos pero que el docente no los ha mencionado, dichos elementos son: Vista, Etiqueta Visible, Casilla de Entrada, Punto, Botón, Vector unitario, Guión (script), Tangente, Objeto Visible, Vector Curvatura, trasladada, Texto, Fórmula LaTeX, Vista Algebraica.

11. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el proceso investigativo referido a la propuesta de actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en 10^{mo} grado “D” de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022, se destacan las principales conclusiones del estudio.

Las actividades de enseñanza que el docente utiliza en el momento de iniciación de la clase es la retroalimentación de la clase anterior, con el fin de consolidar los aprendizajes de los estudiantes, realiza actividades haciendo uso de recurso escrito para diagnosticar los conocimientos previos en relación a la temática en estudio. Las actividades que utiliza al momento del desarrollo del contenido es la experimentación con procesos naturales que ocurren en el entorno del estudiante, explica y desarrolla el contenido de MCU mediante resolución de ejercicios, el docente no construye un gráfico que le permitiera al estudiante ver las características del contenido de MCU, por tanto, la parte de la visualización de las magnitudes físicas relacionadas con la temática de MCU no fue considerada. Al momento de la culminación, realiza la orientación de tarea que consistían en la resolución de ejercicios que no se resolvieron en el aula o que se les brindaba, no realiza actividades que le permitan al estudiante organizar o sintetizar las ideas o definiciones que se abordaron en la clase.

En este sentido, las actividades que el docente utiliza no favorecen en el cumplimiento de los indicadores de logro, ya que estos establecen que los estudiantes identifiquen las características del MCU y cuerpos que se desplacen a su alrededor con MCU, determinando sus distintos parámetros; lo que deja expuesto el incumplimiento de los indicadores de logro planteados por el MINED, si bien es cierto en parte el docente explica a los estudiantes algunas de estas características pero la mayoría no son capaces de captar estas ideas. Es de gran importancia mencionar que el docente posee dominio científico de la temática correspondiente al MCU; pero las actividades de enseñanza que utiliza no favorecen en su totalidad a los estudiantes para la construcción de sus conocimientos; ya que la visualización de las magnitudes físicas como son: la velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta no fue presentada desde un gráfico que mostrará la relación o el comportamiento de dichas magnitudes físicas.

A fin de solventar las dificultades antes descritas, se diseñaron actividades de enseñanza utilizando el programa GeoGebra en la temática de MCU, se han identificado los componentes que fueron necesarios para la creación de las diferentes simulaciones sobre: la velocidad angular, velocidad lineal, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta, para todas estas simulaciones se han utilizado los componentes: Vista, vista gráfica 3D, Etiqueta visible, Casilla de Entrada, Circunferencia, Punto, Botón, Vector, Guión (script), Objeto Visible, Texto, Fórmula LaTeX y Vista Algebraica. Particularmente para la creación de la simulación referida a la velocidad lineal se utilizó también los componentes: Tangente, Vector Unitario y Traslada. Para la simulación de la velocidad angular se ha utilizado: tangente y vector unitario. Para la creación de las simulaciones referidas a la fuerza centrípeta y aceleración centrípeta también se han utilizado los componentes Vector Curvatura y Traslada. Cada una de estas simulaciones contiene un manual donde se explica paso a paso como se deben crear.

12. RECOMENDACIONES

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos mediante la aplicación de los instrumentos se recomienda que para el proceso de enseñanza aprendizaje del contenido de MCU el docente debe implementar las siguientes posibles acciones:

1. Una excelente apropiación de los conocimientos relacionados con la temática de MCU.
2. Una excelente preparación didáctica para la enseñanza del contenido de MCU.
3. Explorar los conocimientos previos que poseen los estudiantes en la temática de estudio.
4. Tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes al momento de desarrollar científicamente el contenido de MCU.
5. Hacer uso de las tecnologías para la enseñanza del contenido de MCU.
6. Implementar actividades de enseñanza relacionadas al uso de simulaciones en GeoGebra como las que se proponen en esta investigación.
7. Aprovechar las aulas tecnológicas para que la enseñanza del contenido de MCU sea dinámica e innovadora y les permita a los estudiantes comprender y analizar las características de dicho contenido.

13. REFERENCIAS

- Acevedo, A y López, A. (2004). *El proceso de la entrevista: conceptos y modelos*. México: Limusa. Recuperado de https://www.academia.edu/30984428/El_proceso_de_la_entrevista_conceptos_y_modelos_Acevedo_y_Lopez
- Alfaro, A., Hernández, A., Molina, M., y García, F. (2006). Diseño de Cuestionarios para la recogida de información: metodología y limitaciones. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 1(5), 232-236. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1696/169617616006.pdf>
- Anijovich, R; y Mora, S. (2009). *ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Otra mirada al quehacer en el aula*. Argentina: AIQUE Educación. Recuperado de: <https://terras.edu.ar/biblioteca/3/3Como-enseñamos-Las-estrategias-entre-la-teoria-y-la-practica.pdf>
- Avila, G. (2014). *Diseño e implementación de una propuesta para la enseñanza y aprendizaje del concepto de aceleración angular mediante actividades experimentales en grado décimo: Estudio de caso en el grado 10° del Instituto Jorge Robledo del municipio de Medellín* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52130>
- Boleas, M. (2012). *Análisis de una experiencia didáctica de aprendizaje basado en proyectos en la unidad de movimiento circular uniforme de la asignatura de Física y Química en 4° de la ESO y comparación con la enseñanza tradicional* (Tesis de Maestría). Universidad Pública de Navarra, Pamplona. Recuperado de: https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/15004/11307_Boleas%20Aguirre%2C%20Miren%20Eduarne.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Campusano, K. (2017). *Manual de actividades de enseñanza- aprendizaje: orientaciones para su selección, diseño e implementación*. Santiago: Ediciones INACAP. Recuperado de: <http://www.inacap.cl/web/documentos/manuales-estrategias-actualizacion-2019/manual-de-actividades-version-digital.pdf>
- Canales, L., y Ruiz, F. (2020). Aspectos generales del conocimiento simbólico y diagramático: el caso de los diagramas de Venn. *Andamios*, 16(41), 63-85.

Recuperado

de:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632019000300063#:~:text=Con%20este%20vocabulario%2C%20un%20diagrama,c%20C3%ADrculos%20representan%20combinaciones%20entre%20conjuntos.

Casas, A., Repullo, L., y Donado, C. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Investigación*, 31(8), 527-538. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/82245762.pdf>

Cabrera, L; Bethencourt, J; González, M y Álvarez, P. (2006). Un estudio transversal retrospectivo sobre prolongación y abandono de estudios universitarios. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 12(1), 105-127. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/916/91612106.pdf>

Cruz, N., Castillo, Y., y Castillo, I. (2016). *Propuesta didáctica de prácticas de laboratorio en la unidad de movimiento circular uniforme en décimo grado "A" matutino y "B" vespertino del Instituto Nacional Palacagüina en el primer semestre del año 2016*. (Tesis de Licenciatura). Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-Estelí, Nicaragua. Recuperado de: <https://repositorio.unan.edu.ni/7450/1/18016.pdf>

Devore, J. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias* (Séptima ed.). México: Cengage Learning.

Fernández, M; Sánchez, A y Heras, D. (2020). Las actividades de enseñanza aprendizaje en el Espacio Europeo de Educación Superior: las actividades prácticas con herramientas web 2.0. *Revista Academia y Virtualidad*. 13(1), 61–79. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7395765.pdf>

Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa* (Segunda ed.). Madrid: Morata. Recuperado de: <http://investigacionsocial.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/103/2013/03/INVESTIGACIONCUALITATIVAFLICK.pdf>

Frederick, B., y Hecht, E. (2007). *Física General* (Décima ed.). México: Mc-Graw-Hill Interamericana

- Gálvez, A (2002). Revisión bibliográfica: usos y utilidades. *Matronas Profesión*. 10, 25–31. Recuperado de: <https://www.federacion-matronas.org/wp-content/uploads/2018/01/vol3n10pag25-31.pdf>
- García, M., Ibáñez, J., y Alvira, F. (1986). *El análisis de la realidad social Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Alianza Universidad Textos. Recuperado de <http://metodo1 sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/164/2014/10/Garcia-et-al-El-analisis-de-la-realidad-social-metodos-y-tecnicas-de-la-investigacion.pdf>
- Gómez, T., y Méndez, M. (2019). *Diseño de estrategias metodológicas en el contenido movimiento circular uniforme para la enseñanza y aprendizaje en el segundo semestre del año lectivo 2019, con estudiantes de décimo grado del turno vespertino, en el colegio Ramón Roque de la comunidad Santa Isabel del municipio de Somoto* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-ESTELÍ, Nicaragua. Recuperado de: <https://repositorio.unan.edu.ni/11254/>
- Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica* (Primera ed.). Argentina: Brujas. Recuperado de: <https://books.google.com.ni/books?id=9UDXPe4U7aMC&pg=PA59&dq=enfoque+cualitativo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewigqL7Uupz4AhXLFjQIHWJ-C2UQ6AF6BAgDEAI#v=onepage&q=enfoque%20cualitativo&f=false>
- Guerra, S. (1999). La observación en la investigación cualitativa. Una experiencia en el área de salud. *Atención Primaria*, 24(7), 425-430. Recuperado de: <http://chamilo.cut.edu.mx:8080/chamilo/courses/MODELOSDEINVESTIGACIONII20192EPS1/document/Metodo de observacion.pdf>
- Hernández, S., y Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 51-53. Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>
- Jiménez, J y Jiménez, S. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista Electrónica sobre Tecnología*,

- Educación y Sociedad*. 4(7), 1-14. Recuperado de:
<https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/654/736>
- Kitaigorodski, A. (1975). *Introducción a la Física*. Moscú: MIR.
- Mejía, E; Novoa, E; Ñaupas, H y Villagómez A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (Cuarta ed.). Bogotá: Ediciones de la U. Recuperado de: <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>
- Méndez, J. (2016). *Diseño de una estrategia didáctica para la comprensión del movimiento circular uniforme y sus características* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de:
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57710>
- Méndez, P. (2012). Mundos Cambiantes: La Tecnología y la Educación 3.0. *Revista complutense de Educación*. 23(1), 11–22. Recuperado de:
<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/123133/39099-47575-2-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Núñez, M. (2002). Cuestiones teóricas y metodológicas sobre la selección y diseño de actividades para la educación lingüística. *RESLA*. 15, 113-135. Recuperado de:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/870688.pdf>
- Okuda, M., y Gómez, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124. Recuperado de
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000100008
- Ortiz, L. (2017). *Módulo Autoformativo Física 10Mo* (Primera ed.). Nicaragua: MINED.
- Osorno, S. (1992). ¿Qué es la inercia? *Momento*, (7), 63-67. Recuperado de:
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/44888/35218-137833-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peña, T; Pirela, J. (2007). La complejidad del análisis documental. *Información, cultura y sociedad: revista del Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas*, 16, 55–81. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2630/263019682004.pdf>

- Pérez, J., y Merino, M. (2012). *Definición de guía de observación*: Definición. Recuperado de: <https://definicion.de/guia-de-observacion/>
- Pichardo, C., Collado, L., y González, G. (2020). *Propuesta didáctica innovadora que promueva el aprendizaje significativo del Movimiento Circular Uniforme en los estudiantes de 10mo grado "C" del Instituto Público del Poder Ciudadano Rigoberto López Pérez de Managua, durante el II semestre del año 2019*. (Tesis de Licenciatura). Managua: UNAN-Managua, Nicaragua. Recuperado de: <https://repositorio.unan.edu.ni/12823/1/Cristiana%20de%20los%20Angeles%20Pichardo.pdf>
- Ruiz, J., y Ispizua, M. (1989). *La descodificación de la vida cotidiana*. España: Universidad de Deusto. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=225435>
- Sampieri, R., Collado, C., y Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: McGRAW-HILL.
- Serway, R., y Jewett, J. (2009). *Física para ciencia e ingeniería con Física moderna* (Séptima ed., Vol. I). México: Cengage Learning.
- Tippens, P. (1996). *Física conceptos y aplicaciones* (Tercera ed.). México: McGRAW-HILL.
- Toro, J. G. (2017). Modelación en Física con GeoGebra. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/20483/1/Toro2017Modelaci%C3%B3n.pdf>
- Valera, T., y Ruiz, M. (2013). Realimentación efectiva. *Investigación en educación médica*, 2(6), 112-114. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000200008
- Villalobos, J. (2003). El docente y actividades de Enseñanza-Aprendizaje: algunas consideraciones teóricas y sugerencias prácticas. *La Revista Venezolana de Educación educere*, 7(22), 170-176. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/356/35602206.pdf>

- Weimar, G. (2018). Investigación educativa desde un enfoque cualitativo: la historia oral. *Voces De La Educación*, 3(6), 93-110. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6521971>
- Wilson, J., Buffa, A., y Lou, B. (2007). *Física* (Sexta ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Young, H., y Freedman, R. (2009). *Física universitaria* (Décimo segunda ed., Vol. I). México: PEARSON EDUCACIÓN.

14. ANEXOS

Cronograma de actividades

N°	Actividades	Abril				Mayo				Junio				Septiembre				Octubre				Noviembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Formulación del planteamiento del problema	X																							
2	Delimitación del tema			X																					
3	Elaboración de portada, índice de contenidos y antecedentes				X																				
4	Redacción de la justificación					X																			
5	Elaboración de objetivos, hipótesis o preguntas de investigación, bosquejo de marco teórico						X																		
6	Construcción del marco teórico							X																	
7	Elaboración de la matriz de descriptores								X																
8	Construcción del diseño metodológico									X	X														
9	Visita al centro de estudio													X											
10	Elaboración de informe de validación de instrumentos a través del juicio de expertos.														X										
11	Recolección de datos													X	X	X									
12	Análisis de los datos																X								
13	Diseño de las actividades de enseñanza																	X	X	X					
14	Redacción del informe preliminar																				X	X	X		
15	Elaboración de las diapositivas																						X		
16	Pre-defensa																								X

Informe de validación de instrumentos

Introducción

La investigación es un proceso ordenado que abarca un conjunto de técnicas aplicadas a la misma con el objetivo de indagar sobre un tema en específico ya sea humanista o científico. Esto implica tener a disposición un grupo de personas, objetos, animales o según corresponda en la investigación con la finalidad de obtener datos que luego serán analizados y así llegar a una toma de decisión. Los datos se recolectan por medio de instrumentos diseñados por el investigador, dichos instrumentos deben cumplir con una serie de requisitos: validez, confiabilidad y objetividad; esto se logra a través del proceso de validación de instrumentos, en el cual un grupo de expertos los pone a juicio para verificar que cumplan tales requisitos.

Para la validación de instrumentos correspondiente a la investigación que lleva por título: Propuesta de actividades de enseñanza utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en 10^{mo} grado “D” de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Experimental México, durante el segundo semestre del año 2022; se les solicitó la colaboración a tres expertos del Departamento de Enseñanza de las Ciencias de la UNAN-Managua que tengan el grado de maestría y sean especialistas en el área de ciencias de la educación con mención en Física y Física-Matemática.

Desarrollo

En el instrumento de la guía de observación se cambió el verbo del objetivo del instrumento y se agregaron algunos ítems en el momento de iniciación y momento de culminación del actuar docente, propuestos por los expertos que ayudaron en la validación de instrumentos de este estudio investigativo. A continuación, se presenta el instrumento donde se ha incorporado los cambios antes descritos (ver anexo 1).

En el instrumento de la entrevista al docente de décimo grado “D” se ha redactado de forma diferente el primer ítem, de manera que el docente de respuesta a cada una de las interrogantes que seguidamente se le plantean y se incorporaron tres interrogantes referidos a los recursos que utiliza el docente en el desarrollo de la clase, especialmente si utiliza recursos tecnológicos. A continuación, se presenta el instrumento donde se ha incorporado los cambios antes descritos. (ver anexo 2)

En la guía de entrevista al docente experto en GeoGebra se cambió el término de simulador a simulación, ya que lo que se pretende realizar son simulaciones del comportamiento vectorial de las magnitudes físicas involucradas en el MCU, y las interrogantes se han redactado de forma que contribuyan a una mejor recolección de la información. A continuación, se presenta el instrumento donde se ha incorporado los cambios antes descritos. (ver anexo 3)

En el instrumento del cuestionario se hicieron cambios en los criterios de respuesta y se incluyeron dos ítems propuestos por el experto 3 para el apartado de la identificación de actividades de enseñanza que utiliza el docente, además se incluye otro apartado referido a evaluar la incidencia de las actividades de enseñanza que implementa el docente en el abordaje del contenido MCU, por ello, se agrega otro objetivo en el instrumento y se le brinda a los estudiantes tres opciones para que respondan las situaciones que se plantean referidas a la temática de MCU. A continuación, se presenta el instrumento donde se ha incorporado los cambios antes descritos. (ver anexo 4)

Seguidamente, en el instrumento de la guía de revisión de documentos se eliminó la parte de la revisión del plan de clase y solamente se van a revisar artículos científicos relacionados con el programa de GeoGebra. A continuación, se presenta el instrumento donde se ha incorporado los cambios antes descritos. (ver anexo 5)

Conclusión

En conclusión, el proceso de validación de instrumentos por parte de los docentes expertos brindó información y sugerencias necesarias para obtener una mejor recolección de la información, es por ello, que se incluyeron algunos ítems en los instrumentos de la guía de observación, el cuestionario y la guía de entrevista. Así, los instrumentos que se habían diseñado como son: la guía de observación, la guía de entrevista, el cuestionario y la guía de revisión documental tienen las incorporaciones que los expertos indicaron; además, los expertos condujeron a la decisión de no utilizar el instrumento de la guía de discusión ya que afirman que la implementación de este instrumento mediante la técnica de grupo focal, no permitirá obtener la información que se está buscando para el estudio investigativo.

Anexo

Cartas escaneadas

Managua, 19 de agosto de 2022

MSc. Jersson Ariel Sánchez Fletes
Docente
Departamento de Enseñanza de las Ciencias
UNAN-Managua
Su oficina

Estimado maestro Sánchez, reciba fraternales saludos.

Somos estudiantes de la Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática, y como modalidad de graduación estamos desarrollando una investigación que lleva por título "Propuesta de actividades de enseñanza utilizando el programa computacional de matemáticas dinámica Geogebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en 10^{mo} grado de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Guardabarranco, durante el segundo semestre del año 2022". Por lo anterior es que le estamos solicitando nos apoye en la validación de los instrumentos de recolección de datos, los cuales son: guía de observación, guía de entrevista, guía de revisión de documentos, cuestionario y grupo focal.

Agradeceríamos que revisara y realice observaciones pertinentes a cada uno de los instrumentos entregados, referente a la ortografía y redacción además de los criterios establecidos en la **Ficha de opinión de expertos** que se adjunta a esta carta, así como rayar sobre los documentos que adjuntamos.

Sin más a que referirse nos despedimos, nuevamente agradeciendo su apoyo.



Br. Romeo Barahona Gutiérrez



Br. Reynaldo Nicasio Carranza



Br. César Augusto Martínez Muñoz



19/08/2022

Managua, 19 de agosto de 2022

MSc. Santos Ramón Ponce Cornejo
Docente
Departamento de Enseñanza de las Ciencias
UNAN-Managua
Su oficina

Estimado maestro Ponce, reciba fraternales saludos.

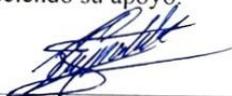
Somos estudiantes de la Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática, y como modalidad de graduación estamos desarrollando una investigación que lleva por título "Propuesta de actividades de enseñanza utilizando el programa computacional de matemáticas dinámica Geogebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en 10^{mo} grado de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Guardabarranco, durante el segundo semestre del año 2022". Por lo anterior es que le estamos solicitando nos apoye en la validación de los instrumentos de recolección de datos, los cuales son: guía de observación, guía de entrevista, guía de revisión de documentos, cuestionario y grupo focal.

Agradeceríamos que revisara y realice observaciones pertinentes a cada uno de los instrumentos entregados, referente a la ortografía y redacción además de los criterios establecidos en la **Ficha de opinión de expertos** que se adjunta a esta carta, así como rayar sobre los documentos que adjuntamos.

Sin más a que referirse nos despedimos, nuevamente agradeciendo su apoyo.



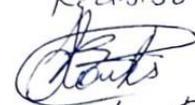
Br. Romeo Barahona Gutiérrez



Br. Reynaldo Nicasio Carranza



Br. César Augusto Martínez Muñoz

Recibido

Santos R. Ponce C
19/08/2022

Managua, 19 de agosto de 2022

MSc. Cristhiam José López
Docente
Departamento de Enseñanza de las Ciencias
UNAN-Managua
Su oficina

Estimado maestro López, reciba fraternales saludos.

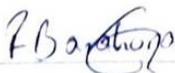
Somos estudiantes de la Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática, y como modalidad de graduación estamos desarrollando una investigación que lleva por título "Propuesta de actividades de enseñanza utilizando el programa computacional de matemáticas dinámica Geogebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme, presente en 10^{mo} grado de la asignatura de Física, para docentes del Colegio Público Guardabarranco, durante el segundo semestre del año 2022". Por lo anterior es que le estamos solicitando nos apoye en la validación de los instrumentos de recolección de datos, los cuales son: guía de observación, guía de entrevista, guía de revisión de documentos, cuestionario y grupo focal.

Agradeceríamos que revisara y realice observaciones pertinentes a cada uno de los instrumentos entregados, referente a la ortografía y redacción además de los criterios establecidos en la **Ficha de opinión de expertos** que se adjunta a esta carta, así como rayar sobre los documentos que adjuntamos.

Sin más a que referirse nos despedimos, nuevamente agradeciendo su apoyo.



Br. Romeo Barahona Gutiérrez



Br. Reynaldo Nicasio Carranza



Br. César Augusto Martínez Muñoz



Instrumentos de recolección de los datos

Anexo 1: guía de observación



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE EDUCACIÓN E IDIOMAS

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Guía de observación

Objetivo

- Conocer las actividades de enseñanzas utilizadas por el docente de física del 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México durante el desarrollo del contenido de Movimiento Circular Uniforme.

Herramientas

- Libreta de anotaciones
- Lápiz y borrador

A continuación, se detalla los elementos que serán objeto de detenimiento al momento de estar en el aula de clases.

Actuar docente	Sí	No	Comentarios
Momento de iniciación			
Se evidencia que el docente planifica la clase.			
El docente comparte a los estudiantes los indicadores de logro de la clase.			
El docente efectúa una retroalimentación de la clase anterior para consolidar los aprendizajes de los estudiantes.			

El docente realiza alguna actividad haciendo uso de recursos (escritos, audiovisuales, experimentales) para diagnosticar los conocimientos previos en relación a la temática en estudio.			
Momento de desarrollo			
Durante el desarrollo de la clase el docente considera las ideas previas de los estudiantes.			
El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme haciendo uso de fuentes de información audiovisuales, por ejemplo: videos, diapositivas en PowerPoint, audios, etc.			
El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme por medio de la experimentación utilizando objetos o procesos naturales que ocurren en el aula.			
El docente desarrolla el contenido Movimiento Circular Uniforme haciendo uso de simuladores o software presentes en la internet.			
El docente explica y desarrolla el contenido de Movimiento Circular Uniforme mediante situaciones de aprendizaje o resolución de ejercicios.			
El docente desarrolla el contenido de Movimiento Circular Uniforme por medio de una exposición, promoviendo el diálogo o proponiendo preguntas a sus estudiantes durante el desarrollo de dicha actividad.			
Durante el desarrollo de la clase se evidencia que el docente tiene dominio científico de la temática abordada.			
Las actividades propuestas por el docente emiten que el estudiante participe activamente en la realización de las actividades.			
Momento de culminación			

El docente elabora algún esquema para organizar y sintetizar la información del contenido de Movimiento Circular Uniforme.			
El docente realiza actividades de enseñanza para que los estudiantes logren aplicar los aprendizajes adquiridos sobre el contenido de Movimiento Circular Uniforme.			
Las actividades propuestas por el docente permiten el cumplimiento de los indicadores de logro.			

Comentarios finales

Anexo 2: guía de entrevista



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE EDUCACIÓN E IDIOMAS

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Guía de entrevista al docente de Física de 10^{mo} grado “D”

Datos generales:

1. **Persona a entrevistar:** Docente que impartirá el contenido de Movimiento Circular Uniforme de 10^{mo} grado “D”, en el Colegio Público Experimental México.
2. **Objetivo de la entrevista:** Conocer las actividades de enseñanza que utiliza el docente del área de Física de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, para desarrollar el contenido de Movimiento Circular Uniforme.
3. **Temas a tratar en la entrevista:** Actividades de enseñanza
4. **Referencia técnica y contextual del instrumento metodológico:**
 - a. **Técnica:**
Entrevista semi estructurada
 - b. **Fecha:**
26 de septiembre de 2022
 - c. **Duración:**
20 a 30 minutos
 - d. **Lugar:**
Área de docentes
 - e. **Contexto:**
Desarrollo del contenido de MCU
 - f. **Quién lo va a realizar:**
Investigadores
5. **Rapport:**

Buenos días, nosotros somos Romeo Barahona Gutiérrez, Reynaldo Nicasio Carranza Muñoz y César Augusto Martínez Muñoz, estudiantes de la carrera de Física-Matemática del Departamento Enseñanza de las Ciencias, estamos realizando un estudio referido a una propuesta de actividades para la enseñanza del contenido Movimiento Circular Uniforme con

la incorporación de Geogebra, con los estudiantes del 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México. La finalidad es identificar las actividades que utiliza para la enseñanza de este contenido, en este sentido, siéntase en plena libertad de compartir sus ideas y brindar su opinión sincera, respecto a los tópicos mencionados anteriormente.

Cabe aclarar que la información que usted brinde será sólo para este trabajo, sus respuestas serán de manera anónima. Para agilizar la toma de la información durante esta entrevista, resulta de mucha utilidad grabar la conversación, ya que la toma de notas a mano demorará mucho tiempo y se pueden perder cuestiones importantes. ¿Está de acuerdo en que grabemos la conversación? El uso de la grabación es sólo para los fines de análisis.

Cuestionario que guiará el proceso de la entrevista

1. Desde su experiencia como docente al impartir el contenido de Movimiento Circular Uniforme, podría comentarnos:
 - a. ¿Qué tipo de actividades de enseñanza utiliza al momento de iniciación del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Mencione algunas
 - b. ¿Qué tipo de actividades de enseñanza utiliza al momento de desarrollar el contenido de Movimiento Circular Uniforme? Mencione algunas
 - c. ¿Qué tipo de actividades de enseñanza utiliza en el momento de culminación del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Mencione algunas
 - d. ¿Por qué utiliza estas actividades y no otras? ¿Qué criterios establece para el diseño de las mismas?
 - e. ¿Cómo define su rol durante la implementación de dichas actividades de enseñanza?
 - f. ¿Considera usted que las actividades de enseñanza utilizadas para el desarrollo del contenido de Movimiento Circular Uniforme contribuyen en el aprendizaje de los estudiantes? Argumente su respuesta. (Destacar si permiten el cumplimiento de los indicadores de logro y cómo lo verifica)
 - g. ¿Las actividades que implementa están propuestas en el programa de asignatura? Explique.
 - h. ¿Con qué frecuencia hace uso de los recursos tecnológicos para apoyar su labor docente? Brinde un aproximado semanal

- i. ¿Utiliza recursos tecnológicos durante el proceso de enseñanza particularmente del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Mencione
 - j. ¿Cree usted que estos recursos tecnológicos favorecen en la enseñanza del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Explique
2. Basado en su experiencia ¿Qué actividades de enseñanza pueden promover una mejora en la enseñanza del contenido de Movimiento Circular Uniforme? Podría sugerir algunas.
 3. Tiene algo más que agregar.

¡Muchas gracias!

Anexo 3: guía de entrevista (docente experto en el uso de GeoGebra)



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE EDUCACIÓN E IDIOMAS

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Guía de entrevista al docente experto en GeoGebra

Datos generales:

1. **Persona a entrevistar:** Docente experto en uso de Geogebra del Departamento de Enseñanza de las Ciencias de la UNAN-Managua
2. **Objetivo de la entrevista:** Conocer los elementos necesarios para el diseño de las actividades de enseñanza sobre el Movimiento Circular Uniforme, haciendo uso de GeoGebra.
3. **Temas a tratar en la entrevista:** Elementos de GeoGebra, componentes de este programa.
4. **Referencia técnica y contextual del instrumento metodológico**
 - a. **Técnica:**
Entrevista semi estructurada
 - b. **Fecha:**
4 de octubre de 2022
 - c. **Duración:**
20 a 30 minutos
 - d. **Lugar:**
Oficina
 - e. **Contexto:**
Elementos de GeoGebra
 - f. **Quién lo va a realizar:**
Investigador
5. **Rapport:**

Buenos tardes, nosotros somos Romeo Barahona Gutiérrez, Reynaldo Nicasio Carranza Muñoz y César Augusto Martínez Muñoz, todos estudiantes de la carrera de Física-Matemática del Departamento Enseñanza de las Ciencias, estamos realizando un estudio

referido a una propuesta de actividades para la enseñanza del contenido Movimiento Circular Uniforme con la incorporación de Geogebra, con los estudiantes del 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México. La finalidad es identificar los elementos de GeoGebra que pueden considerarse para el diseño de las actividades de enseñanza de este contenido, en este sentido, siéntase en plena libertad de compartir sus ideas y brindar su opinión sincera, respecto a los tópicos mencionados anteriormente.

Cabe aclarar que la información que usted brinde será sólo para este trabajo, sus respuestas serán de manera anónima. Para agilizar la toma de la información durante esta entrevista, resulta de mucha utilidad grabar la conversación, ya que la toma de notas a mano demorará mucho tiempo y se pueden perder cuestiones importantes. ¿Está de acuerdo en que grabemos la conversación? El uso de la grabación es sólo para los fines de análisis.

Cuestionario que guiará el proceso de la entrevista

1. Coméntenos acerca de sus conocimientos acerca del MCU
2. Podría narrarnos cómo ha sido su experiencia como docente de Física/Matemática, particularmente utilizando GeoGebra.
3. Podría comentarnos:
 - a. ¿Ha trabajado o creado simulaciones en GeoGebra?
 - b. ¿Cree usted que son de utilidad para la enseñanza? Explique.
4. Según Ortiz (2017) la velocidad lineal “Es la distancia que recorre el cuerpo con respecto al tiempo. En el MCU el módulo de la velocidad lineal (rapidez) permanece constante, pero varía en dirección y sentido” (p.71). Su ecuación es:

$$|\vec{v}| = \frac{2\pi r}{T} \text{ en función del periodo}$$

$$|\vec{v}| = 2\pi r f \text{ en función de la frecuencia}$$

Basado en esta definición

- a. ¿Considera que puede crearse una simulación para que se logre ver y determinar la velocidad lineal?
- b. ¿Qué elementos son necesarios para crear una simulación en GeoGebra, referida a la velocidad lineal?

5. Los autores Young y Freedman (2009) definen la velocidad angular media w_{med} de un cuerpo en el intervalo de tiempo $\Delta t = t_2 - t_1$ como la razón del desplazamiento angular $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ en Δt . Su ecuación es:

$$w_{\text{med}} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$|\vec{w}_{\text{med}}| = \frac{2\pi}{T} \text{ en función del periodo}$$

$$|\vec{w}_{\text{med}}| = 2\pi f \text{ en función de la frecuencia}$$

Basado en esta definición

- ¿Considera que puede crearse una simulación para que se logre ver y determinar la velocidad angular?
 - ¿Qué elementos son necesarios para crear una simulación en GeoGebra, referida a la velocidad angular?
6. Según Frederick y Hecht (2007)

Una masa puntual m que se mueve con rapidez constante v en una circunferencia de radio r experimenta aceleración. Aunque la magnitud de su velocidad tangencial no cambia, la dirección de la velocidad cambia continuamente. Este cambio en la velocidad da origen a una aceleración a_c de la masa, dirigida hacia el centro de la circunferencia. A esta aceleración se le llama aceleración centrípeta, su magnitud está dada por

$$|\vec{a}_c| = \frac{v^2}{r}$$

donde v es la rapidez de la masa en su desplazamiento perimetral en la circunferencia. (p. 90).

Basado en esta definición

- ¿Considera que puede crearse una simulación para que se logre ver y determinar la aceleración centrípeta?
- ¿Qué elementos son necesarios para crear una simulación en GeoGebra, referida a la aceleración centrípeta?

7. Para los autores Young y Freedman (2009) al estar actuando una aceleración en el MCU debe de haber una fuerza \vec{F} que actúa en la misma dirección de la aceleración centrípeta, y su magnitud está dada por la ecuación:

$$|\vec{F}| = \frac{mv^2}{r}$$

De esta definición

- a. ¿Puede crearse una simulación para que se logre ver y determinar la fuerza centrípeta?
 - b. ¿Qué elementos son necesarios para crear una simulación en GeoGebra, referida a la fuerza centrípeta?
8. Basado en su experiencia, ¿considera que estas actividades con GeoGebra ayudaran a desarrollar el contenido de una mejor forma?, ¿mejorará la calidad de la enseñanza? Explique.
9. Algo más que desee agregar.

¡Muchas gracias!

Anexo 4: cuestionario



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE EDUCACIÓN E IDIOMAS DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Cuestionario dirigido a estudiantes de décimo grado

Estimado estudiante a continuación, se le presenta un cuestionario que tiene como objetivos:

- Identificar las actividades de enseñanza que el docente de Física del 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México, utiliza para desarrollar el contenido de Movimiento Circular Uniforme.
- Evaluar la incidencia de las actividades de enseñanza que implementa el docente en el abordaje del contenido: Movimiento Circular Uniforme en el aprendizaje de los estudiantes de 10^{mo} grado “D” del Colegio Público Experimental México.

El cuestionario consta de 3 partes: datos generales, actividades de enseñanza que utiliza el docente al inicio, desarrollo, culminación de la clase y aspectos teóricos sobre el contenido de Movimiento Circular Uniforme. Sus respuestas son confidenciales y serán reunidas junto a las respuestas de los demás participantes que responderán este cuestionario y solo serán utilizados para fines académicos. Agradecemos de antemano, su colaboración.

a. Datos generales

1. Edad: _____
2. Sexo: Femenino _____ Masculino _____

Los planteamientos que se presentan a continuación contienen respuestas previamente clasificadas en cuatro categorías **seleccione la que usted considere más conveniente**. Los números 1, 2, 3 y 4 indican la escala del valor de su opinión, la que usted puede seleccionar de acuerdo a su criterio y teniendo en cuenta la siguiente descripción:

1	Siempre
---	---------

2	Casi siempre
3	Algunas veces
4	Nunca

b. Actividades de enseñanza que utiliza el docente al inicio de la clase

Nº	Ítems	Puntaje			
		1	2	3	4
1	El docente realiza una prueba diagnóstica antes de iniciar la clase del contenido Movimiento Circular Uniforme.				
2	El docente promueve el diálogo, por medio de preguntas dirigidas antes de iniciar el desarrollo del contenido de Movimiento Circular Uniforme.				
3	El docente efectúa una retroalimentación de la clase anterior para consolidar los aprendizajes de los estudiantes.				
4	El docente presenta alguna figura o dibujo, sobre el cuál haga preguntas antes de iniciar el desarrollo del contenido de Movimiento Circular Uniforme.				

c. Actividades de enseñanza que utiliza el docente durante el desarrollo de la clase

Nº	Ítems	Puntaje			
		1	2	3	4
1	El docente explica el contenido Movimiento Circular Uniforme mediante la proyección de un video en la pizarra.				
2	El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme haciendo uso de proyección de diapositivas diseñadas en Power Point.				
3	El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme, usando objetos presentes en el aula para hacer tangible la teoría del contenido disciplinar.				
4	El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme, por medio de la actividad experimental (promueve la realización				

	de experimentos).				
5	El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme, por medio del uso de simuladores o software presentes en el internet.				
6	El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme, resolviendo problemas mediante el uso de la estrategia de resolución de problemas V de Gowin.				
7	El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme, resolviendo problemas utilizando la metodología de resolución de problemas por investigación de lápiz y papel.				
8	El docente explica el contenido de Movimiento Circular Uniforme, promoviendo un diálogo activo en el aula de clase.				
9	El docente desarrolla el contenido de Movimiento Circular Uniforme, dictando apuntes literalmente desde un libro, cuaderno o folleto; durante la mayoría del tiempo de la sesión de clase.				

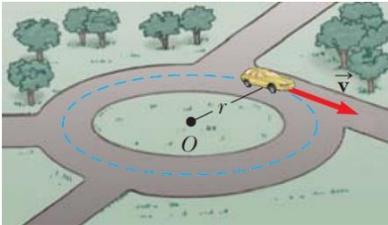
d. Actividades de enseñanza que utiliza el docente durante la culminación de la clase

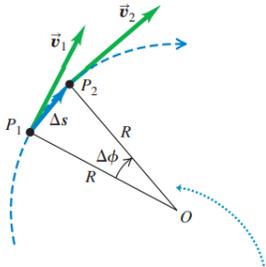
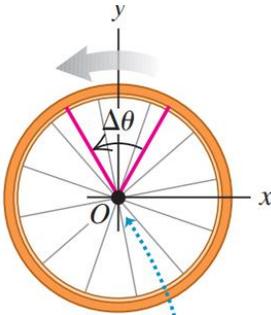
Nº	Ítems	Puntaje			
		1	2	3	4
1	El docente organiza y sintetiza la información del contenido de Movimiento Circular Uniforme, mediante la elaboración de mapas conceptuales.				
2	El docente organiza y sintetiza la información del contenido de Movimiento Circular Uniforme, mediante la elaboración de mapas mentales.				
3	El docente organiza y sintetiza la información del contenido de Movimiento Circular Uniforme, mediante la elaboración de tablas y cuadros comparativos.				
4	El docente organiza y sintetiza la información del contenido de Movimiento Circular Uniforme, mediante la elaboración de resúmenes.				

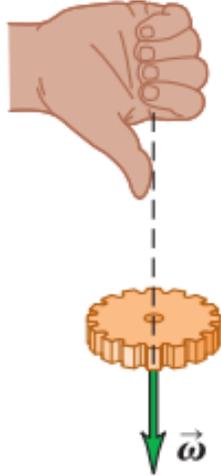
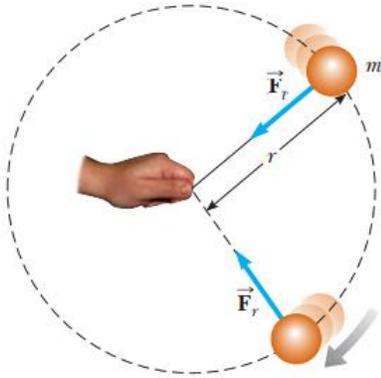
5	El docente realiza actividades de enseñanza para que los estudiantes logren aplicar los aprendizajes adquiridos sobre el contenido de Movimiento Circular Uniforme.				
---	---	--	--	--	--

El siguiente apartado contiene aspectos teóricos de Movimiento Circular Uniforme que usted estudió en las secciones de clase impartidas por su maestro de Física, se le solicita a usted apreciado estudiante que dé respuesta a los ítems utilizando los conocimientos construidos en dicha temática de estudio. Para ello, usted puede marcar con un check (✓) una de las tres casillas vacías presentes para cada ítem, donde considere que se encuentra la respuesta correcta.

e. Aspectos teóricos de Movimiento Circular Uniforme

Nº	Ítems	Posibles respuestas		
1	De la figura considere un automóvil que se mueve en una trayectoria circular con rapidez constante, entonces el automóvil experimenta 			
		Un movimiento circular	Un movimiento circular uniforme	Un movimiento circular acelerado
2	Cuando un objeto experimenta un Movimiento Circular Uniforme entonces su vector velocidad lineal.			
		Permanece constante con el tiempo	Varia con el tiempo	Es nulo
3	Una partícula en un Movimiento Circular Uniforme posee un vector velocidad lineal			
		Paralelo al vector	Tangente a la	Nulo

		posición de la partícula	trayectoria que describe la partícula	
4	<p>Una partícula que se mueve con Movimiento Circular Uniforme en una trayectoria circular de radio R con centro en O, se desplaza de P_1 a P_2 en un intervalo de tiempo Δt, ¿Qué se puede decir de los vectores de velocidad lineal v_1 y v_2 que se muestran en la figura?</p> 	Son iguales	Son iguales en magnitud	Son iguales en sentido
5	<p>Si una partícula adquiere un Movimiento Circular Uniforme entonces además de la velocidad lineal existe otro tipo de velocidad llamada velocidad angular que es una cantidad</p>	Vectorial	Escalar	Ni vectorial, ni escalar
6	<p>En la figura se presenta una llanta de bicicleta que experimenta un Movimiento Circular Uniforme, ¿Cómo es la velocidad angular?</p> 	Negativa porque la llanta de la bicicleta gira en sentido antihorario	Positiva porque la llanta de la bicicleta gira en sentido horario	Positiva porque la llanta de la bicicleta gira en sentido antihorario

7	<p>En la figura se presenta un tipo de tuerca que se gira con Movimiento Circular Uniforme y tiene una velocidad angular $\vec{\omega}$, entonces</p> 	<p>La dirección de rotación de la tuerca es la misma dirección en la que se doblan los dedos de la mano.</p>	<p>La tuerca se desplaza en la dirección en que apunta la flecha.</p>	<p>La dirección de rotación de la tuerca es contraria a la dirección en la que se doblan los dedos de la mano.</p>
8	<p>Basado en la figura qué es lo que mantiene a la partícula de masa m en Movimiento Circular Uniforme, en otras palabras, bajo qué causa la velocidad lineal se mantiene constante en magnitud mientras que en dirección es variable.</p> 	<p>La acción de una fuerza sobre la partícula de masa m dirigida hacia el centro de la trayectoria circular.</p>	<p>La acción de una fuerza sobre la partícula de masa m con igual dirección al vector de velocidad lineal.</p>	<p>La acción de una fuerza sobre la partícula de masa m con dirección opuesta al vector velocidad lineal.</p>

9	De acuerdo al ítem 8, y bajo la segunda ley de Newton si existe una fuerza actuando sobre un cuerpo entonces es condición suficiente para que exista una aceleración, en referencia al Movimiento Circular Uniforme el vector aceleración	Actúa en la misma dirección que la fuerza.	Actúa en dirección perpendicular a la fuerza.	Actúa en dirección opuesta a la fuerza.
---	---	--	---	---

Muchas gracias por su participación

Anexo 5: guía de revisión de documentos



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE EDUCACIÓN E IDIOMAS

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Guía de revisión de documentos

1. Información general

a. **Tipo de fuente a analizar:** Documento

2. **Título de la fuente:** Artículos científicos relacionados al programa de Geogebra

3. Objetivo de análisis documental

Revisar artículos científicos relacionados al programa Geogebra

4. Cuestionamientos a analizar

Nº	Aspectos a analizar	Sí	No	Observación
1	Se identifican claramente los componentes del programa Geogebra de forma gradual en la manipulación.			
2	Los componentes que se presentan contienen las indicaciones para su uso.			
3	Las indicaciones de los componentes del programa de Geogebra brindan orientaciones claves para su uso.			
4	El programa cuenta con componentes claves para desarrollar actividades de enseñanza relacionadas a la velocidad lineal.			
5	El programa cuenta con componentes claves para desarrollar actividades de enseñanza relacionadas a la velocidad angular.			
6	El programa cuenta con componentes claves para			

	desarrollar actividades de enseñanza relacionadas a la aceleración centrípeta.			
7	El programa cuenta con componentes claves para desarrollar actividades de enseñanza relacionadas a la fuerza centrípeta.			

Propuesta



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE EDUCACIÓN E IDIOMAS
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Título

Actividades de enseñanza para: velocidad lineal, angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta; utilizando GeoGebra en la temática de Movimiento Circular Uniforme presente en 10^{mo} grado de educación secundaria nicaragüense.

Autores: Br. Romeo Barahona Gutiérrez

Br. Reynaldo Nicasio Carranza Muñoz

Br. César Augusto Martínez Muñoz

Tutor. MSc. Saul Isac Herrera Herrera

Introducción

El presente documento contiene actividades de enseñanza que pueden ser utilizadas por docentes de Física para el desarrollo de la temática de MCU, estas actividades de enseñanza consisten en simulaciones en el programa de GeoGebra para cada uno de los parámetros; los cuales son: velocidad lineal, velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta. Estas actividades de enseñanza contienen las orientaciones necesarias para su debida realización y cada una de las cuatro actividades de enseñanza se divide en actividades de iniciación, actividades de desarrollo y actividades de cierre; además cada actividad cuenta con su rúbrica de evaluación.

Por tanto, las actividades de enseñanza que se proponen tienen como objetivo contribuir a la obtención de mejoras en el aprendizaje de los estudiantes en dicho contenido, esto se debe a que las simulaciones les permitirán a los estudiantes la visualización de los parámetros de dicho movimiento y potenciar el pensamiento crítico; todo esto conlleva al docente de Física a lograr la competencia de grado que estima el MINED para los estudiantes de 10^{mo} grado.

Objetivos

- Presentar actividades de enseñanza para el contenido de Movimiento Circular Uniforme utilizando el programa de GeoGebra.
- Contribuir al proceso de enseñanza aprendizaje del contenido de Movimiento Circular Uniforme.

Justificación

La investigación es un proceso que permite obtener resultados de una temática en estudio, es por eso, que en la investigación realizada sobre la enseñanza del contenido de MCU que ejecuta el docente de Física de 10^{mo} grado del Colegio Público Experimental México se encontró que los aprendizajes de los estudiantes no satisfacen las competencias de grado estimadas por el MINED, y esto se debe a que las actividades de enseñanza que utilizó el docente para el desarrollo de dicha temática siguen siendo las tradicionales.

Por tanto, como futuros docentes estamos comprometidos a mejorar la educación de nuestra nación; y es por ello que se diseñaron cuatro actividades de enseñanza haciendo uso del programa de GeoGebra para abordar la temática de MCU, sabiendo que hoy en día el uso de

la tecnología en la educación es fundamental para llamar la atención del estudiante debido a que este es el contexto en el que se desenvuelven. Además, la visualización de los parámetros del MCU mediante las simulaciones le permitirá al estudiante mejorar sus estructuras cognitivas y, con ello, fortalecer su razonamiento al momento de encontrarse con situaciones de su entorno.

Propuesta de actividades

Actividad 1. Explorando con GeoGebra las características de la velocidad lineal

La presente actividad tiene por objetivo, comprender la naturaleza vectorial de la velocidad que experimenta una partícula que describe un Movimiento Circular Uniforme mediante datos proporcionados por la simulación en GeoGebra, asimismo encontrar una relación matemática que permita vincular el radio de la circunferencia (trayectoria de la partícula que se modela como una circunferencia) con el periodo y la frecuencia rotacional por medio de una ecuación.

Dicha actividad se presenta en tres aspectos: inicial, desarrollo y cierre; la inicial consiste en una situación introductoria donde se explica un evento de la naturaleza, por medio del concepto de velocidad lineal. Seguidamente, el desarrollo permite el estudio de las características del vector velocidad lineal dentro del modelo de MCU, mediante la utilización de la simulación en GeoGebra. Por último, el cierre se establece resolviendo un problema de velocidad lineal con la utilización de la simulación en GeoGebra.

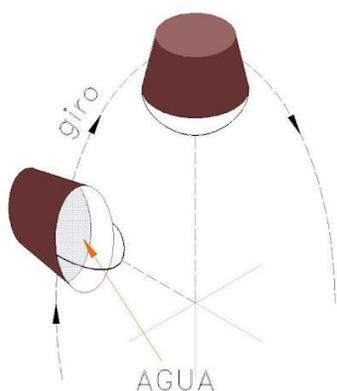
Inicial

El docente presenta la situación “El agua que no se derrama de una cubeta incluso cuando la cubeta se encuentra boca abajo” para despertar el interés de los alumnos con ambientes donde se aprecie la aplicación del concepto a estudiar.

El agua que no se derrama de una cubeta incluso cuando la cubeta se encuentra boca abajo.

Una cubeta con cierta cantidad de agua dentro de esta, se pone en movimiento rotacional, por medio de una cuerda atada al agarradero de la cubeta. ¿Por qué el agua no se derrama cuando la cubeta se encuentra boca abajo? Esta experiencia es similar a lo que ocurre con el carrusel en una montaña rusa. El agua no se derrama porque se pone la cubeta en movimiento circular,

luego, al experimentar este tipo de movimiento, el agua dentro de la cubeta se ve afectada



por ciertas características que hacen especial a dicho movimiento. En primer lugar, si no existiera la gravedad, el agua seguiría por inercia², la dirección tangente a cualquier punto de la circunferencia que describe el movimiento de la cubeta, pero la gravedad hace que el agua descienda y describa una curva (parábola.) Si la velocidad lineal es suficientemente grande esta curva será exterior a la circunferencia antes mencionada. Es por eso que el agua no

tiende en general a moverse verticalmente hacia abajo y por qué no se derrama de la cubeta. Para que se derrame sería necesario que la boca de la cubeta estuviera orientada en el sentido de su rotación. Si se quisiera encontrar la velocidad lineal, se tendría que garantizar que la aceleración centrípeta de la cubeta en rotación no sea menor que la aceleración de la gravedad.

Desarrollo

El docente realiza los siguientes pasos:

1. Abre el programa GeoGebra en la computadora, luego es la pestaña archivo seleccionar abrir o realiza la combinación Ctrl + O, selecciona el archivo velocidad lineal.ggb y clic en abrir (ver figura 32).

² “Es la imposibilidad de cambiar el estado de reposo o de movimiento uniforme de los cuerpos sin interactuar con ellos” (Osorno, 1992, p.67)

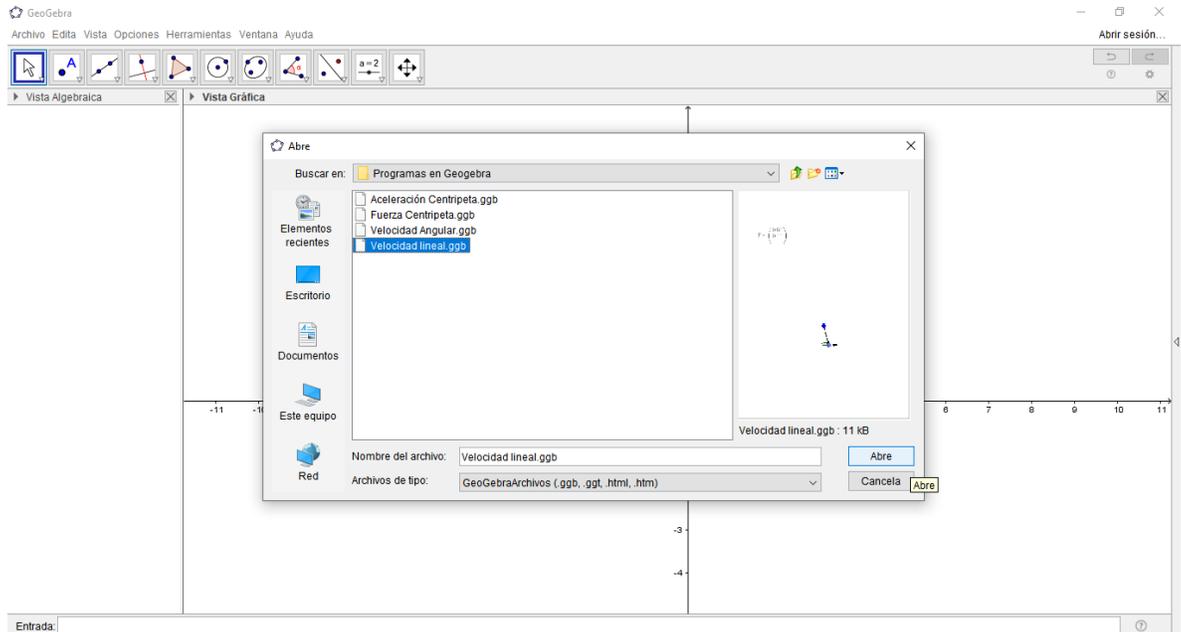


Figura 32. Ventana en GeoGebra para abrir la simulación de velocidad lineal. Fuente: Elaboración propia.

2. Presenta la simulación, mediante proyección de pantalla a sus estudiantes de décimo grado (ver figura 33).

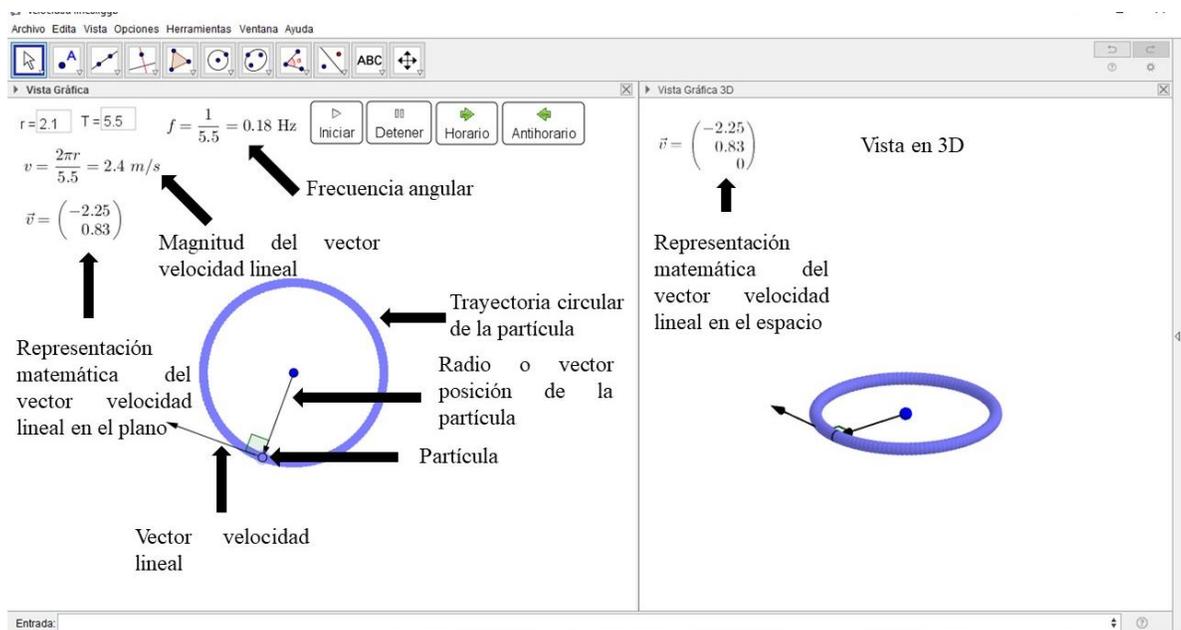


Figura 33. Componentes de la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal. Fuente: Elaboración propia.

La entrada de $r =$ representa la medida del radio de la circunferencia en metros, $T =$ es el periodo de rotación en segundos, los botones de la parte superior permiten realizar las acciones que se le detallan en las etiquetas respectivamente.

3. Explica que se entiende por periodo de rotación haciendo uso del esquema presente en la simulación (ver figura 34). “el periodo de rotación es el tiempo que demora la partícula en completar una vuelta completa” y frecuencia rotacional como la magnitud física que caracteriza el “número de vueltas que da un móvil con MCU en la unidad de tiempo”, que matemáticamente se puede expresar en función del periodo como el recíproco de este.

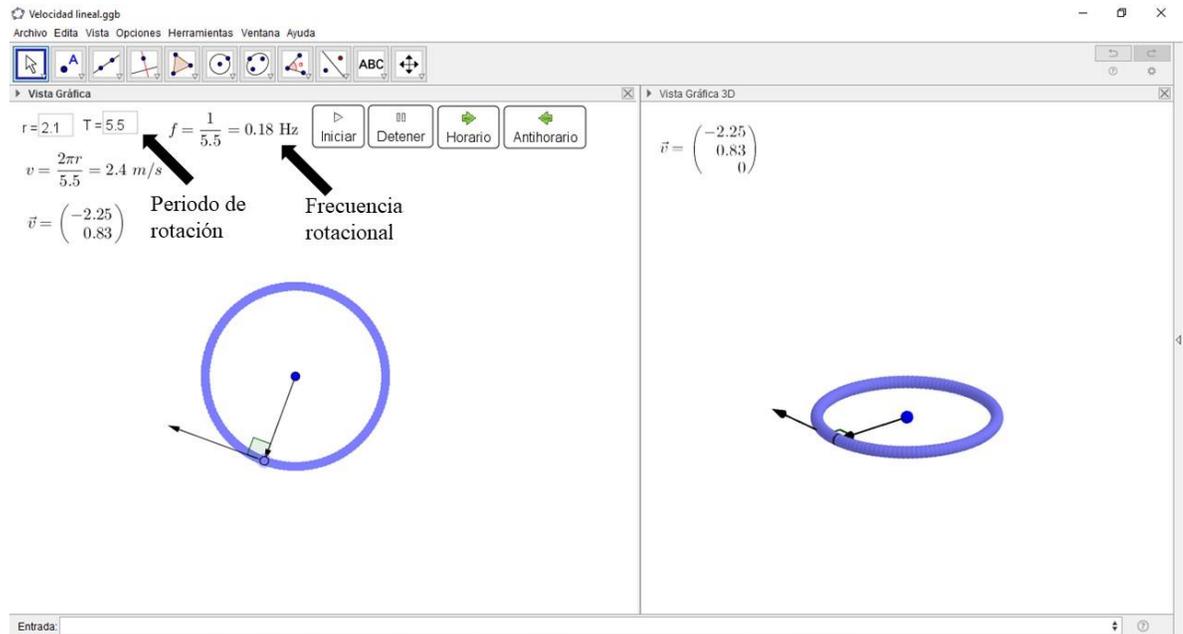


Figura 34. Periodo de rotación y frecuencia rotacional en la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal. Fuente: Elaboración propia.

4. Apoyado de la simulación (ver figura 35) ingresa los datos en la casilla de entrada para el radio de la circunferencia que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla de periodo de rotación constante con un valor de 5s y solicita a sus estudiantes que anoten el valor correspondiente para v .

Radio (r)	Magnitud del vector velocidad lineal (v)
2m	2.51 m/s
3m	3.76 m/s
4m	5.02 m/s

- a) ¿Qué observan en la simulación cuando el radio de la circunferencia incrementa?

- b) Si observaron que la partícula adquiere una mayor velocidad, entonces ¿Qué relación existe entre las cantidades radiales y de velocidad? En caso contrario el docente debe de mencionar que la partícula adquiere mayor velocidad. “La relación que existe entre ambas cantidades radiales y de velocidad es que ambas son directamente proporcionales, en símbolos matemáticos $v \propto r$ ”
- c) ¿Cómo se comporta gráficamente el vector velocidad lineal al experimentar estos cambios en el radio? “Se mantiene tangente a la trayectoria circular de la partícula, por lo que cambia en dirección y sentido, asimismo aumenta su longitud al incrementar el radio”
- d) ¿Al mantener constante el radio cómo se comporta numéricamente y gráficamente el vector velocidad lineal de la partícula? “Su valor numérico es invariante, así como la longitud de este, pero, cambia continuamente en dirección y sentido”
- e) Calcula la magnitud de la velocidad lineal para el primer dato de la tabla, a través del vector velocidad lineal (representación matemática del vector velocidad en el plano), utilizando la siguiente ecuación.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

igualmente, para la representación matemática del vector velocidad en el espacio utilizado la ecuación

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

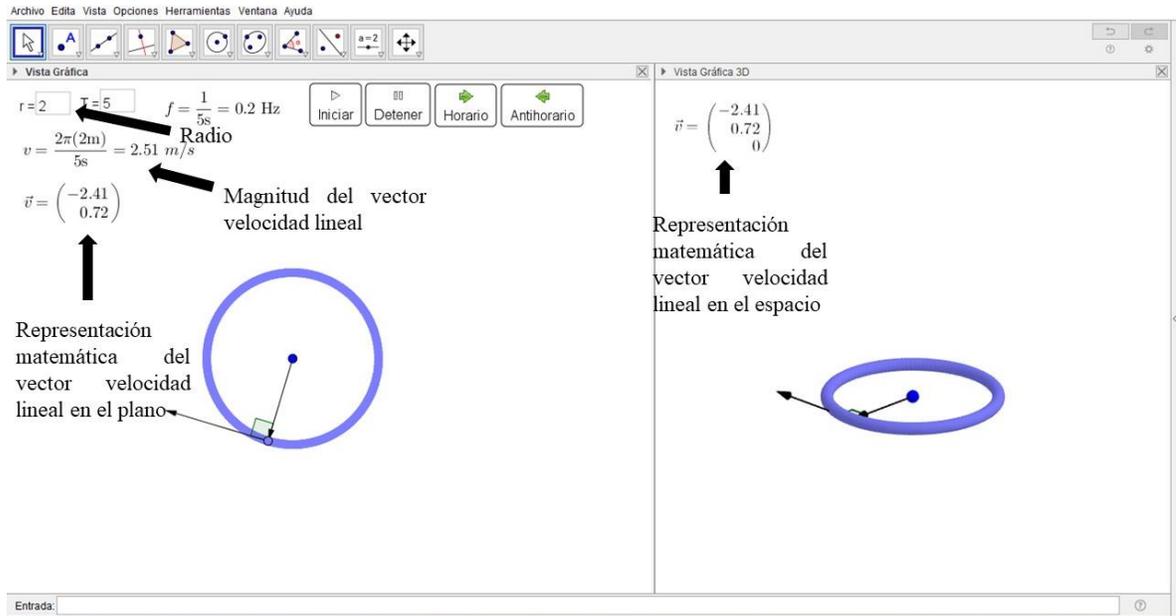


Figura 35. Radio, magnitud del vector velocidad lineal y su representación matemática en el plano y el espacio en la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal. Fuente: Elaboración propia.

5. Una vez completado el ítem anterior, el docente ingresa los datos en la casilla de entrada para el periodo T (ver figura 36) que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla para el radio r constante con un valor de 1 m y pide a sus estudiantes que anoten el valor correspondiente para v (magnitud del vector velocidad lineal)

Periodo (T)	Magnitud del vector velocidad lineal (v)
1s	6.28 m/s
2s	3.14 m/s
3s	2.09 m/s

- ¿Qué observan en la simulación cuando el periodo de rotación incrementa?
- Si observaron que la partícula disminuye su velocidad, entonces ¿Qué relación existe entre las cantidades periodo y de velocidad? En caso contrario el docente debe de mencionar que la partícula disminuye la velocidad. “La relación que existe entre ambas cantidades periodo y de velocidad es que ambas son inversamente proporcionales, en símbolos matemáticos $v \propto \frac{1}{T}$ ”
- ¿Cómo se comporta gráficamente el vector velocidad lineal al experimentar

estos cambios en el periodo de rotación? “Se mantiene tangente a la trayectoria circular de la partícula, por lo cual cambia en dirección y sentido, asimismo disminuye su longitud al incrementar el periodo”

- d) ¿Al mantener constante el periodo de rotación cómo se comporta numéricamente y gráficamente el vector velocidad lineal de la partícula? “Su valor numérico es invariante, así como la longitud de este, pero, cambia continuamente en dirección y sentido”
- e) Calcula la magnitud de la velocidad lineal para el primer dato de la tabla, a través del vector velocidad lineal (representación matemática del vector velocidad en el plano), utilizando la siguiente ecuación.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

igualmente, para la representación matemática del vector velocidad en el espacio utilizado la ecuación

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

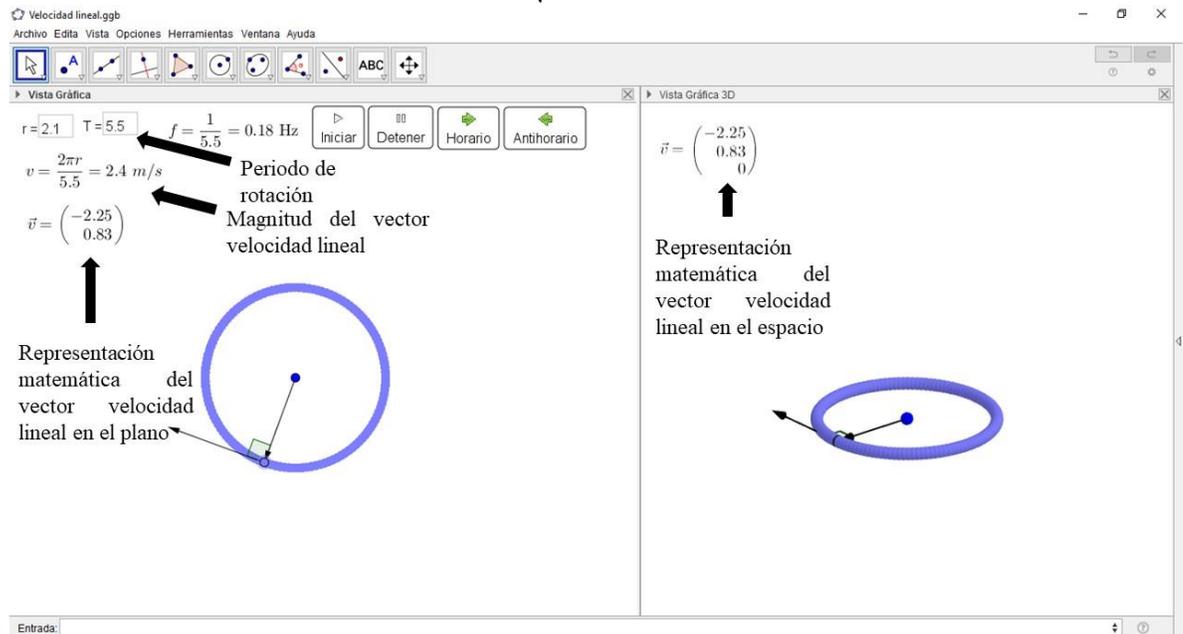


Figura 36. Periodo de rotación, magnitud del vector velocidad lineal y su representación matemática en el plano y el espacio en la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal. Fuente: Elaboración propia.

6. La velocidad media se define como el cociente de la trayectoria l recorrida por una

partícula para a un tiempo T , es decir: $v = \frac{l}{T}$. Basado en dicho aspecto el docente pregunta a sus estudiantes lo siguiente:

- De geometría, ¿Cuál es la longitud l de una circunferencia de radio r ? " $l = 2\pi r$ "
- El tiempo que demora una partícula en recorrer una vuelta completa $l = 2\pi r$ se le conoce como? "Periodo de rotación"
- De acuerdo a la ecuación $v = \frac{l}{T}$, la magnitud de la velocidad lineal es?

$$"v = \frac{2\pi r}{T}"$$

- Determina una ecuación para la magnitud de la velocidad lineal en función de la frecuencia rotacional, a partir de los resultados del ítem c), sabiendo que la frecuencia es el recíproco del periodo de rotación.

$$"v = 2\pi r f"$$

Cierre

El docente realiza las siguientes acciones

- Deduce un concepto para la velocidad lineal de acuerdo a lo estudiado en el desarrollo de la actividad.
- Resuelve el siguiente ejercicio con sus estudiantes haciendo uso de la simulación en GeoGebra para la velocidad lineal

Consideremos dos estudiantes de décimo grado; Pedro y Pablo, que se encuentran dando un paseo por el parque, ambos deciden subirse a un carrusel con un periodo de rotación de 30 s, Pedro se ubica a una distancia de 2 m en relación al eje de rotación del carrusel, en cambio Pablo se ubica a una distancia de 3.5 m. Responda:

- ¿Cuál es la magnitud de la velocidad lineal que experimenta Pedro?

Solución. Identificando los datos del ejercicio se obtiene que $r = 2 \text{ m}$ radio asociado a Pedro, el periodo de rotación es $T = 30 \text{ s}$ y la velocidad lineal es la magnitud desconocida que se quisiera determinar. Incorporando dichos datos a la simulación del problema se obtiene que la magnitud de la velocidad lineal que experimenta Pedro

es de 0.42 m/s (ver figura 37).

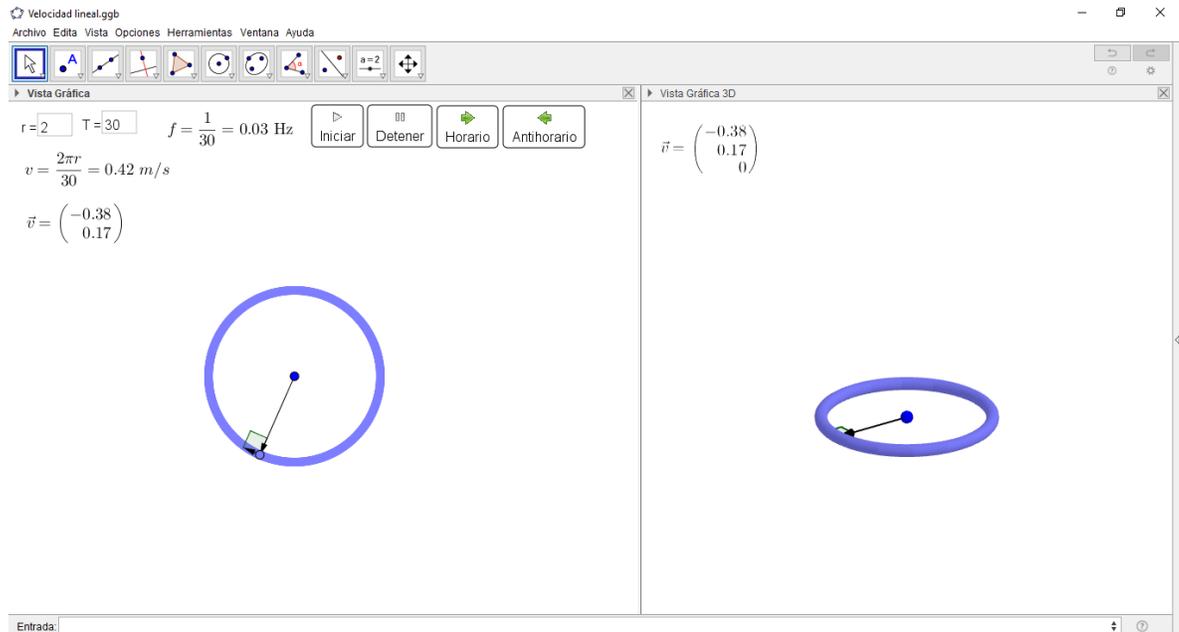


Figura 37. Simulación en GeoGebra para la velocidad lineal con la respuesta al primer inciso del ejercicio propuesto para la velocidad lineal. Fuente: Elaboración propia.

- ¿Cuál es la magnitud de la velocidad lineal que experimenta Pablo?

Solución. Identificando los datos del ejercicio se obtiene que $r = 3.5 \text{ m}$ radio asociado a Pedro, el periodo de rotación es $T = 30 \text{ s}$ y la velocidad lineal es la magnitud desconocida que se quisiera determinar. Incorporando dichos datos a la simulación del problema se obtiene que la magnitud de la velocidad lineal que experimenta Pablo es de 0.73 m/s (ver figura 38).

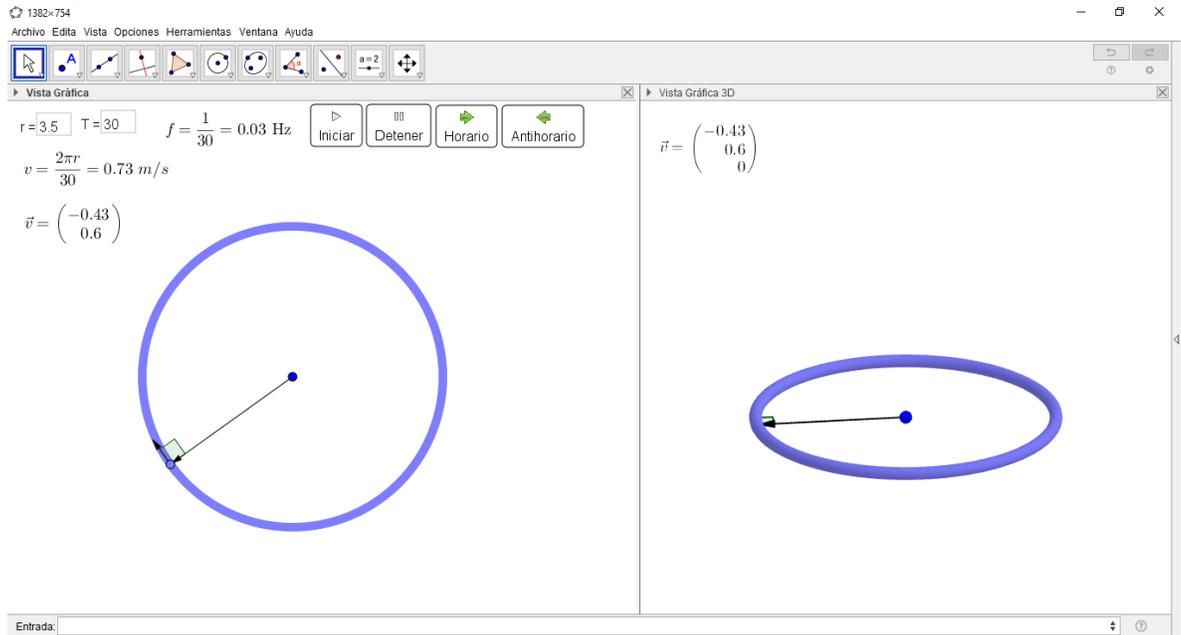


Figura 38. Simulación en GeoGebra para la velocidad lineal con la respuesta al segundo inciso del ejercicio propuesto para la velocidad lineal. Fuente: Elaboración propia

- ¿Quién se marea más rápido Pedro o Pablo? ¿Por qué?

Solución. Pablo se marea más rápido porque experimenta una mayor velocidad lineal.

Actividad 2: Explorando con GeoGebra las características de la velocidad angular

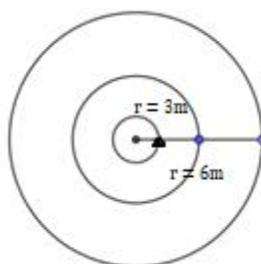
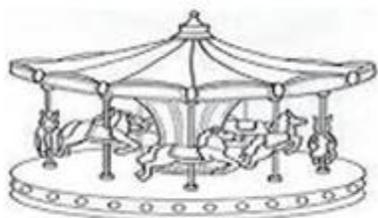
La siguiente actividad tiene como objetivo, analizar y comprender la naturaleza vectorial de la velocidad angular, misma que está presente en un sistema que describe un Movimiento Circular Uniforme, también se pretende que los estudiantes logren encontrar una relación matemática que permita vincular el periodo y la frecuencia rotacional, con la cantidad de vueltas o giros que se realicen en determinadas situaciones, esto con la finalidad que de estas relaciones se puedan establecer las ecuaciones para calcular la velocidad angular.

Esta actividad se presenta en tres momentos: inicial, desarrollo y cierre; la inicial consiste en una situación introductoria donde se explica el concepto de velocidad angular por medio de un evento de la vida. Luego, el desarrollo permite el estudio de las características del vector velocidad angular y la dirección que esta toma dentro del modelo de MCU, esto con la utilización de Geogebra. Como actividad de cierre, se dispone a que el estudiante resuelva un problema de velocidad angular con la utilización de la simulación en Geogebra.

Inicial

Para esta actividad el docente deberá presentar a los estudiantes la situación llamada “El carrusel”, luego deberá hacer la pregunta que se ha planteado y de ello, establecer un debate entre los aspectos en común y diferentes que se presentan, asimismo vincular los conceptos estudiados anteriormente sobre el módulo de la velocidad lineal, frecuencia rotacional y periodo rotacional.

El carrusel.



En un parque de diversiones un carrusel (cuerpo rígido) gira en sentido contrario a las manecillas del reloj (como se muestra en la figura 39), dos niños sentados en los caballos a 6 m y 3 m del centro

Figura 39. Carrusel girando en sentido antihorario. Fuente: Elaboración propia.

respectivamente, se dan cuenta que el carrusel efectúa una vuelta completa en un tiempo de 35 s. De lo dicho anteriormente, ¿Qué aspectos diferentes y en común, se pueden destacar del giro dado en el carrusel por ambos niños?

En esta situación, los aspectos en común que se pueden destacar, es que ambos niños dan una vuelta (360° desde el punto inicial), en la misma cantidad de tiempo (35 s), como el tiempo de giro es el mismo la frecuencia rotacional ($f = \frac{n}{t}$) que experimentan ambos niños es la misma, asimismo se sabe que el periodo rotacional es el recíproco de la frecuencia rotacional ($T = \frac{1}{f} = \frac{t}{n}$), por tanto, se puede concluir afirmando que el periodo rotacional experimentado es el mismo para ambos niños.

Por otra parte, se puede deducir que la distancia (radio) a la que se encuentran ambos niños del centro del carrusel es distinta, uno se encuentra al doble de la distancia del otro, como el radio cambia, podemos agregar que el módulo de la velocidad lineal ($|\vec{v}| = \frac{2\pi r}{T}$; $|\vec{v}| = 2\pi r f$) es diferente para cada niño.

Desarrollo

El docente deberá realizar los siguientes pasos para presentar la simulación a los estudiantes.

1. Deberá abrir la simulación en GeoGebra referente a la velocidad angular para ello ha de seguir los pasos mostrados en la figura 40.

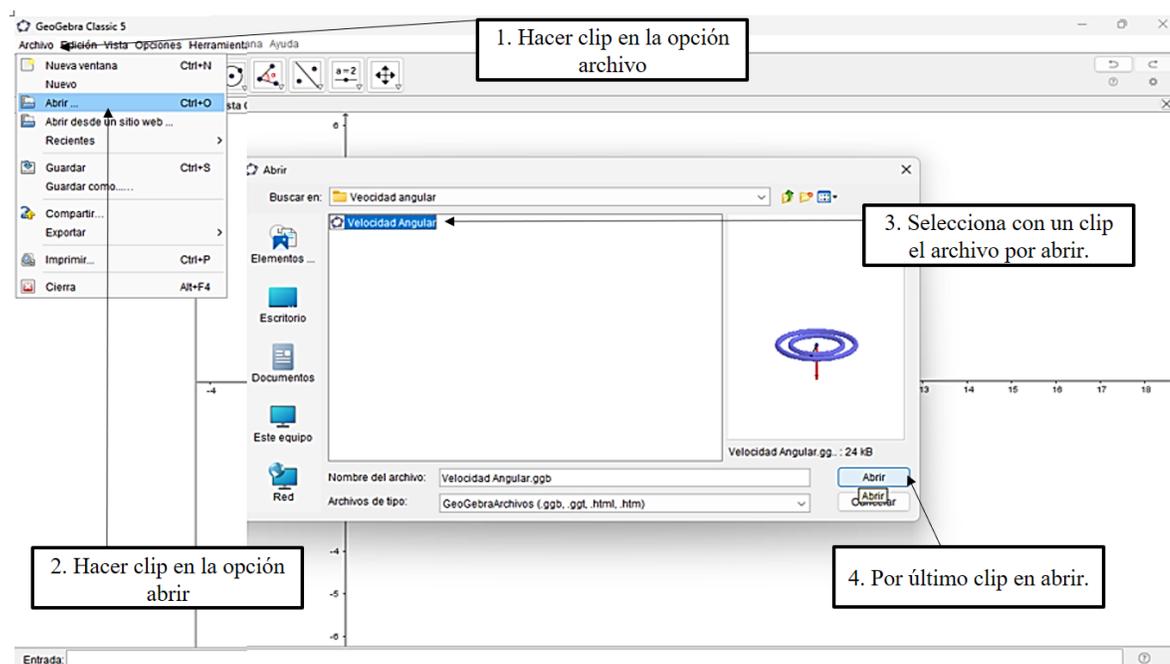


Figura 40. Procedimiento para abrir una simulación de Geogebra. Fuente: Elaboración propia.

Primeramente, deberá abrir el programa GeoGebra, luego dar clic en la opción archivo, donde se despliegan ciertas opciones, de la cual se debe seleccionar la opción abrir, luego seleccionar el archivo de la simulación para la velocidad angular y por último deberá hacer clic en el botón abrir.

2. Una vez abierto el archivo, correspondiente a la simulación de la velocidad angular el docente deberá proceder a explicar a los estudiantes cada aspecto que se encuentra en dicha simulación (ver figura 41).

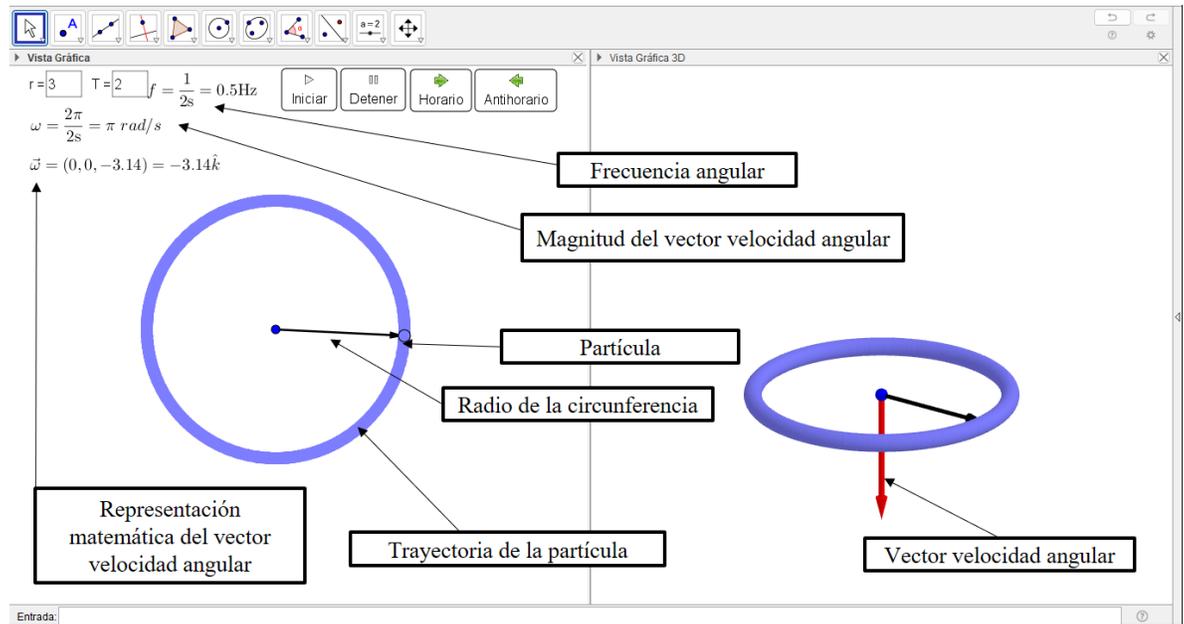


Figura 41. Elementos que componen la simulación para la velocidad angular en GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de los aspectos presentes se encuentran definidos en la figura 38: la frecuencia, el vector velocidad angular y la magnitud del mismo, entre otros aspectos. Los botones de la parte superior permiten realizar las acciones que se le detallan en las etiquetas tales como: iniciar la simulación, detener simulación, giro en sentido horario y el giro en sentido antihorario.

La casilla de entrada de $r =$ representa la medida del radio de la circunferencia en metros, la casilla de entrada $T =$ representa el periodo de rotación en segundos. Una vez iniciada la simulación el docente deberá explicar al estudiante en qué consiste el periodo de rotación (tiempo que demora una partícula en dar una vuelta completa), la frecuencia rotacional (número de vueltas que da una partícula en la unidad de tiempo), giro horario (giro en sentido de las manecillas del reloj) y giro antihorario (giro en sentido opuesto al de las manecillas del reloj).

3. Apoyado de la simulación de la velocidad angular ingresa los datos en la casilla de entrada del radio que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla de periodo de rotación constante con un valor de 2s, el docente deberá pedir a sus estudiantes que anoten el valor correspondiente para la magnitud del vector velocidad angular $|\vec{\omega}_{\text{med}}|$ y la dirección que esta toma cuando es en sentido horario y antihorario, para luego contestar las preguntas que se le presentan.

Radio (r)	Magnitud del vector velocidad angular ($ \vec{\omega}_{med} $)	Dirección y valor del vector velocidad angular $\vec{\omega}$	
		Horario	Antihorario
2 m	π rad/s	Abajo $-\pi \hat{k}$	Arriba $\pi \hat{k}$
3 m	π rad/s	Abajo $-\pi \hat{k}$	Arriba $\pi \hat{k}$
4 m	π rad/s	Abajo $-\pi \hat{k}$	Arriba $\pi \hat{k}$
5 m	π rad/s	Abajo $-\pi \hat{k}$	Arriba $\pi \hat{k}$

a) ¿Qué sucede con la magnitud del vector velocidad angular cuando se aumenta el radio?

“Al cambiar el radio en la simulación la magnitud del vector velocidad angular no aumenta ni disminuye, permanece constante”

b) ¿Varía la magnitud de la velocidad angular al cambiar el sentido de giro? ¿Qué relación se puede establecer del vector velocidad angular con el sentido de giro que tome la partícula?

“La magnitud de este vector no varía, pero cuando se cambia el sentido de giro, el vector apunta hacia arriba cuando el sentido de giro es antihorario y apunta hacia abajo cuando el sentido de giro es en sentido horario”

4. Apoyado de la simulación de la velocidad angular ingresa los datos en la casilla de entrada del periodo de rotación que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla del radio constante con un valor de 3m, seguidamente el docente deberá pedir a sus estudiantes que anoten el valor correspondiente para la magnitud del vector velocidad angular $|\vec{\omega}_{med}|$, la frecuencia rotacional (f) y la dirección que este toma cuando es en sentido horario y antihorario, para luego contestar las preguntas que se le presentan:

Periodo (T)	Magnitud del vector velocidad angular $ \vec{\omega}_{med} $	Frecuencia rotacional (f)	Dirección del vector velocidad angular $\vec{\omega}$	
			Horario	Antihorario
5 s	1,26 rad/s	0,2 Hz	Abajo $-1,26 \hat{k}$	Arriba $1,26 \hat{k}$
10 s	0,63 rad/s	0,1 Hz	Abajo $-0,63 \hat{k}$	Arriba $0,63 \hat{k}$
15 s	0,42 rad/s	0,07 Hz	Abajo $-0,42 \hat{k}$	Arriba $0,42 \hat{k}$
20 s	0,31 rad/s	0,05 Hz	Abajo $-0,31 \hat{k}$	Arriba $0,31 \hat{k}$

a) ¿Qué sucede con la magnitud del vector velocidad angular cuando se aumenta el periodo de rotación?

“Al aumentar el periodo de rotación en la simulación la magnitud del vector velocidad angular disminuye”

b) ¿Qué sucede con la frecuencia rotacional cuando se aumenta el periodo de rotación? ¿Qué relación existe entre estas dos variables?

“Al aumentar el periodo de rotación la frecuencia rotacional disminuye, por tanto, la relación que existe entre estas variables es que ambas son inversamente proporcionales, en símbolos matemáticos $T \propto \frac{1}{f}$ ”

c) ¿Qué pasa con la dirección y el valor del vector velocidad angular al aumentar el periodo de rotación?

“La dirección del vector velocidad angular apunta hacia abajo (dirigido a la parte negativa del eje z) cuando el sentido de giro es horario y al aumentar el periodo el valor del vector disminuye, cuando el sentido de giro es antihorario la dirección del vector velocidad angular apunta hacia arriba (dirigido a la parte positiva del eje z) y al aumentar el valor del periodo rotacional el valor del vector disminuye.

5. Con ayuda de los resultados obtenidos para los giros en sentido horario y antihorario establezca la dirección y valor del vector velocidad angular, el maestro deberá explicar la regla de la mano derecha a sus estudiantes.

“Cuando una partícula que describe un MCU, gira en sentido de las manecillas del reloj, el vector velocidad angular apunta hacia abajo (dirigido a la parte negativa del eje z) y su valor es negativo (ver figura 42, b), cuando esta partícula gira en sentido contrario a las manecillas del reloj, el vector velocidad angular apunta hacia arriba (dirigido a la parte positiva del eje z) y su valor es positivo (ver figura 42, a).”

Por lo mencionado anteriormente se puede expresar la “Regla de la mano derecha”:

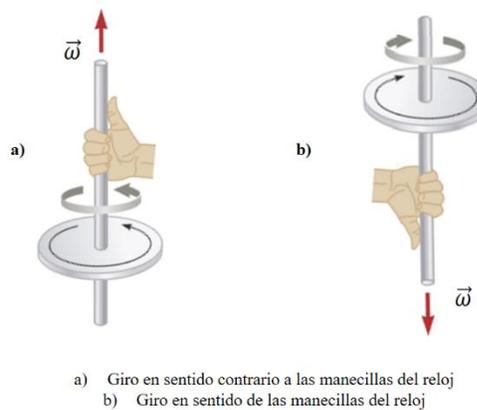


Figura 42: Regla de la mano derecha para determinar la dirección del vector velocidad angular.

En la figura 41 se observa que 4 dedos de la mano apuntan en sentido de giro y el dedo pulgar apunta la dirección del vector velocidad angular, por tanto, podemos definir: “Cuando el giro es en sentido de las manecillas del reloj el vector velocidad angular apunta hacia abajo (dirigido a la parte negativa del eje z) y cuando el giro es en sentido contrario a las manecillas del reloj el vector velocidad angular apunta hacia arriba (dirigido a la parte positiva del eje z).”

6. El docente deberá dialogar con los estudiantes lo que se conoce como velocidad angular media, esta se define como el cociente de la razón del desplazamiento angular $\Delta\theta$ que recorre una partícula con MCU, en un intervalo de tiempo Δt .

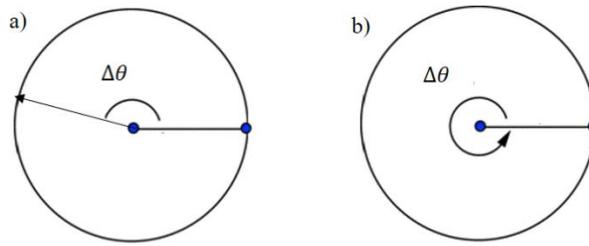


Figura 43. Partícula con MCU que se desplaza en una cierta cantidad angular. Fuente: Elaboración propia.

Suponiendo que una partícula se desplaza una cierta cantidad angular $\Delta\theta$ (ver figura 43.a)), en un intervalo de tiempo determinado Δt , la ecuación para la velocidad angular media es:

$$w_{\text{med}} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$$

El docente deberá dirigirse a los estudiantes, les orientará que tomando como referencia la figura 43.b), relacionen el valor del desplazamiento angular en un intervalo tiempo $\Delta t = t$, seguidamente preguntar:

- a) ¿Cuál es el valor de $\Delta\theta$, según el Sistema Internacional de Unidades (SI)?
“El valor es $\Delta\theta = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$ ”
- b) De acuerdo con este resultado, se puede expresar la velocidad angular media como:

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = \frac{2\pi}{t}$$

- c) De acuerdo con la ecuación de la frecuencia rotacional $f = \frac{n}{t}$, y sabiendo que en la figura 43. b) representa un giro en el intervalo de tiempo $\Delta t = t$, relacione la ecuación de la velocidad angular según la frecuencia rotacional.

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = 2\pi \frac{n}{t} = 2\pi f$$

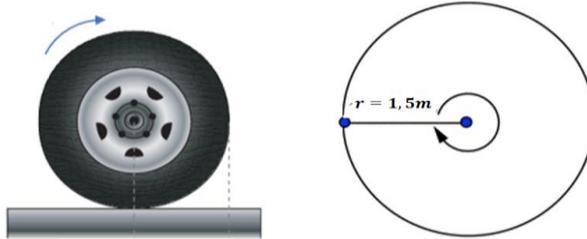
- d) Ahora, sabiendo que el periodo de rotación y la frecuencia rotacional son inversamente proporcional $T \propto \frac{1}{f}$, y sabiendo que la frecuencia rotacional es $f = \frac{1}{T}$, determine la relación de la velocidad angular media según el periodo de rotación.

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = 2\pi \frac{1}{T} = \frac{2\pi}{T}$$

Cierre

El docente deberá proceder a resolver las siguientes situaciones haciendo uso de las simulaciones y con la ayuda de sus estudiantes.

1. Una rueda de tractor de 3 m de diámetro realiza un total de 22 vueltas en dirección de las manecillas del reloj en un tiempo de 80 s, determine:



- a) El periodo de rotación.

Para este caso se debe utilizar la ecuación, que vincula el total de vueltas ($n = 22$) que da la llanta en el tiempo ($t = 80$ s) determinado.

Solución:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{80 \text{ s}}{22} = 3,64 \text{ s}$$

“El periodo de rotación de la rueda es de 3,64 s”

- b) La frecuencia rotacional.

Insertamos los datos del radio ($r = 1,5$ m) y el periodo rotacional ($T = 3,64$ s) en la simulación para calcular la frecuencia rotacional (ver figura 44).

Solución: Para hacer la comprobación matemática, utilizamos la siguiente ecuación y sustituimos el valor del periodo de rotación:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3,64 \text{ s}}$$

$$f = 0,27 \text{ s}^{-1} = 0,27 \text{ Hz}$$

“la frecuencia rotacional de la rueda es de 0,27 Hz”

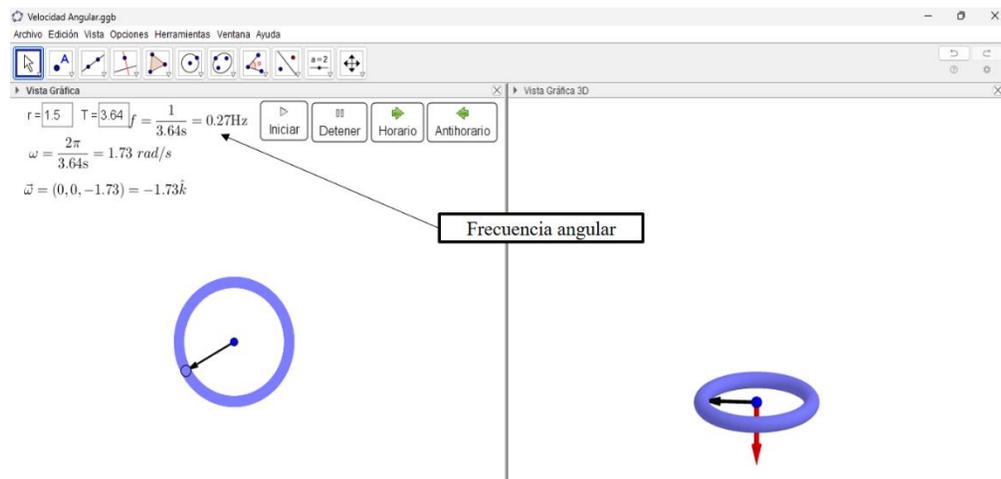


Figura 44. Solución del inciso b) del ejercicio propuesto para la velocidad angular, utilizando la simulación en GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

c) La magnitud de la velocidad angular.

Una vez ingresados los valores del radio y el periodo en la simulación, esta nos da el valor de la magnitud de la velocidad angular (ver figura 45).

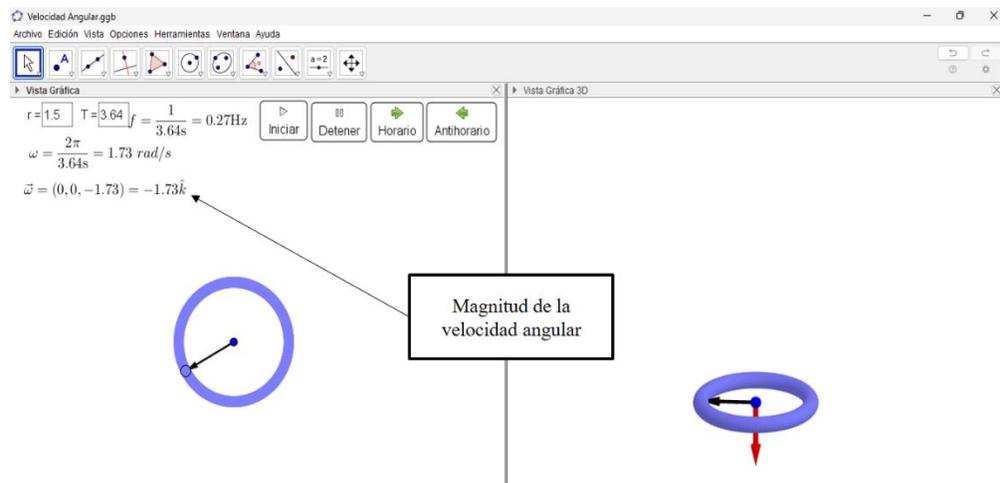


Figura 45. Solución del inciso c) del ejercicio propuesto para la velocidad angular, utilizando la simulación en GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

Solución: A continuación, se presenta la manera de calcular el valor de la magnitud de la velocidad angular, con las ecuaciones relacionadas a la frecuencia rotacional ($f = 0,27 \text{ Hz}$) y el periodo de rotación ($T = 3,64 \text{ s}$).

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = 2\pi f \qquad |\vec{\omega}_{\text{med}}| = 1,70 \text{ rad/s}$$

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = 2\pi(0,27 \text{ Hz})$$

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = \frac{2\pi}{3,64 \text{ s}}$$

$$|\vec{\omega}_{\text{med}}| = 1,73 \text{ rad/s}$$

“La magnitud de la velocidad angular de la rueda es $|\vec{\omega}_{\text{med}}| = 1,73 \text{ rad/s}$ ”

Los valores de la magnitud de las velocidades angulares varían por el hecho de los decimales en el caso de la frecuencia, si se tomaran con 4 decimales (0,2747 Hz) daría el mismo resultado.

d) La dirección del vector velocidad angular.

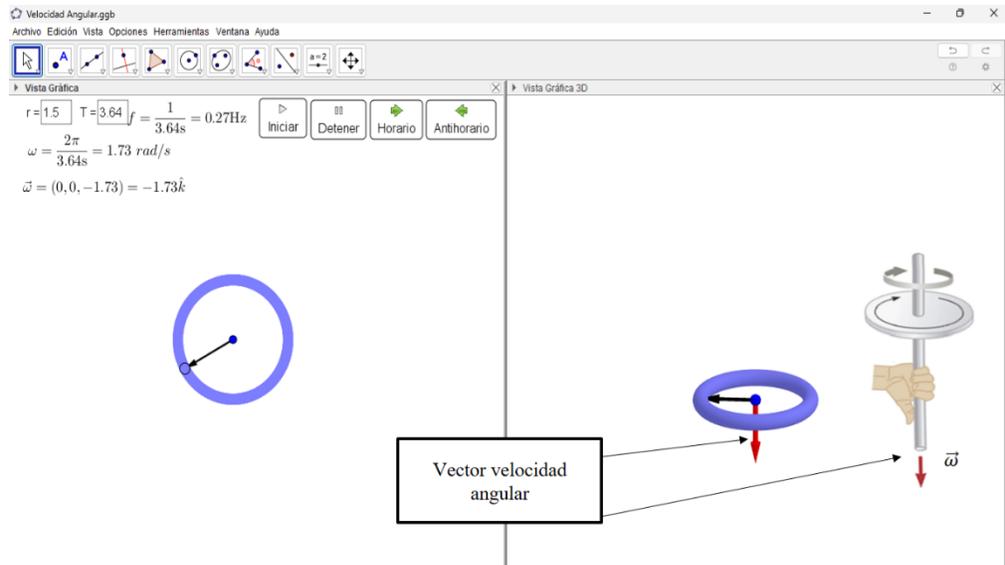


Figura 46. Solución del inciso d) del ejercicio propuesto para la velocidad angular, utilizando la simulación en GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

La dirección del vector velocidad angular, es hacia abajo (dirigido a la parte negativa del eje z), se puede probar también haciendo la prueba de la regla de la mano derecha como se muestra en la figura 46.

Actividad 3. Actividad para la enseñanza de la aceleración centrípeta en el contenido de MCU.

Para el desarrollo de la presente actividad, el docente tiene que tener la disponibilidad de realizarla en el aula tecnológica para hacer uso de una computadora y de un proyector; ya que la actividad tiene por objetivo que el estudiante visualice y comprenda el comportamiento de la aceleración centrípeta que experimenta un objeto en MCU; para ello el docente debe de realizar las siguientes actividades de iniciación, desarrollo y conclusión.

Actividad de iniciación: El docente comienza esta actividad enunciando el origen de la aceleración centrípeta en el MCU.

En el MCU, la velocidad lineal, al ser un vector tangente a la trayectoria varía su dirección y sentido a lo largo de la misma. Estos cambios en la velocidad inducen una aceleración perpendicular a la trayectoria, a la que denominamos aceleración centrípeta (\vec{a}_c), puesto que es un vector dirigido siempre al centro de la circunferencia que describe el objeto en movimiento.

Actividad de desarrollo: El docente comienza a realizar los siguientes pasos:

1. Abrir el programa de GeoGebra.
2. Una vez que tiene el programa se dirige a abrir el archivo de la simulación de la aceleración centrípeta (ver figura 47).

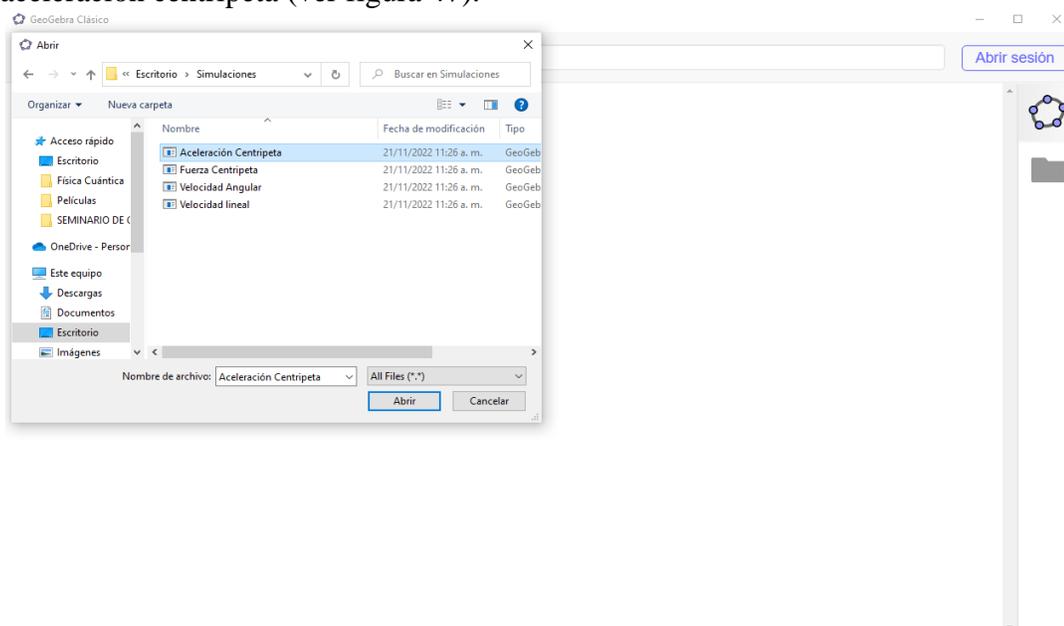


Figura 47. Ventana del programa GeoGebra donde se abre el archivo de la simulación para la aceleración centrípeta. Fuente: Elaboración propia.

3. Tener el archivo de la simulación listo para ejecutar (ver figura 48).

La entrada $r=$ representa la medida del radio en metros

La entrada $v=$ representa la velocidad lineal en m/s

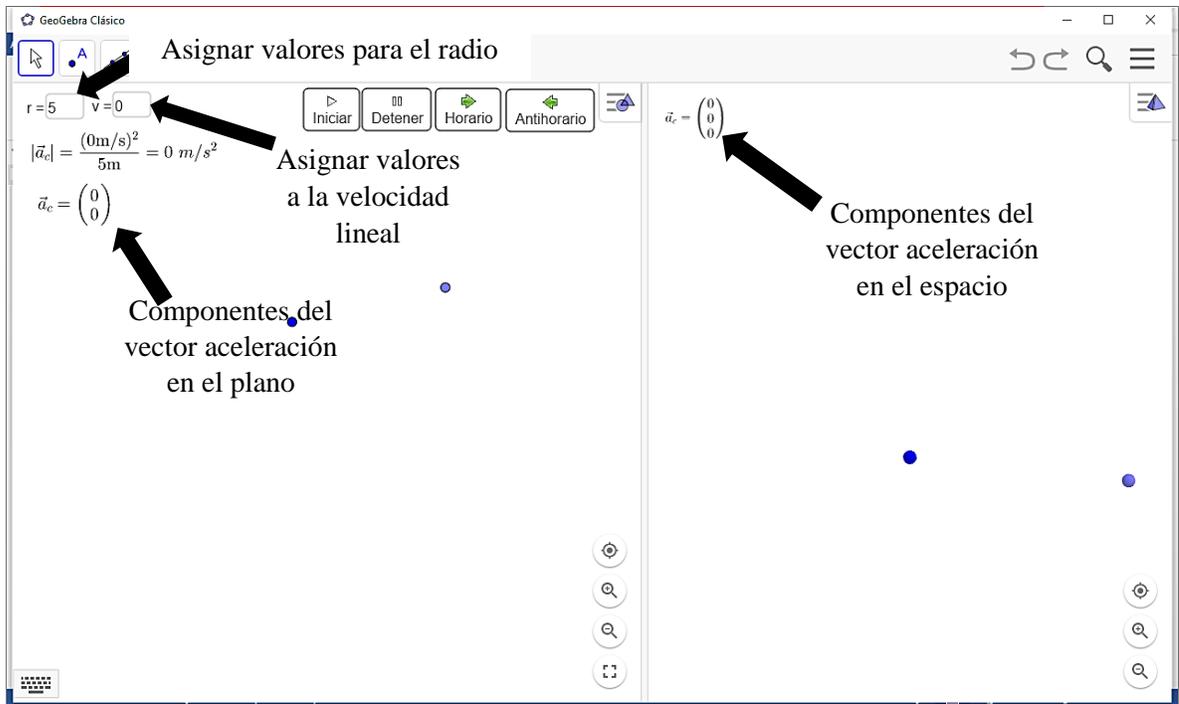


Figura 48. Elementos que conforman la simulación en GeoGebra para la aceleración centrípeta. Fuente: Elaboración propia.

Al asignar valores arbitrarios al radio y a la velocidad y dar clic en el botón de **Iniciar** se comienza a realizar la simulación para visualizar el comportamiento de la aceleración centrípeta y para detener la simulación solamente hay que dar clic en el botón de **Detener**; además se le puede cambiar la dirección del movimiento, ya sea este en sentido horario o en sentido antihorario, a como se muestran en los botones de la parte superior.

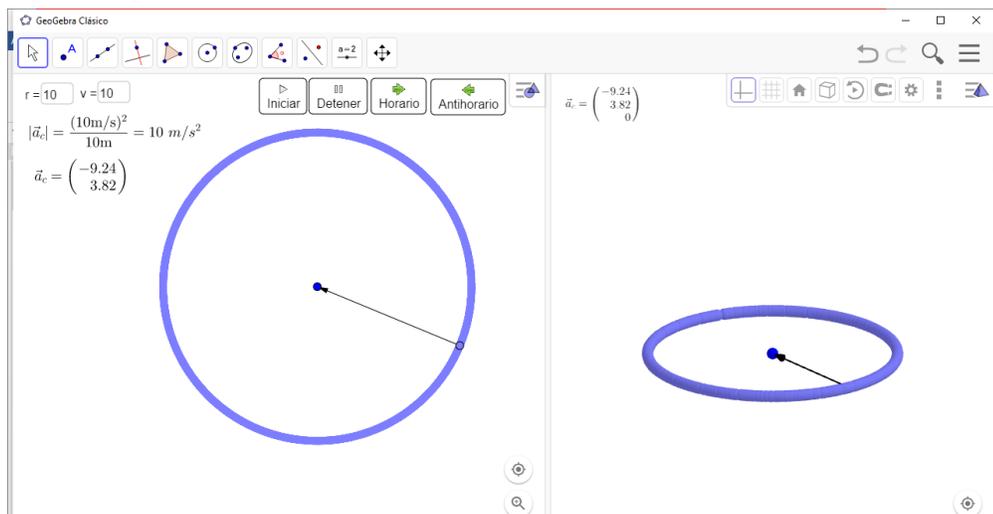


Figura 49. Simulación de una partícula con MCU que experimenta una aceleración centrípeta. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 49 se muestra la descripción del movimiento de un objeto con una distancia del eje de giro $r = 10m$ y con una magnitud de la velocidad de 10 m/s. En la parte izquierda se tiene la vista desde el plano y en la parte derecha se tiene una vista en 3D.

4. Apoyado de la simulación ingresa los datos en la casilla de entrada para el radio de la circunferencia que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla de velocidad lineal con un valor de 10 m/s y pide a sus estudiantes que anoten el valor de la aceleración centrípeta que brinda la simulación correspondiente.

Radio (r)	Magnitud del vector aceleración centrípeta (a_c)
5 m	$20 m/s^2$
7 m	$14.28 m/s^2$
10 m	$10 m/s^2$

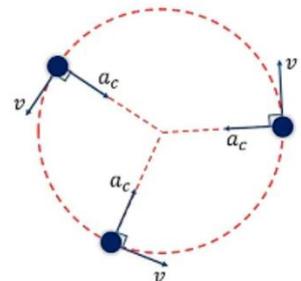
- f) ¿Qué observan en la simulación cuando el radio de la circunferencia incrementa?
- g) Si observaron que la magnitud de la aceleración centrípeta de la partícula disminuye, entonces ¿Qué relación existe entre las cantidades radiales y aceleración centrípeta? Una vez que los estudiantes emiten sus respuestas el docente debe de consolidar que “La relación que existe entre ambas cantidades radiales y de aceleración centrípeta es que ambas son inversamente proporcionales, en símbolos matemáticos $a_c \propto \frac{1}{r}$ ”
- h) ¿Cómo se comporta gráficamente el vector aceleración centrípeta al experimentar estos cambios en el radio? “la longitud del vector disminuye y se mantiene siempre apuntando hacia el centro de la circunferencia”
5. Una vez completado el ítem anterior, el docente ingresa los datos en la casilla de entrada para la velocidad lineal que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla para el radio r constante con un valor de 10 m y pide a sus estudiantes que anoten el valor correspondiente para a_c (magnitud del vector aceleración centrípeta)

Magnitud de la velocidad lineal (v)	Magnitud del vector aceleración centrípeta (a_c)
5 m/s	2.5 m/s^2
7 m/s	4.9 m/s^2
10 m/s	10 m/s^2

- f) ¿Qué observan en la simulación cuando la magnitud de la velocidad lineal incrementa?
- g) Si observaron que la aceleración centrípeta de la partícula aumenta, entonces ¿Qué relación existe entre las cantidades aceleración centrípeta y de velocidad? Una vez que los estudiantes emiten sus respuestas el docente debe reafirmar que “La relación que existe entre ambas cantidades aceleración centrípeta y de velocidad es que ambas son directamente proporcionales, en símbolos matemáticos $a_c \propto v$ ”
- h) ¿Cómo se comporta gráficamente el vector aceleración centrípeta al experimentar estos cambios en la velocidad lineal? “El vector de aceleración aumenta su longitud y mantiene siempre en dirección hacia el centro de la circunferencia”

Actividad de cierre: El docente menciona a sus estudiantes que mediante razonamientos físicos y experimentos se encontró una ecuación que permite determinar la magnitud de la aceleración centrípeta, y por ello, Según Frederick y Hecht (2007)

Una masa puntual m que se mueve con rapidez constante v en una circunferencia de radio r experimenta aceleración. Aunque la magnitud de su velocidad tangencial no cambia, la dirección de la velocidad cambia continuamente. Este cambio en la velocidad da origen a una aceleración a_c de la masa, dirigida hacia el centro de la circunferencia. A esta aceleración se le llama aceleración centrípeta, su magnitud está dada por



$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

donde v es la rapidez de la masa en su desplazamiento perimetral en la circunferencia.
(p. 90).

A partir de que el docente les presenta a los estudiantes este resultado, resuelve un ejercicio haciendo uso de la simulación.

Un niño hace girar a una piedra por medio de una cuerda de 1.5 m de longitud en un círculo con una velocidad de 0.5 m/s. ¿Cuál es la aceleración centrípeta de la piedra considerando un movimiento circular uniforme?

Solución: identificando los datos del ejercicio se tiene que el radio es la longitud de la cuerda y por tanto $r = 1.5 \text{ m}$ y que la velocidad lineal es $v = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; donde el requerimiento del ejercicio es calcular la aceleración centrípeta y por tanto, al considerar que el ejercicio trata de un MCU entonces solamente se sustituyen los datos de la velocidad y el radio en la simulación; obteniéndose que la magnitud de la aceleración centrípeta es $a_c = 0.17 \text{ m/s}^2$ (ver figura 50).

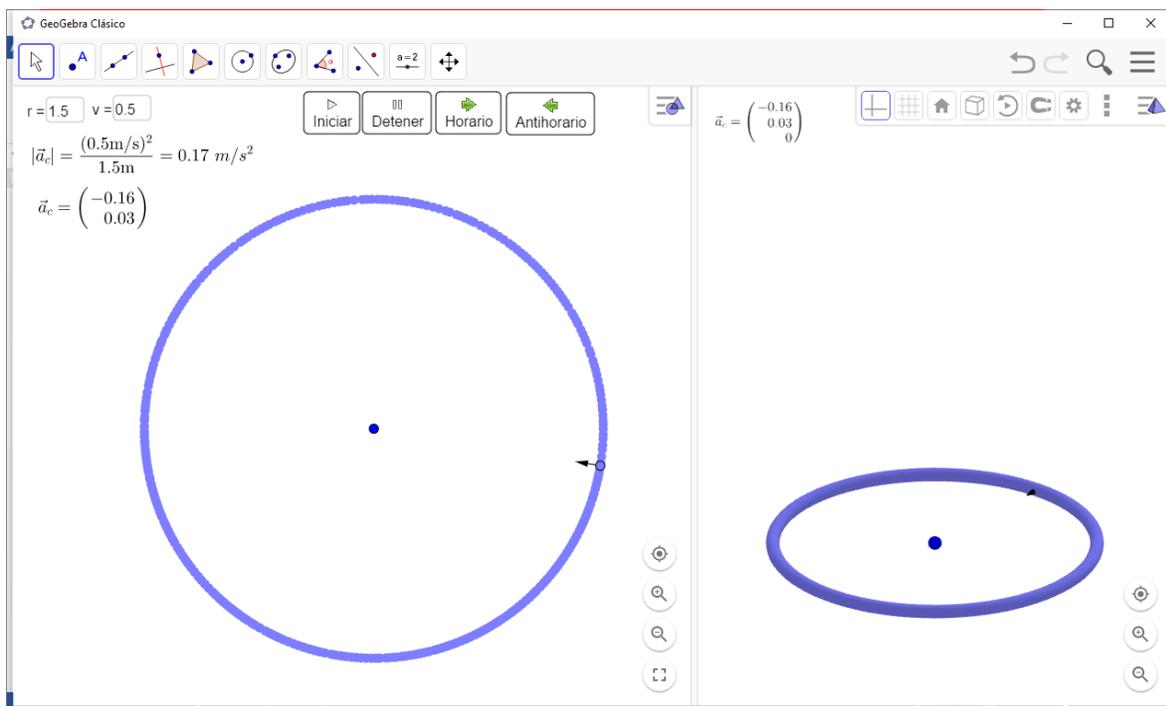


Figura 50. Solución del ejercicio propuesto para la aceleración centrípeta utilizando la simulación en GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

Actividad 4. Explorando con GeoGebra las características de la fuerza centrípeta

La presente actividad tiene por objetivo, comprender la naturaleza vectorial de la fuerza centrípeta que experimenta una partícula que describe un MCU mediante datos proporcionados por la simulación en Geogebra, asimismo mediante la segunda ley de Newton encontrar una relación matemática que permita vincular el radio de la circunferencia (trayectoria de la partícula que se modela como una circunferencia) con la velocidad lineal y la masa de la partícula por medio de una ecuación respectivamente.

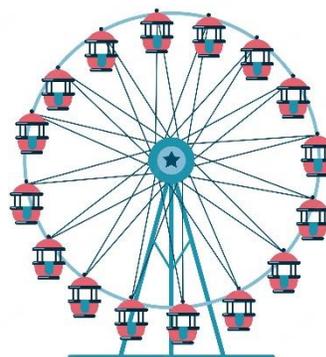
Dicha actividad se presenta en tres aspectos: inicial, desarrollo y cierre; la inicial consiste en una situación introductoria de carácter cotidiano donde se identifica la fuerza centrípeta. Seguidamente, el desarrollo permite el estudio de las características del vector fuerza centrípeta dentro del modelo de MCU, mediante la utilización de la simulación en Geogebra. Por último, el cierre se establece resolviendo un problema de fuerza centrípeta con la utilización de la simulación en Geogebra.

Inicial

El docente presenta la situación “Un paseo en la rueda de la fortuna con la Física” para despertar el interés de los alumnos con ambientes donde se aprecie la aplicación del concepto a estudiar.

Un paseo en la rueda de la fortuna con la Física

José y Juana estudiantes de 10^{mo} grado viajan en una rueda de la fortuna que gira con rapidez constante. La cabina en que viajan siempre mantiene su orientación correcta hacia arriba; no se invierte. Juana una estudiante apasionada por la Física le comenta a José que en su paseo por la rueda de la fortuna hay Física presente, José responde ¿enserio, entonces dime cuál es la dirección de la fuerza neta sobre nosotros? Juana responde emocionada,



claro, te acuerdas de la clase pasada de Física, nosotros estudiamos la aceleración que experimenta una partícula cuando se somete a MCU, el profesor comentaba que la dirección de dicha aceleración apunta siempre hacia el centro de la trayectoria circular descrita por la

partícula con MCU; entonces bajo la segunda ley de Newton la fuerza tiene la misma dirección que la aceleración por lo cual, la dirección de la fuerza está dirigida hacia el centro de la circunferencia que describe la rueda de la fortuna. Además, esa fuerza es la responsable por lo cual nosotros nos estamos divirtiendo en este momento.

Desarrollo

El docente realiza los siguientes pasos:

1. Abre el programa GeoGebra en la computadora, luego es la pestaña archivo seleccionar abrir o realiza la combinación $\text{ctrl} + \text{O}$, selecciona el archivo fuerza centrípeta.ggb y clic en abrir (ver figura 51).

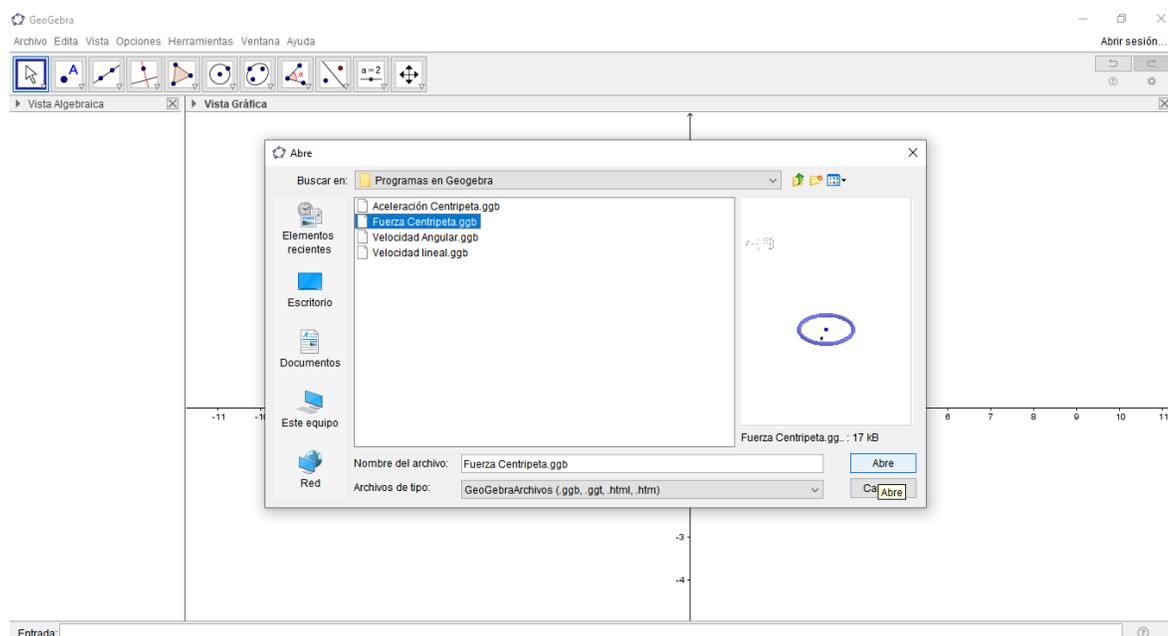


Figura 51. Ventana en GeoGebra para abrir la simulación de fuerza centrípeta. Fuente: Elaboración propia.

2. Presenta la simulación, mediante proyección de pantalla a sus estudiantes de décimo grado (ver figura 52).

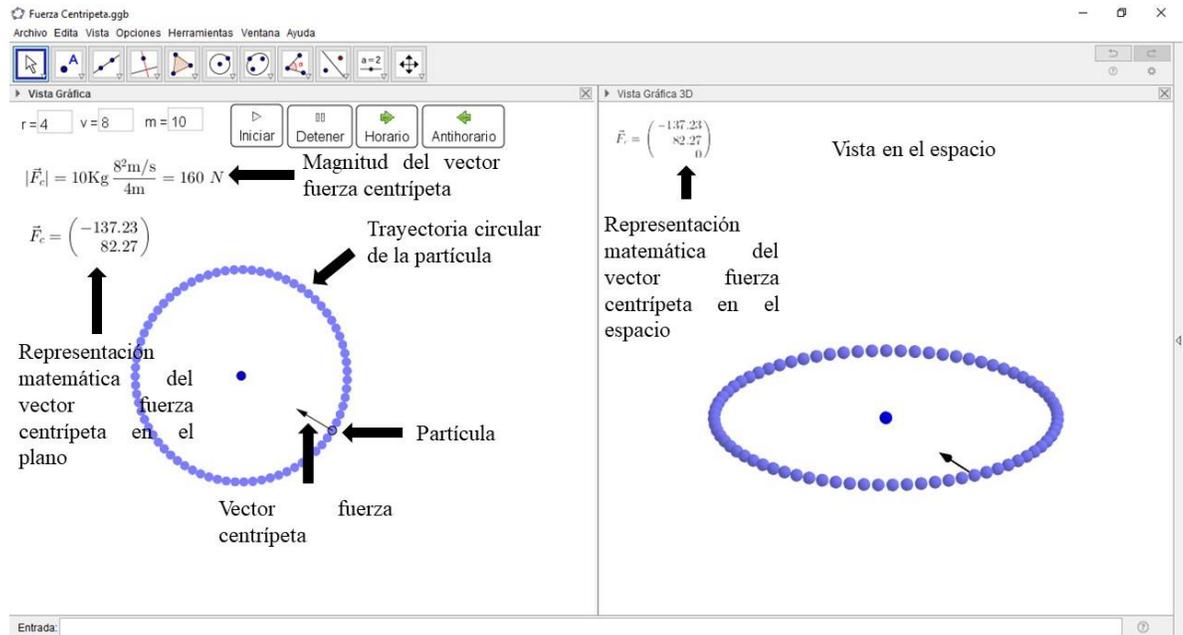


Figura 52. Elementos que componen la simulación para la fuerza centrípeta en GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

La entrada de $r =$ representa la medida del radio de la circunferencia en metros, $v =$ es la velocidad lineal en metros sobre segundos y $m =$ es la masa de la partícula en kilogramos, los botones de la parte superior permiten realizar las acciones que se le detallan en las etiquetas respectivamente.

3. Apoyado de la simulación (ver figura 53) ingresa los datos en la casilla de entrada para el radio de la circunferencia que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla de velocidad lineal y masa constante con un valor de 1 m/s y 1 Kg, respectivamente; luego pide a sus estudiantes que anoten el valor correspondiente para $|\vec{F}|$.

Radio (r)	Magnitud del vector Fuerza centrípeta ($ \vec{F} $)
1 m	1N
2 m	0.5N
3 m	0.33N

- a) ¿Qué observan en la simulación cuando el radio de la circunferencia incrementa?
- b) Si observaron que el vector fuerza centrípeta disminuye en magnitud, entonces ¿Qué relación existe entre las cantidades radiales y de fuerza? En caso contrario el docente debe mencionar que la fuerza disminuye en magnitud. “La relación que existe entre ambas cantidades radiales y de fuerza es que ambas son inversamente proporcionales, en símbolos matemáticos $|\vec{F}| \propto \frac{1}{r}$ ”
- c) ¿Cómo se comporta gráficamente el vector fuerza centrípeta al experimentar estos cambios en el radio? “Se mantiene dirigido siempre hacia el centro de la trayectoria circular de la partícula, por lo que cambia en dirección y sentido, asimismo disminuye su longitud al incrementar el radio”
- d) ¿Al mantener constante el radio cómo se comporta numéricamente y gráficamente el vector fuerza centrípeta de la partícula? “Su valor numérico es invariante, así como la longitud de este, pero, cambia continuamente en dirección y sentido”
- e) Calcula la magnitud de la fuerza centrípeta para el primer dato de la tabla, a través del vector fuerza centrípeta (representación matemática del vector fuerza centrípeta en el plano), utilizando la siguiente ecuación.

$$|\vec{F}_c| = \sqrt{F_{cx}^2 + F_{cy}^2}$$

igualmente, para la representación matemática del vector fuerza en el espacio utilizó la ecuación

$$|\vec{F}_c| = \sqrt{F_{cx}^2 + F_{cy}^2 + F_{cz}^2}$$

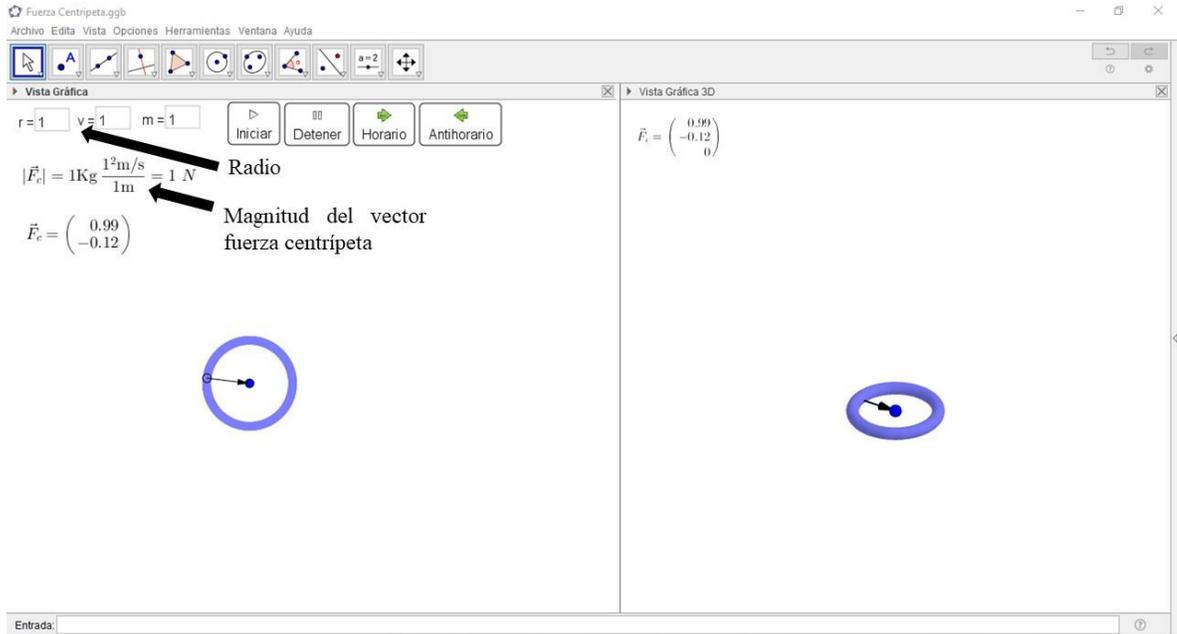


Figura 53. Casilla para ingresar los valores del radio y magnitud del vector fuerza centrípeta. Fuente: Elaboración propia.

4. Una vez completado el ítem anterior, el docente ingresa los datos en la casilla de entrada para la velocidad lineal v (ver figura 54) que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla para el radio r y la masa m constante con un valor de 4 m y 1 Kg, respectivamente, luego pide a sus estudiantes que anoten el valor correspondiente para $|\vec{F}_c|$ (magnitud del vector fuerza centrípeta)

Velocidad lineal (v)	Magnitud del vector Fuerza centrípeta ($ \vec{F}_c $)
1 m/s	0.25N
2 m/s	2N
3 m/s	2.25N

- a) ¿Qué observan en la simulación cuando la velocidad lineal de la partícula incrementa?
- b) Si observaron que el vector fuerza centrípeta aumento en magnitud, entonces ¿Qué relación existe entre las cantidades de velocidad y fuerza? En caso contrario el docente debe de mencionar que la fuerza aumenta en magnitud.

“La relación que existe entre ambas cantidades de velocidad y fuerza es que ambas son directamente proporcionales, en símbolos matemáticos $|\vec{F}| \propto v$ ”

- c) ¿Cómo se comporta gráficamente el vector fuerza centrípeta al experimentar estos cambios en la velocidad? “Se mantiene dirigido siempre hacia el centro de la trayectoria circular de la partícula, por lo que cambia en dirección y sentido, asimismo aumenta su longitud al incrementar la velocidad”
- d) ¿Al mantener constante la velocidad lineal cómo se comporta numéricamente y gráficamente el vector fuerza centrípeta de la partícula? “Su valor numérico es invariante, así como la longitud de este, pero, cambia continuamente en dirección y sentido”
- e) Calcula la magnitud de la fuerza centrípeta para el primer dato de la tabla, a través del vector fuerza centrípeta (representación matemática del vector fuerza centrípeta en el plano), utilizando la siguiente ecuación.

$$|\vec{F}_c| = \sqrt{F_{cx}^2 + F_{cy}^2}$$

igualmente, para la representación matemática del vector fuerza en el espacio utilizado la ecuación

$$|\vec{F}_c| = \sqrt{F_{cx}^2 + F_{cy}^2 + F_{cz}^2}$$

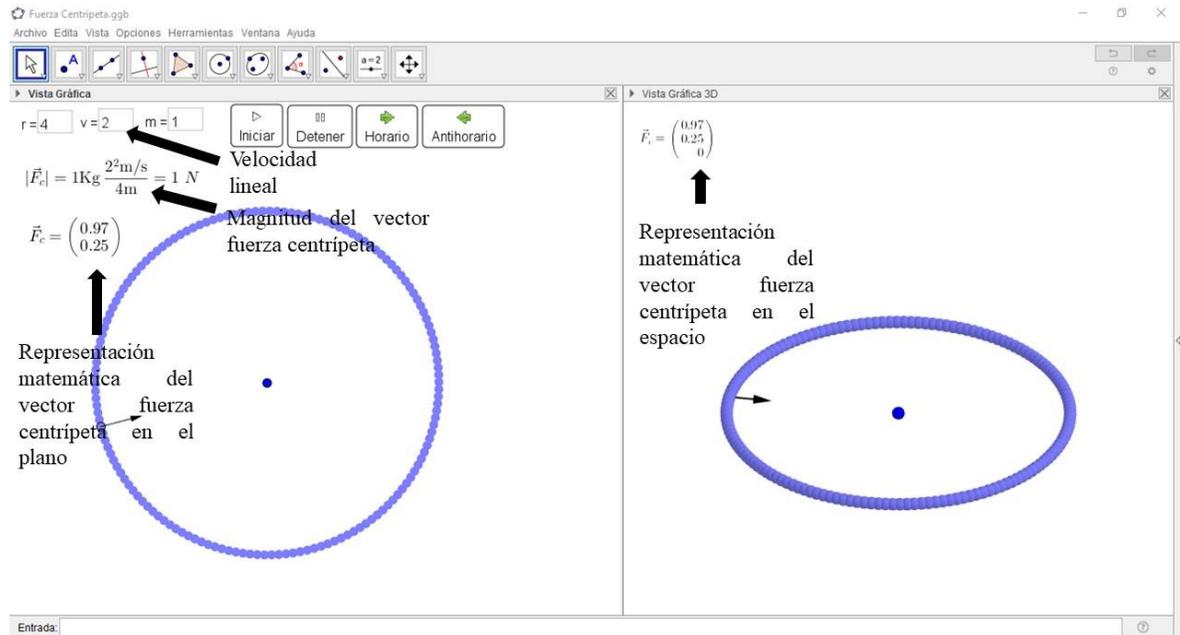


Figura 54. Se muestra una casilla para ingresar los valores para la velocidad lineal, un texto donde se aprecia la magnitud del vector fuerza centrípeta y la representación de matemática de dicho vector en el plano y el espacio. Fuente: Elaboración propia.

4. Una vez completado el ítem anterior, el docente ingresa los datos en la casilla de entrada para la masa de la partícula m (ver figura 55) que se presenta en la siguiente tabla, manteniendo la casilla para el radio r y la velocidad lineal v constante con un valor de 2 m y 1 m/s, respectivamente, luego pide a sus estudiantes que anoten el valor correspondiente para F (magnitud del vector fuerza centrípeta)

Masa de la partícula (m)	Magnitud del vector Fuerza centrípeta ($ \vec{F}_c $)
1 Kg	0.5N
2 Kg	1N
3 Kg	1.5N

- a) ¿Qué observan en la simulación cuando la masa de la partícula incrementa?
- b) Si observaron que el vector fuerza centrípeta aumento en magnitud, entonces ¿Qué relación existe entre las cantidades de masa y fuerza? En caso contrario el docente debe de mencionar que la fuerza aumenta en magnitud. “La relación que existe entre ambas cantidades de masa y fuerza es que ambas son directamente proporcionales, en símbolos matemáticos $|\vec{F}| \propto m$ ”

- c) ¿Cómo se comporta gráficamente el vector fuerza centrípeta al experimentar estos cambios en la masa de la partícula? “Se mantiene dirigido siempre hacia el centro de la trayectoria circular de la partícula, por lo que cambia en dirección y sentido, asimismo aumenta su longitud al incrementar la masa”
- d) ¿Al mantener constante la masa de la partícula cómo se comporta numéricamente y gráficamente el vector fuerza centrípeta de la partícula? “Su valor numérico es invariante, así como la longitud de este, pero, cambia continuamente en dirección y sentido”
- e) Calcula la magnitud de la fuerza centrípeta para el primer dato de la tabla, a través del vector fuerza centrípeta (representación matemática del vector fuerza centrípeta en el plano), utilizando la siguiente ecuación.

$$|\vec{F}_c| = \sqrt{F_{cx}^2 + F_{cy}^2}$$

igualmente, para la representación matemática del vector fuerza en el espacio utilizando la ecuación

$$|\vec{F}_c| = \sqrt{F_{cx}^2 + F_y^2 + F_{cz}^2}$$

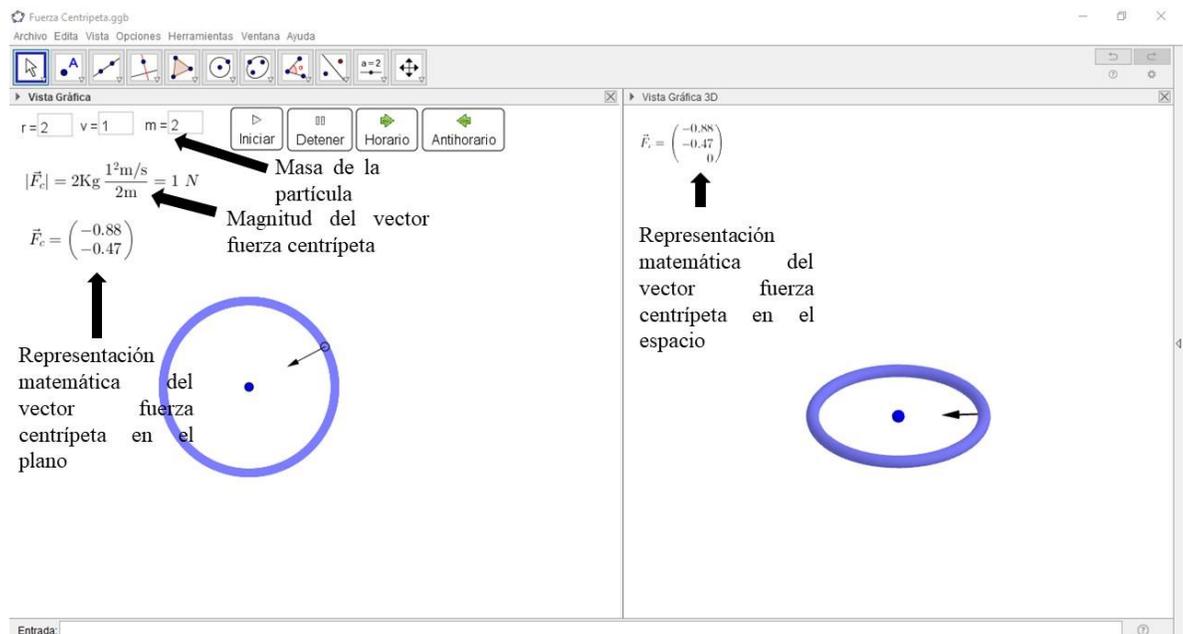


Figura 55. Se muestra una casilla para ingresar los valores para la masa de la partícula, un texto donde se aprecia la magnitud del vector fuerza centrípeta y la representación de matemática de dicho vector en el plano y el espacio. Fuente: Elaboración propia.

5. De acuerdo a la actividad dirigida al estudio de la aceleración centrípeta para un MCU la magnitud para la aceleración centrípeta es $a_c = \frac{v^2}{r}$. Por medio de la segunda ley de Newton, es posible encontrar una ecuación para la fuerza centrípeta.
- ¿Qué es lo que menciona la segunda ley de Newton? Explique cualitativamente y cuantitativamente.
 - ¿A partir del enunciado de la segunda ley de Newton, deduzca una ecuación para la fuerza centrípeta?
 - ¿La ecuación encontrada en el ítem anterior cumple con las características de proporcionalidad estudiadas en los ítems 2, 3 y 4 entre las magnitudes físicas presentes en dicha ecuación? Explique

Cierre

El docente realiza las siguientes acciones

- Deduce un concepto para la fuerza centrípeta de acuerdo a la estudiado en el desarrollo de la actividad.
- El docente resuelve el siguiente ejercicio con sus estudiantes haciendo uso de la simulación en GeoGebra para la fuerza centrípeta.

Un tren eléctrico de juguete de 1 Kg de masa da vuelta en una pista circular de 2 m de radio, con una velocidad constante de 1.5 m/s ¿El tren experimenta alguna fuerza a pesar que se desplaza a una velocidad constante? ¿Si experimenta alguna fuerza, qué valor tiene?

Solución. El tren experimenta la acción de la fuerza centrípeta porque dicha fuerza es la responsable de la trayectoria circular que describe el tren; esta fuerza solo es capaz de afectar la dirección su movimiento, pero no la magnitud de su velocidad, por lo que el tren describe un MCU. De acuerdo a la actividad de desarrollo se conoce que la magnitud de la fuerza centrípeta está dada por la siguiente ecuación.

$$|\vec{F}| = \frac{mv^2}{r}$$

donde m , v y r son magnitudes de: masa, velocidad y radio; respectivamente conocidos en el ejercicio. De acuerdo al enunciado del ejercicio $m = 1$ Kg que representa la masa del tren, $v = 1.5$ m/s la velocidad del tren que es constante y $r = 2$ m el radio de la pista circular. Ingresando los datos en la simulación en GeoGebra para la fuerza centrípeta se tiene que esta fuerza es de 1.13 N de magnitud (ver figura 56).

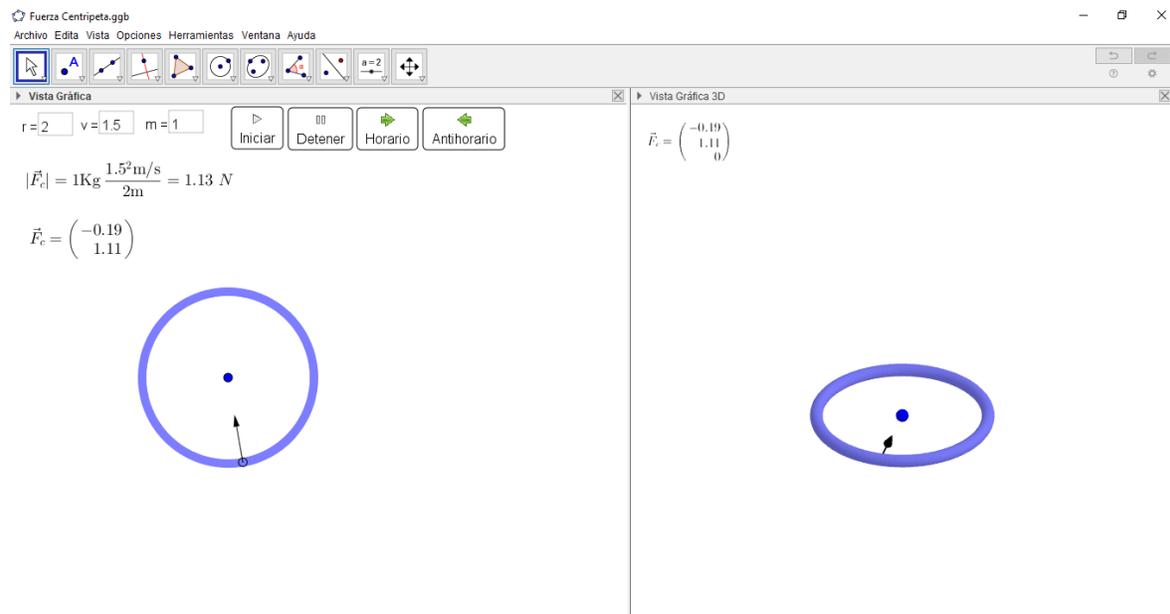


Figura 56. Solución del ejercicio propuesto para la fuerza centrípeta utilizando la simulación en GeoGebra. Fuente: Elaboración propia.

Anexos

Instrumentos de evaluación

NOMBRE LA INSTITUCIÓN ACADÉMICA

FÍSICA 10^{MO}

SEGUNDO SEMESTRE

TERCER CORTE EVALUATIVO

RÚBRICA DE EVALUACIÓN PARA LA ACTIVIDAD REFERIDA A VELOCIDAD LINEAL

Crterios	Excelente	Muy bueno	Bueno	Deficiente
Proporcionalidad entre la velocidad lineal y el radio	El estudiante responde que la velocidad lineal y el radio son magnitudes directamente proporcionales porque ambas cantidades incrementan o decrecen.	El estudiante responde que la velocidad lineal y el radio son magnitudes directamente proporcionales sin fundamentar lo expuesto.	El estudiante responde solamente que la velocidad lineal y el radio aumentan ambas a la vez.	El estudiante no brinda sus aportaciones acerca de la proporcionalidad entre la velocidad lineal y el radio o menciona que dichas magnitudes son inversamente proporcionales.
Características gráficas del vector velocidad lineal al experimentar cambio en la magnitud radial.	El estudiante menciona que el vector velocidad lineal se mantiene tangente a la trayectoria circular de la partícula en todo momento cambiado de dirección y sentido, asimismo su longitud incrementa al aumentar el valor del radio.	El estudiante menciona que el vector velocidad lineal presenta solamente dos de las tres características del aspecto anterior.	El estudiante menciona que el vector velocidad lineal presenta solamente una de las tres características del aspecto anterior.	El estudiante se abstiene en brindar sus aportaciones acerca de las características del vector velocidad lineal al experimentar cambio en la magnitud radial o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector velocidad lineal.

Características que presenta el vector velocidad lineal al permanecer constante el radio.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad lineal permanece constante, pero cambia continuamente de dirección y sentido.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad lineal permanece constante, pero cambia continuamente en dirección.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad lineal permanece constante.	El estudiante se abstiene en brindar sus aportaciones acerca de las características del vector velocidad lineal al permanecer constante la magnitud radial o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector velocidad lineal.
Cálculo de la magnitud del vector velocidad lineal a través de las componentes de dicho vector.	El estudiante logra calcular la magnitud requerida del vector velocidad lineal, exponiendo todos los pasos que realizó durante el cálculo.	El estudiante logra calcular la magnitud del vector velocidad lineal, pero no expone todos los pasos que realizó durante el cálculo.	El estudiante no logra calcular la magnitud del vector velocidad lineal, porque cometió un error aritmético durante el cálculo, pero expone todos los pasos del cálculo.	El estudiante no participa en el cálculo de la magnitud del vector velocidad lineal a través de las componentes de dicho vector.
Proporcionalidad entre la velocidad lineal y el periodo de rotación	El estudiante responde que la velocidad lineal y el periodo son magnitudes inversamente proporcionales porque si una cantidad incrementa la otra decrece.	El estudiante responde que la velocidad lineal y el periodo son magnitudes inversamente proporcionales sin fundamentar lo expuesto.	El estudiante responde solamente que una cantidad incrementa mientras la otra decrece.	El estudiante no brinda sus aportaciones acerca de la proporcionalidad entre la velocidad lineal y el periodo de rotación o menciona que dichas magnitudes son

				directamente proporcionales.
Características gráficas del vector velocidad lineal al experimentar cambio en el periodo.	El estudiante menciona que el vector velocidad lineal se mantiene tangente a la trayectoria circular de la partícula en todo momento cambiado de dirección y sentido, asimismo su longitud decrece al aumentar el valor del periodo.	El estudiante menciona que el vector velocidad lineal presenta solamente dos de las tres características del aspecto anterior.	El estudiante menciona que el vector velocidad lineal presenta solamente una de las tres características del aspecto anterior.	El estudiante se abstiene en brindar sus aportaciones acerca de las características del vector velocidad lineal al experimentar cambio en el periodo de rotación o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector velocidad lineal.
Características que presenta el vector velocidad lineal al permanecer constante el periodo.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad lineal permanece constante, pero cambia continuamente de dirección y sentido.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad lineal permanece constante, pero cambia continuamente en dirección.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad lineal permanece constante.	El estudiante se abstiene en brindar sus aportaciones acerca de las características del vector velocidad lineal al permanecer constante el periodo de rotación o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector velocidad lineal.
Deducción de una ecuación para la magnitud del vector velocidad lineal en función del	El estudiante reconoce y aplica la ecuación para la longitud de una circunferencia de	El estudiante reconoce la ecuación para la longitud de una circunferencia	El estudiante solamente reconoce una de los siguientes aspectos:	El estudiante no participa en la deducción de una ecuación matemática para la magnitud del

periodo de rotación.	radio r , así como la definición de velocidad media y periodo de rotación, para encontrar una relación matemática que determine la magnitud del vector velocidad lineal en función del periodo de rotación.	de radio r , así como la definición de velocidad media y periodo de rotación.	ecuación para determinar la longitud de una circunferencia de radio r , definición de velocidad media y periodo rotacional.	vector velocidad lineal en función del periodo de rotación.
Deducción de una ecuación matemática para la magnitud del vector velocidad lineal en función de la frecuencia.	El estudiante hace uso de la ecuación que determina la magnitud de la velocidad lineal en función del periodo de rotación, para determinar una nueva relación matemática que determine la magnitud de la velocidad lineal en función de la frecuencia de rotación, reconociendo que la frecuencia de rotación es el recíproco del periodo rotacional.	El estudiante reconoce que a través de la ecuación para determinar la magnitud del vector velocidad lineal, se encontrará otra relación matemática que determine la misma cantidad en función de la frecuencia de rotación; pero no tiene presente que el periodo de frecuencia de rotación es el recíproco del periodo.	El estudiante solo reconoce que la frecuencia rotacional es el recíproco del periodo de rotación.	El estudiante no participa en la deducción de una ecuación matemática para la magnitud del vector velocidad lineal en función de la frecuencia.
Resolución del ejercicio de velocidad lineal	El estudiante logra identificar los datos presentes en el ejercicio, asimismo contesta	El estudiante logra identificar los datos presentes en el ejercicio, asimismo	El estudiante solamente logra identificar los datos del ejercicio.	El estudiante no resuelve el ejercicio propuesto sobre la velocidad lineal.

	correctamente las tres interrogantes del problema.	contesta correctamente solo dos de las tres interrogantes del problema.		
--	---	--	--	--

NOMBRE LA INSTITUCIÓN ACADÉMICA

FÍSICA 10^{mo}

SEGUNDO SEMESTRE

TERCER CORTE EVALUATIVO

**RÚBRICA DE EVALUACIÓN PARA LA ACTIVIDAD REFERIDA A
VELOCIDAD ANGULAR**

Criterios	Excelente	Muy bueno	Bueno	Deficiente
Aspectos en común y diferencia de un cuerpo rígido que describe un MCU, visto desde diferentes puntos (radio).	El estudiante participa, menciona aspectos en común y aspectos diferentes de forma correcta.	El estudiante participa y menciona solamente uno de los dos aspectos en estudio, de forma correcta.	El estudiante menciona algunos de los aspectos que se le pide.	El estudiante no participa, no menciona aspectos en común ni aspectos diferentes.
Características de la magnitud del vector velocidad angular al cambiar el radio, pero con el periodo constante.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad angular no aumenta ni disminuye. Comprende al realizar y observar simulación.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad angular no aumenta ni disminuye lo comprende, pero no realiza ni observa la simulación.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad angular no aumenta ni disminuye, pero no lo comprende ni observa la simulación	El estudiante no menciona que la magnitud del vector velocidad angular no aumenta ni disminuye.
Comportamiento de la magnitud del vector velocidad angular y relación entre este vector con el sentido de giro, con un radio constante.	El estudiante menciona que la magnitud no cambia al variar el radio. Menciona que cuando el giro se da en sentido horario el vector velocidad angular está en dirección del eje z negativo, pero cuando el giro se da en sentido	El estudiante menciona que cuando el giro se da en sentido horario el vector velocidad angular está en dirección del eje z negativo, pero cuando el giro se da en sentido antihorario el vector	El estudiante solamente menciona que cuando el giro se da en sentido horario el vector velocidad angular está en dirección del eje z negativo, pero cuando el giro se da en sentido antihorario el vector velocidad	El estudiante no menciona que la magnitud no cambia al variar el radio. No menciona el sentido el vector velocidad cuando el giro es en sentido horario y antihorario. El estudiante no demuestra estos conocimientos

	antihorario el vector velocidad angular está en dirección del eje z positivo. El estudiante demuestra estos conocimientos mencionados mientras se proyecta la simulación.	velocidad angular está en dirección del eje z positivo. El estudiante demuestra estos conocimientos mencionados mientras se proyecta la simulación.	angular está en dirección del eje z positivo.	mencionados mientras se proyecta la simulación.
Comportamiento de la magnitud del vector velocidad angular cuando se aumenta el periodo de rotación	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad angular, disminuye a medida que el valor del periodo de rotación aumenta, completa la tabla y participa durante se realiza la simulación	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad angular, disminuye a medida que el valor del periodo de rotación aumenta, completa la tabla, pero no participa durante se realiza la simulación	El estudiante solamente completa la tabla y participa durante se realiza la simulación.	El estudiante no menciona que la magnitud del vector velocidad angular, disminuye a medida que el valor del periodo de rotación aumenta, no completa la tabla y no participa durante se realiza la simulación
Relación existente entre el periodo de rotación y la frecuencia rotacional.	El estudiante menciona que al aumentar el periodo de rotación la frecuencia rotacional disminuye, también menciona que la relación que existe entre estas variables es que son inversamente proporcionales, y lo representa con	El estudiante menciona que al aumentar el periodo de rotación la frecuencia rotacional disminuye, también menciona que la relación que existe entre estas variables es que son inversamente proporcionales	El estudiante solamente menciona que al aumentar el periodo de rotación la frecuencia rotacional disminuye	El estudiante no menciona que al aumentar el periodo de rotación la frecuencia rotacional disminuye, tampoco menciona que la relación que existe entre estas variables es que son inversamente proporcionales.

	símbolos matemáticos $T \propto \frac{1}{f}$			
Características de la magnitud vector velocidad angular al cambiar el periodo de rotación, pero con el periodo de rotación constante.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad angular, disminuye a medida que el valor del periodo de rotación aumenta, lo comprende al realizar y observar simulación.	El estudiante menciona que la magnitud del vector velocidad angular, disminuye a medida que el valor del periodo de rotación aumenta, lo comprende, pero no realiza ni observa simulación.	El estudiante solamente menciona que la magnitud del vector velocidad angular, disminuye a medida que el valor del periodo de rotación aumenta.	El estudiante no menciona que la magnitud del vector velocidad angular, disminuye a medida que el valor del periodo de rotación aumenta, no comprende durante se realiza la simulación, ni la observa.
Comprensión de la regla de la mano derecha.	El estudiante comprende la regla, sabe explicar que cuando el giro es en sentido de las manecillas del reloj, el vector velocidad apunta hacia abajo (parte negativa del eje z) y su valor es negativo, cuando el giro es en sentido contrario a las manecillas del reloj, el vector velocidad apunta hacia arriba (parte positiva del eje z) y su valor es positivo.	El estudiante comprende la regla, pero solo sabe explicar una de las dos opciones de giro y cómo se comporta el vector velocidad angular.	El estudiante solamente comprende la regla de la mano derecha, pero no sabe explicarlo con las dos opciones de giro y cómo se comporta el vector velocidad angular.	El estudiante no comprende la regla, no sabe explicar la dirección del vector velocidad angular cuando los giros son en sentido horario y antihorario.

<p>Deducción de una ecuación para la magnitud del vector velocidad lineal en función la frecuencia rotacional.</p>	<p>El estudiante comprende que el ángulo girado en una vuelta es equivalente a $2\pi \text{ rad.}$ Expresa la velocidad angular relacionando la medida del ángulo con el tiempo que demora en dar el giro. El estudiante comprende la ecuación de la frecuencia rotacional y sabe sustituirla en la ecuación (expresada en términos del ángulo y del tiempo de giro) para poder brindar la ecuación en función de la frecuencia rotacional.</p>	<p>El estudiante comprende que el ángulo girado en una vuelta es equivalente a $2\pi \text{ rad.}$ El estudiante comprende la ecuación de la frecuencia rotacional y sabe sustituirla en la ecuación expresada en términos del ángulo y del tiempo de giro para poder brindar la ecuación en función de la frecuencia rotacional.</p>	<p>El estudiante brinda solamente la ecuación en función de la frecuencia rotacional.</p>	<p>El estudiante no comprende que el ángulo girado en una vuelta es equivalente a $2\pi \text{ rad.}$ No expresa la velocidad angular relacionando la medida del ángulo con el tiempo que demora en dar el giro. El estudiante no comprende la ecuación de la frecuencia rotacional ni sabe sustituirla en la ecuación para poder brindar la ecuación en función de la frecuencia rotacional.</p>
--	--	--	---	--

<p>Deducción de una ecuación para la magnitud del vector velocidad angular en función del periodo de rotación.</p>	<p>El estudiante hace uso de la ecuación que determina la magnitud de la velocidad angular en función de la frecuencia rotacional, para determinar una nueva ecuación que determine la magnitud de la velocidad angular en función del periodo de rotación, reconociendo que el periodo de rotación es el recíproco de la frecuencia rotacional.</p>	<p>El estudiante hace uso de la ecuación que determina la magnitud de la velocidad angular en función de la frecuencia rotacional, para determinar una nueva ecuación que determine la magnitud de la velocidad angular en función del periodo de rotación; pero no tiene presente que el periodo de rotación es el recíproco del periodo.</p>	<p>El estudiante solo reconoce que el periodo de rotación es el recíproco la frecuencia rotacional.</p>	<p>El estudiante no hace uso de la ecuación que determina la magnitud de la velocidad angular en función de la frecuencia rotacional, para determinar una nueva ecuación que determine la magnitud de la velocidad angular en función del periodo de rotación, no reconoce que el periodo de rotación es el recíproco de la frecuencia rotacional.</p>
<p>Resolución del problema de velocidad angular</p>	<p>El estudiante logra identificar los datos presentes en el problema, asimismo contesta correctamente las cuatro interrogantes del problema. Participa en la simulación, brindando opiniones.</p>	<p>El estudiante logra identificar los datos presentes en el problema, asimismo contesta correctamente solo dos de las cuatro interrogantes del problema. Participa en la simulación, pero no opina.</p>	<p>El estudiante solamente logra identificar los datos del problema.</p>	<p>El estudiante no logra identificar los datos presentes en el problema, tampoco contesta correctamente las interrogantes del problema. No participa en la simulación, ni brinda opiniones.</p>

NOMBRE LA INSTITUCIÓN ACADÉMICA

FÍSICA 10^{MO}

SEGUNDO SEMESTRE

TERCER CORTE EVALUATIVO

**RÚBRICA DE EVALUACIÓN PARA LA ACTIVIDAD REFERIDA A
ACELERACIÓN CENTRÍPETA**

Criterios	Excelente	Muy bueno	Bueno	Deficiente
Proporcionalidad entre la aceleración centrípeta y el radio	El estudiante responde que la aceleración centrípeta y el radio son magnitudes inversamente proporcionales porque al incrementar la longitud del radio la magnitud de la aceleración centrípeta disminuye.	El estudiante responde que la aceleración centrípeta y el radio son magnitudes inversamente proporcionales sin fundamentarlo expuesto.	El estudiante responde solamente que la aceleración centrípeta disminuye al incrementar el radio.	El estudiante no responde nada acerca de la proporcionalidad entre la aceleración centrípeta o menciona que dichas magnitudes son directamente proporcionales.
Características gráficas del vector aceleración centrípeta al experimentar cambio en la magnitud radial.	El estudiante menciona que la longitud del vector aceleración centrípeta disminuye al incrementar la longitud del radio y que el vector aceleración siempre apunta hacia el centro de la circunferencia que describe el objeto en movimiento.	El estudiante menciona que el vector aceleración centrípeta presenta las dos características del aspecto anterior, pero carece de fundamentación.	El estudiante menciona que el vector aceleración centrípeta presenta solamente una de las dos características del aspecto anterior.	El estudiante no participa en la deducción de las características del vector aceleración centrípeta o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector aceleración centrípeta.

Proporcionalidad entre la aceleración centrípeta y la velocidad lineal	El estudiante responde que la aceleración centrípeta y la velocidad lineal son magnitudes directamente proporcionales porque al incrementar la magnitud de la velocidad lineal la magnitud de la aceleración centrípeta aumenta.	El estudiante responde que la aceleración centrípeta y la velocidad lineal son magnitudes directamente proporcionales sin fundamentarlo expuesto.	El estudiante responde solamente que la aceleración centrípeta aumenta al incrementar la velocidad lineal.	El estudiante no responde acerca de la proporcionalidad entre la aceleración centrípeta y la velocidad lineal o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector aceleración centrípeta.
Características gráficas del vector aceleración centrípeta cuando se calcula para distintos valores de la velocidad lineal.	El estudiante menciona que la longitud del vector aceleración centrípeta aumenta al incrementar cuando se tienen velocidades mayores y que el vector aceleración siempre apunta hacia el centro de la circunferencia que describe el objeto en movimiento.	El estudiante menciona que el vector aceleración centrípeta presenta las dos características del aspecto anterior, pero carece de fundamentación.	El estudiante menciona que el vector aceleración centrípeta presenta solamente una de las dos características del aspecto anterior.	El estudiante no menciona ninguna de las características del vector aceleración centrípeta o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector aceleración centrípeta.
Resolución del ejercicio de la aceleración centrípeta.	El estudiante logra identificar los datos presentes en el problema, asimismo	El estudiante logra identificar los datos presentes en el problema, asimismo contesta	El estudiante solamente logra identificar los datos del problema.	El estudiante no resuelve el ejercicio.

	contesta correctamente la interrogante del ejercicio.	satisfactoriament e la interrogante del ejercicio.		
--	--	--	--	--

NOMBRE LA INSTITUCIÓN ACADÉMICA

FÍSICA 10^{MO}

SEGUNDO SEMESTRE

TERCER CORTE EVALUATIVO

RÚBRICA DE EVALUACIÓN PARA LA ACTIVIDAD REFERIDA A FUERZA CENTRÍPETA

Criterios	Excelente	Muy bueno	Bueno	Deficiente
Proporcionalidad entre la fuerza centrípeta y el radio	El estudiante responde que la fuerza centrípeta y el radio son magnitudes inversamente proporcionales porque una de las cantidades incrementa mientras la otra decrece.	El estudiante responde que la fuerza centrípeta y el radio son magnitudes inversamente proporcionales sin fundamentar lo expuesto.	El estudiante responde solamente que la magnitud de la fuerza centrípeta aumenta y el radio decrece.	El estudiante no brinda su aportación acerca de la proporcionalidad entre la fuerza centrípeta y el radio o menciona que dichas magnitudes son directamente proporcionales.
Características gráficas del vector fuerza centrípeta al experimentar cambio en la magnitud radial.	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta se encuentra dirigido hacia el centro de la trayectoria circular de la partícula en todo momento cambiado de dirección y sentido, asimismo su longitud incrementa al disminuir el valor del radio.	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta presenta solamente dos de las tres características del aspecto anterior.	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta presenta solamente una de las tres características del aspecto anterior.	El estudiante se abstiene en mencionar alguna característica gráfica del vector fuerza centrípeta al experimentar cambio en la magnitud radial o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector fuerza centrípeta.
Características que presenta el vector fuerza centrípeta al	El estudiante menciona que la magnitud del vector fuerza	El estudiante menciona que la magnitud del vector	El estudiante menciona que la magnitud del vector	El estudiante no menciona ninguna característica del

permanecer constante el radio.	centrípeta permanece constante, pero cambia continuamente de dirección y sentido.	fuerza centrípeta permanece constante, pero cambia continuamente en dirección.	fuerza centrípeta permanece constante.	vector fuerza centrípeta al permanecer constante el radio o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector fuerza centrípeta.
Cálculo de la magnitud del vector fuerza centrípeta a través de las componentes de dicho vector.	El estudiante logra calcular la magnitud requerida del vector fuerza centrípeta, exponiendo todos los pasos que realizó durante el cálculo.	El estudiante logra calcular la magnitud del vector fuerza centrípeta, pero no expone todos los pasos que realizó durante el cálculo.	El estudiante no logra calcular la magnitud del vector fuerza centrípeta, porque cometió un error aritmético durante el cálculo, pero expone todos los pasos del cálculo.	El estudiante no participa en el cálculo de la magnitud del vector fuerza centrípeta a través de las componentes de dicho vector.
Proporcionalidad entre la fuerza centrípeta y la velocidad lineal	El estudiante responde que la fuerza centrípeta y la velocidad lineal son magnitudes directamente proporcionales porque ambas cantidades incrementan.	El estudiante responde que la fuerza centrípeta y la velocidad lineal son magnitudes directamente proporcionales sin fundamentar lo expuesto.	El estudiante responde solamente que las dos cantidades incrementan a la vez.	El estudiante no brinda su aportación acerca de la proporcionalidad entre la fuerza centrípeta y la velocidad lineal o menciona que dichas magnitudes son inversamente proporcionales.
Características gráficas del vector fuerza centrípeta al experimentar	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta se mantiene dirigido hacia el	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta presenta	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta presenta	El estudiante no menciona ninguna característica del vector fuerza centrípeta al

cambio en la velocidad lineal.	centro de la trayectoria circular de la partícula en todo momento cambiado de dirección y sentido, asimismo su longitud incrementa al aumentar el valor de la velocidad lineal.	solamente dos de las tres características del aspecto anterior.	solamente una de las tres características del aspecto anterior.	experimentar cambio en la magnitud de la velocidad lineal o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector fuerza centrípeta.
Características que presenta el vector fuerza centrípeta al permanecer constante la velocidad lineal.	El estudiante menciona que la magnitud del vector fuerza centrípeta permanece constante, pero cambia continuamente de dirección y sentido.	El estudiante menciona que la magnitud del vector fuerza centrípeta permanece constante, pero cambia continuamente en dirección.	El estudiante menciona que la magnitud del vector fuerza centrípeta permanece constante.	El estudiante no menciona ninguna característica del vector fuerza centrípeta al permanecer constante la magnitud de la velocidad lineal o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector fuerza centrípeta.
Proporcionalidad entre la fuerza centrípeta y la masa de la partícula.	El estudiante responde que la fuerza centrípeta y la masa de la partícula son magnitudes directamente proporcionales porque ambas cantidades incrementan.	El estudiante responde que la fuerza centrípeta y la masa de la partícula son magnitudes directamente proporcionales sin fundamentar lo expuesto.	El estudiante responde solamente que las dos cantidades incrementan a la vez.	El estudiante no brinda su aportación acerca de la proporcionalidad entre la fuerza centrípeta y la masa de la partícula o menciona que dichas magnitudes son inversamente proporcionales.

Características gráficas del vector fuerza centrípeta al experimentar cambio en la masa de la partícula.	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta se mantiene dirigido hacia el centro de la trayectoria circular de la partícula en todo momento cambiado de dirección y sentido, asimismo su longitud incrementa al aumentar el valor de la masa de la partícula.	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta presenta solamente dos de las tres características del aspecto anterior.	El estudiante menciona que el vector fuerza centrípeta presenta solamente una de las tres características del aspecto anterior.	El estudiante no menciona ninguna característica del vector fuerza centrípeta al experimentar cambio en la masa de la partícula o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector fuerza centrípeta.
Características que presenta el vector fuerza centrípeta al permanecer constante la masa de la partícula.	El estudiante menciona que la magnitud del vector fuerza centrípeta permanece constante, pero cambia continuamente de dirección y sentido.	El estudiante menciona que la magnitud del vector fuerza centrípeta permanece constante, pero cambia continuamente en dirección.	El estudiante menciona que la magnitud del vector fuerza centrípeta permanece constante.	El estudiante no menciona ninguna característica del vector fuerza centrípeta al permanecer constante la masa de la partícula o las que menciona no tienen concordancia con las características del vector fuerza centrípeta.
Deducción de una ecuación para la magnitud del vector fuerza centrípeta.	El estudiante conoce y aplica la segunda ley de Newton, así como la ecuación para calcular la magnitud de la aceleración centrípeta, con el	El estudiante conoce la segunda ley de Newton, así como la ecuación para calcular la magnitud de la	El estudiante solamente conoce una de los siguientes aspectos: segunda ley de Newton y ecuación para calcular la	El estudiante no participa en la deducción de la una ecuación para la magnitud del vector fuerza centrípeta.

	objetivo de encontrar una relación matemática que determine la magnitud del vector fuerza centrípeta.	aceleración centrípeta.	magnitud de la aceleración centrípeta.	
Resolución del ejercicio de fuerza centrípeta	El estudiante logra identificar los datos presentes en el ejercicio, asimismo contesta correctamente las dos interrogantes del ejercicio.	El estudiante logra identificar los datos presentes en el ejercicio, asimismo contesta correctamente solo dos de las dos interrogantes del ejercicio.	El estudiante logra solamente identificar los datos del ejercicio.	El estudiante no resuelve el ejercicio propuesto para la fuerza centrípeta.

Orientaciones

Para el desarrollo de las actividades de enseñanza el docente debe disponer y hacer uso del aula tecnológica que posee el centro educativo donde labora como docente, ya que para ello se necesita de una computadora con el programa GeoGebra versión 5.0 instalado y un proyector. Si la computadora no dispone del programa GeoGebra en su versión 5.0 instalado, visite la dirección de la página web: <https://www.geogebra.org/download> elija el GeoGebra Clásico 5.0 y descárgalo, luego instalarlo en la computadora siguiendo los pasos que se detallan en la ventana de instalación de dicho programa. Asimismo, deberá tener los archivos: velocidad lineal.ggb, velocidad angular.ggb, aceleración centrípeta.ggb y fuerza centrípeta.ggb; si no es así, para ello se presenta en el siguiente apartado de anexo de la propuesta, todos los pasos necesarios para la creación de las cuatro simulaciones en GeoGebra.

Antes de que el docente implemente las actividades se le sugiere que se familiarice con las simulaciones en GeoGebra, es decir, conozca cada uno de los componentes que incluyen las simulaciones para que pueda aprovechar todo el potencial de estas en la explicación de los parámetros físicos dentro del MCU como: velocidad lineal, angular, aceleración centrípeta y

fuerza centrípeta. Debe tener presente que las simulaciones han sido diseñadas con el objetivo de facilitar la visualización de las diferentes características vectoriales que poseen dichos parámetros, siendo las actividades de enseñanza la vía para lograr su objetivo.

En la tabla 6 se presentan orientaciones metodológicas para otros elementos como: indicador de logro, momento del aprendizaje, rol del docente, rol del estudiante y criterios de evaluación; que son de utilidad para una correcta aplicación de las actividades de enseñanza que permiten explicar la: velocidad lineal, angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta; en el MCU, enfatizando en el carácter vectorial de dichas magnitudes físicas.

Tabla 6
Orientaciones metodológicas para el: momento del aprendizaje, rol del docente, rol del estudiante, indicador de logro y criterios de evaluación.

Elementos	Orientaciones metodológicas
Indicador de logro	La actividad de enseñanza para velocidad lineal, tiene por indicador de logro: comprender la naturaleza vectorial de la velocidad que experimenta una partícula que describe un MCU mediante datos proporcionados por la simulación en GeoGebra, asimismo encontrar una relación matemática que permita vincular el radio de la circunferencia con el periodo y la frecuencia rotacional por medio de una ecuación; semejante a este indicador de logro son los indicadores de logro para las actividades de enseñanza referida a la: velocidad angular, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta. Dichos indicadores de logro son recomendables que el docente los comparta con sus estudiantes, porque de esta manera los discentes conocerán cuál es el nuevo logro de aprendizaje a alcanzar con la realización y el estudio de dicha actividad de enseñanza.
Momento del aprendizaje	Cada una de las actividades de enseñanza se dividen en: iniciales, de desarrollo y cierre. En la parte de iniciación de las actividades de enseñanza se le sugiere al docente (si es posible) hacer tangible las situaciones propuestas, asimismo resaltar que el concepto aplicado para explicar dicha situación será objeto

de estudio en el desarrollo de la clase utilizando un programa llamado GeoGebra.

En lo referido al desarrollo es recomendable que el docente haga referencia a la vinculación de la geometría que estudia el estudiante en Matemática con aspectos físicos del MCU, por ejemplo: circunferencia con respecto a trayectoria de una partícula con MCU, radio de la circunferencia con vector posición de la partícula (en referencia al plano), etc. Asimismo, se le solicita al docente no omitir ningún ítem de las actividades de enseñanza al momento de su aplicación.

Para el cierre de las actividades, el docente ha de facilitar el ejercicio a sus estudiantes (puede ser escribirlo en la pizarra), explicar de qué trata el ejercicio y obtener los datos que le proporciona el ejercicio por medio de preguntas dirigidas a los estudiantes y así de esta manera ingresar dichos datos a la simulación en GeoGebra para que los estudiantes logren visualizar lo que está aconteciendo en el ejercicio.

Rol del docente

Consiste en ejecutar las actividades de enseñanza, procurando realizar un buen manejo en las simulaciones para que los estudiantes las logren observar sin irrupciones ocasionadas por un mal uso de dichas simulaciones de tal manera puedan comprender y responder las preguntas que contiene cada actividad de enseñanza, en otras palabras, el docente toma el rol de facilitador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si el estudiante no logra responder en su totalidad una pregunta el docente debe de enriquecer lo expuesto por el estudiante.

Rol del estudiante

Observador de las simulaciones y protagonista principal en brindar respuestas a las preguntas que se le presenten en cada actividad de enseñanza, de acuerdo a lo comprendido en la observación.

Criterios de evaluación Cada actividad de enseñanza contiene un instrumento de evaluación que puede utilizar el docente para evaluar la participación del estudiante y la calidad científica de sus aportaciones en respuesta a las preguntas planteadas durante las actividades de enseñanza.

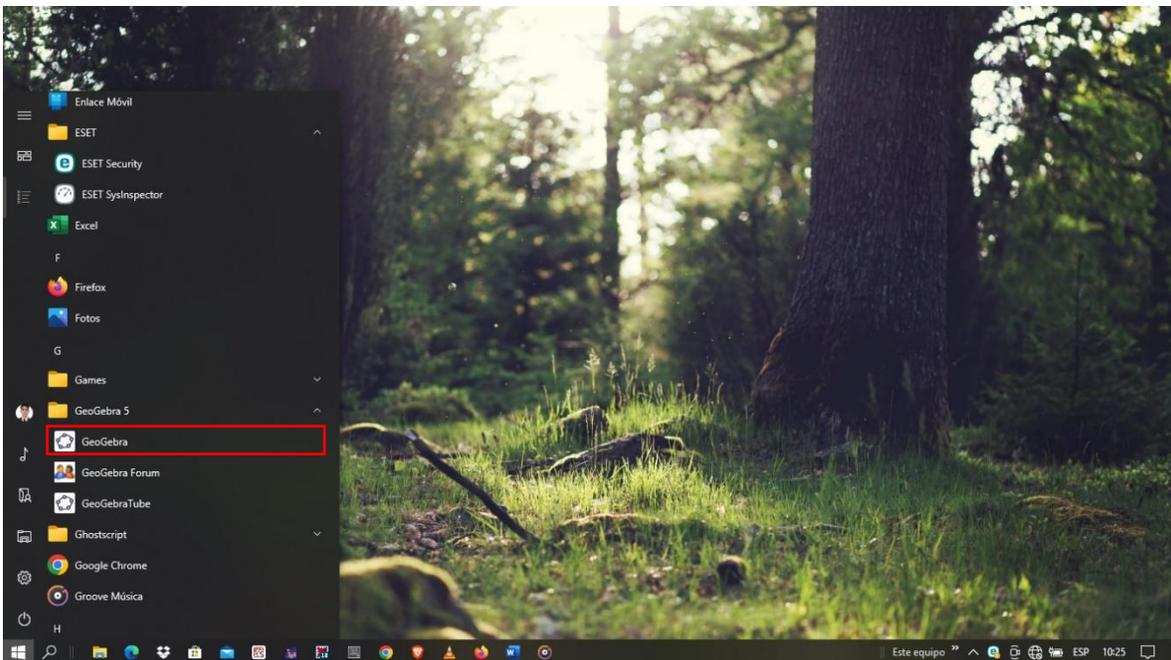
Fuente: Elaboración propia.

Pasos para abrir GeoGebra en la computadora y realizar las simulaciones.

Pasos para abrir el programa **GeoGebra** en la computadora

Paso 1. Una vez **instalado GeoGebra** en su computadora diríjase a dar clic en el **botón inicio**. 

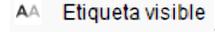
Paso 2. En la **caja de aplicaciones** buscar GeoGebra y luego hacer clic en el ícono de la aplicación y espere que cargue el programa.



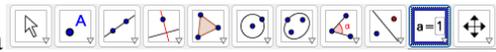
Pasos para construir la simulación de **velocidad lineal** en GeoGebra.

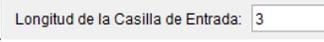
Paso 1. Abrir el programa GeoGebra en su computadora.

Paso 2. Seleccionar de la pestaña **Menús** Archivo Edición Vista Opciones Herramientas Ventana Ayuda la opción **Vista** , luego activa **Vista Gráfica 3D**  o hacer la combinación ctrl + shift + 3.

Paso 3. En la barra de entrada escribir $A = (0, 0, 0)$ luego presionar Enter. Hacer clic secundario en el punto A de la vista algebraica y deseleccionar **Etiqueta visible** .

Paso 4. En la barra de entrada escribir $r = 1$ y presionar Enter, Luego clic secundario en el número creado, deslizador en mín escribir 1 y máx escribir 10 por último, en incremento escribir 0.1 .

Paso 5. Seleccionar de la barra de herramienta  la opción **Casilla de Entrada**  **Casilla de Entrada**, dar clic en un espacio en blanco de la vista gráfica, luego escribir en Título $r=$ y en objeto vinculado seleccionar $r=1$ por último, hacer clic en ok.

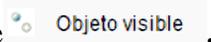
Paso 6. Clic secundario en la casilla de entrada creada en el paso 5, luego clic en propiedades, clic en texto y seleccionar **Mediano** , clic en Estilo y escribir 3 en **Longitud de Casilla de Entrada** .

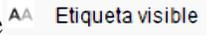
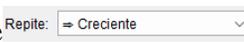
Paso 7. Realizar lo mismo del paso 4 y escribir $T=1$, con la diferencia de que el mín es 0.1 y el máx es 80.

Paso 8. Escribir en la barra de entrada $f=1/T$, presionar enter.

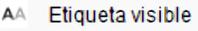
Paso 9. Realizar lo mismo del paso 5 y escribir en Título $T =$, en objeto vinculado seleccionar $T=1$ por último, hacer clic en ok.

Paso 10. Realizar lo mismo del paso 6 con la casilla de entrada creada en el paso 8.

Paso 11. En la barra de entrada escribir $c=Circunferencia [A, r]$, presionar enter y deseleccionar objeto visible .

Paso 12. En la barra de entrada escribir $B=Punto[c]$, presionar enter. Hacer clic secundario en el punto creado deseleccionar Etiqueta Visible  y seleccionar Rastro . Nuevamente hacer clic secundario en el punto B, clic en propiedades, clic en álgebra y en la opción repetir seleccionar Creciente .

Paso 13. En la barra de entrada escribir $q=Vector[A, B]$ y presionar enter. Hacer clic

secundario en el vector creado y deseleccionar Etiqueta Visible .

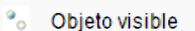
Paso 14. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Iniciar**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **IniciaAnimación(B,True)** por último, hacer clic en ok.

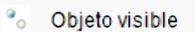
Paso 15. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Detener**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **IniciaAnimación(B,False)** por último, hacer clic en ok.

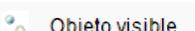
Paso 16. En la barra de entrada escribir $v=(2*\pi*r)/T$ y presionar enter.

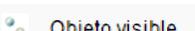
Paso 17. En la barra de entrada escribir $k=1$ y presionar enter.

Paso 18. En la barra de entrada escribir $v_1=k*v$ y presionar enter.

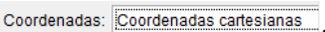
Paso 19. En la barra de entrada escribir $d=Tangente[B, c]$ y presionar enter. B es el punto de tangencia y c la circunferencia, luego clic secundario en la recta creada y deseleccionar **Objeto Visible** .

Paso 20. En la barra de entrada escribir $a=VectorUnitario[d]$ y presionar enter. d representa la recta creada en el paso 19, luego clic secundario en el vector a creado y deseleccionar **Objeto Visible** .

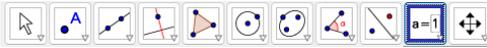
Paso 21. En la barra de entrada escribir $b=a*v_1$, presionar enter y ocultar objeto .

Paso 22. En la barra de entrada escribir $B'=Traslada[B, b]$, presionar enter y ocultar objeto .

Paso 23. En la barra de entrada escribir $w=Vector[B,B']$, presionar enter y ocultar etiqueta.

Paso 24. En la barra de entrada escribir $wp=w$, luego clic secundario seleccionar propiedades y en la pestaña álgebra seleccionar **coordenadas cartesianas** .

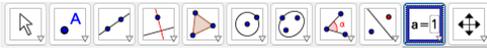
Paso 25. Clic secundario en el punto B creado en el paso 11, clic en propiedades, clic en álgebra y el espacio velocidad escribir v_1 .

Paso 25. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón Botón luego, en Título escribir: **Horario**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: $k=-1$, por último, hacer clic en ok.

Paso 26. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón Botón luego, en Título escribir: **Antihorario**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: $k=1$, por último, hacer clic en ok.

Paso 27. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción **Fórmula LaTeX** Fórmula LaTeX y escribir: $v=\frac{2\pi (r\text{text{m}})}{T}=v \text{ m/s}$ buscar en objeto **r, T** y la última **v**, selecciónala y por último hacer clic en ok.

Paso 28. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción **Fórmula LaTeX** Fórmula LaTeX y escribir: $\vec{v}=\omega r$ en donde ω se busca en objeto y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

Paso 29. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción **Fórmula LaTeX** Fórmula LaTeX y escribir: $f=\frac{1}{T}\text{text{s}}=f\text{text{Hz}}$ en donde **T** y la segunda **f** se busca en objeto y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

Paso 30. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción **Fórmula LaTeX** Fórmula LaTeX y escribir: $\vec{v}=\omega r$ en donde ω se busca en objeto y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

Paso 31. Seleccionar de la pestaña **Menús** Archivo Edición **Vista** Opciones Herramientas Ventana Ayuda la opción **Vista** , luego desactiva **Vista Algebraica** Vista Algebraica o hacer la combinación ctrl + shift + A.

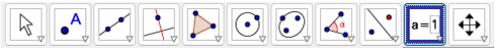
Pasos para construir la simulación de **velocidad angular** en GeoGebra

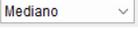
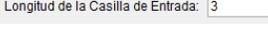
Paso 1. Abrir el programa GeoGebra en su computadora.

Paso 2. Seleccionar de la pestaña **Menús** Archivo Edición **Vista** Opciones Herramientas Ventana Ayuda la opción **Vista** , luego activa **Vista Gráfica 3D**  o hacer la combinación ctrl + shift + 3.

Paso 3. En la barra de entrada escribir **A=(0,0,0)** luego presionar Enter. Hacer clic secundario en el punto A de la vista algebraica y deseleccionar **Etiqueta Visible**  **Etiqueta visible**.

Paso 4. En la barra de entrada escribir **r=1** y presionar Enter. Luego clic secundario en el número creado, deslizador en mín escribir 1 y máx escribir 10 por último, en incremento escribir 0.1 

Paso 5. Seleccionar de la barra de herramienta  la opción **Casilla de Entrada**  **Casilla de Entrada**, dar clic en un espacio en blanco de la vista gráfica, luego escribir en Título **r =** y en objeto vinculado seleccionar **r=1** por último, hacer clic en ok.

Paso 6. Clic secundario en la casilla de entrada  **Casilla de Entrada** creada en el paso 5, luego clic en propiedades, clic en texto y seleccionar **Mediano** , clic en Estilo y escribir 3 en **Longitud de Casilla de Entrada** .

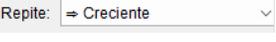
Paso 7. Realizar lo mismo del paso 4 y escribir **T=1**, con la diferencia de que el mín es 0.1.

Paso 8. En la barra de entrada escribir **f=1/T**, presionar enter.

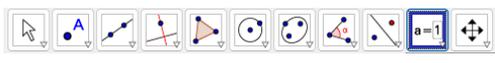
Paso 9. Realizar lo mismo del paso 5 y escribir en Título **T =**, en objeto vinculado seleccionar **T=1** por último, hacer clic en ok.

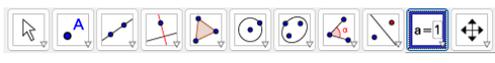
Paso 10. Realizar lo mismo del paso 6 con la casilla de entrada creada en el paso 8.

Paso 11. En la barra de entrada escribir **c=Circunferencia[A, r]**, presionar enter y ocultar Objeto  **Objeto visible**.

Paso 12. En la barra de entrada escribir $\mathbf{B}=\text{Punto}[\mathbf{c}]$ y presionar enter. Hacer clic secundario en punto creado deseleccionar Etiqueta Visible  y seleccionar Rastro . Nuevamente hacer clic secundario en el punto, clic en propiedades, clic en álgebra  y en la opción repetir seleccionar Creciente .

Paso 13. En la barra de entrada escribir $\mathbf{q}=\text{Vector}[\mathbf{A}, \mathbf{B}]$ y presionar. Hacer clic secundario en el vector creado y deseleccionar Etiqueta Visible .

Paso 14. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Iniciar**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **IniciaAnimación(B,True)** por último, hacer clic en ok.

Paso 15. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Detener**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **IniciaAnimación(B,False)** por último, hacer clic en ok.

Paso 16. En la barra de entrada escribir $\omega=(2*\text{Pi})/T$ y presionar enter.

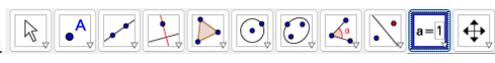
Paso 17. En la barra de entrada escribir $\mathbf{k}=1$ y presionar enter.

Paso 18. En la barra de entrada escribir $\omega_1=\mathbf{k}*\omega$ y presionar enter.

Paso 19. Hacer clic secundario en el punto creado en el paso 12, clic en propiedades, clic en álgebra  y en el espacio de velocidad  escribir: ω_1 .

Paso 20. En la barra de entrada escribir $\mathbf{p}=\text{Vector}[(0,0,1)]$ y presionar enter.

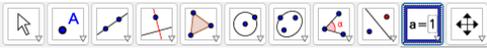
Paso 21. En la barra de entrada escribir $\mathbf{w}=\omega_1*\mathbf{p}$ y presionar enter.

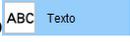
Paso 22. En la barra de herramienta  seleccionar la opción Botón , hacer clic en un espacio donde desea colocar el botón luego, en Título escribir **Horario**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: $\mathbf{k}=-1$; por último, presionar ok.

Paso 23. En la barra de herramienta  seleccionar la opción Botón , hacer clic en un espacio donde desea colocar el botón luego, es Título

escribir **Antihorario**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: $k=1$; por último, presionar en ok.

Paso 24. En la barra de herramientas  seleccionar la opción **Texto** , luego hacer clic en un espacio donde quiere que aparezca el texto, activa la opción Fórmula LaTeX **Fórmula LaTeX** y escribir: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \omega \text{ rad/s}$. Para escribir **T** y ω búsquelo en el campo objeto **Objetos**.

Paso 25. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción Fórmula LaTeX **Fórmula LaTeX** y escribir: $f = \frac{1}{T} \text{ Hz} = f \text{ Hz}$ en donde **T** y la segunda **f** se busca en objeto **Objetos** y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

Paso 26. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción Fórmula LaTeX **Fórmula LaTeX** y escribir: $\vec{\omega} = (0, 0, \omega_1)$ buscar en objeto **Objetos** ω_1 y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

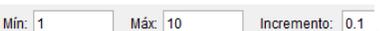
Paso 27. Seleccionar de la pestaña **Menús** **Archivo** **Edición** **Vista** **Opciones** **Herramientas** **Ventana** **Ayuda** la opción **Vista** , luego desactiva **Vista Algebraica**  o hacer la combinación ctrl + shift + A.

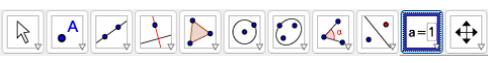
Pasos para construir la simulación de **aceleración centrípeta** en GeoGebra

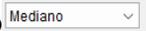
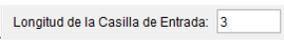
Paso 1. Abrir el programa GeoGebra en su computadora.

Paso 2. Seleccionar de la pestaña **Menús** Archivo Edición Vista Opciones Herramientas Ventana Ayuda la opción **Vista** , luego activa **Vista Gráfica 3D**  o hacer la combinación ctrl + shift + 3.

Paso 3. En la barra de entrada escribir **A=(0,0,0)** luego presionar Enter. Hacer clic secundario en el punto A de la vista algebraica y deseleccionar **Etiqueta Visible** .

Paso 4. En la barra de entrada escribir **r=1**, presionar Enter. Luego clic secundario en el número creado, deslizador en mín escribir 1 y máx escribir 10 por último, en incremento escribir 0.1 .

Paso 5. Seleccionar de la barra de herramienta  la opción **Casilla de Entrada** , dar clic en un espacio en blanco de la vista gráfica, luego escribir en Título **r=** y en objeto vinculado seleccionar **r=1** por último, hacer clic en ok.

Paso 6. Clic secundario en la casilla de entrada creada en el paso 5, luego clic en propiedades, clic en texto y seleccionar **Mediano** , clic en Estilo y escribir 3 en **Longitud de Casilla de Entrada** .

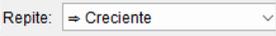
Paso 7. Realizar lo mismo del paso 4 y escribir **v=1**.

Paso 8. Realizar lo mismo del paso 5 y escribir en Título **v =**, en objeto vinculado seleccionar **v=1**, hacer clic en ok. Luego clic secundario en el número creado, deslizador en mín escribir 0.1 y máx escribir 10 por último, en incremento escribir 0.1 .

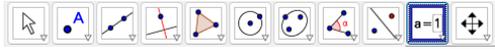
Paso 9. Realizar lo mismo del paso 6 con la casilla de entrada creada en el paso 8.

Paso 10. En la barra de entrada escribir **c=Circunferencia[A, r]** y presionar enter. Hacer clic secundario en la circunferencia y deseleccionar objeto visible .

Paso 11. En la barra de entrada escribir **B=Punto[c]**, presionar enter. Hacer clic secundario en el punto creado deseleccionar Etiqueta Visible  y seleccionar Rastro

 Rastro . Nuevamente hacer clic secundario en el punto B, clic en propiedades, clic en álgebra  y en la opción repetir seleccionar Creciente .

Paso 12. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Iniciar**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **IniciaAnimación(B,True)** por último, hacer clic en ok.

Paso 13. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Detener**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **IniciaAnimación(B,False)** por último, hacer clic en ok.

Paso 14. En la barra de entrada escribir $\mathbf{a_c}=(\mathbf{v}*\mathbf{v})/\mathbf{r}$ y presionar enter.

Paso 15. En la barra de entrada escribir $\mathbf{k}=1$ y presionar enter.

Paso 16. En la barra de entrada escribir $\mathbf{u}=\mathbf{VectorCurvatura}[\mathbf{B}, \mathbf{c}]$, presionar enter y ocultar objeto  Objeto visible .

Paso 17. En la barra de entrada escribir $\mathbf{s}=\mathbf{VectorUnitario}[\mathbf{u}]$, presionar enter y ocultar objeto  Objeto visible .

Paso 18. En la barra de entrada escribir $\mathbf{w}=(\mathbf{a_c})*\mathbf{s}$, presionar enter y ocultar objeto  Objeto visible .

Paso 19. En la barra de entrada escribir $\mathbf{e}=\mathbf{Traslada}[\mathbf{w}, \mathbf{B}]$, presionar enter y ocultar etiqueta  Etiqueta visible .

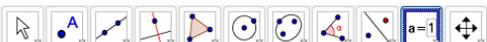
Paso 20. En la barra de entrada escribir $\mathbf{e1}=\mathbf{e}$, clic secundario, ocultar objeto  Objeto visible , clic en propiedades, seleccionar la pestaña álgebra  y elegir la opción **coordenada cartesianas** .

Paso 21. Clic secundario en el punto B creado en el paso 11, clic en propiedades, clic en álgebra  y el espacio velocidad  escribir $\mathbf{v}*\mathbf{k}$.

Paso 22. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Horario**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **k=-1**, por último, hacer clic en ok.

Paso 23. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Antihorario**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **k=1**, por último, hacer clic en ok.

Paso 24. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción **Fórmula LaTeX**  y escribir: $\vec{a}_c = \frac{v^2}{r} = a_c$ m/s, buscar en objeto  **v**, **r**, **a_c** y seleccionarlos, por último, hacer clic en ok.

Paso 25. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción **Fórmula LaTeX**  y escribir: $\vec{a}_c = e$ en donde **e** se busca en objeto  y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

Paso 26. En la barra de herramienta seleccionar  la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción **Fórmula LaTeX**  y escribir: $\vec{a}_c = e1$ en donde **e1** se busca en objeto  y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

Paso 27. Seleccionar de la pestaña **Menús**  Archivo Edición Vista Opciones Herramientas Ventana Ayuda la opción **Vista** , luego desactiva **Vista Algebraica**  o hacer la combinación ctrl + shift + A.

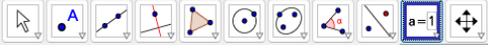
Pasos para construir la simulación de **fuerza centrípeta** en GeoGebra

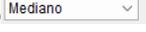
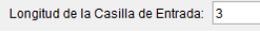
Paso 1. Abrir el programa GeoGebra en su computadora.

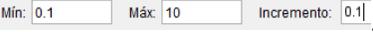
Paso 2. Seleccionar de la pestaña **Menús** Archivo Edición Vista Opciones Herramientas Ventana Ayuda la opción **Vista** , luego activa **Vista Gráfica 3D**  o hacer la combinación ctrl + shift + 3.

Paso 3. En la barra de entrada escribir **A= (0,0,0)** luego presionar Enter. Hacer clic secundario en el punto A de la vista algebraica y deseleccionar **Etiqueta Visible**  **Etiqueta visible** .

Paso 4. En la barra de entrada escribir **r=1**, presionar Enter. Luego clic secundario en el número creado, deslizador en mín escribir 1 y máx escribir 10 por último, en incremento escribir 0.1 

Paso 5. Seleccionar de la barra de herramienta  la opción **Casilla de Entrada**  **Casilla de Entrada** , dar clic en un espacio en blanco de la vista gráfica, luego escribir en Título **r=** y en objeto vinculado seleccionar **r=1** por último, hacer clic en ok.

Paso 6. Clic secundario en la casilla de entrada creada  **Casilla de Entrada** en el paso 5, luego clic en propiedades, clic en texto y seleccionar **Mediano**  , clic en Estilo y escribir 3 en **Longitud de Casilla de Entrada**  .

Paso 7. Realizar lo mismo del paso 4 y escribir **v=1**, con la diferencia de que el mín es 0.1 

Paso 8. Realizar lo mismo del paso 5 y escribir en Título **v =**, en objeto vinculado seleccionar **v=1**, hacer clic en ok.

Paso 9. Realizar lo mismo del paso 6 con la casilla de entrada creada en el paso 8.

Paso 10. Realizar lo mismo del paso 4 y escribir **m=1**, con la diferencia de que el mín es 0.1 

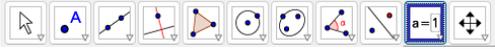
Paso 11. Realizar lo mismo del paso 5 y escribir en Título **m =** , en objeto vinculado seleccionar **m=1**, hacer clic en ok.

Paso 12. Realizar lo mismo del paso 6 con la casilla de entrada creada en el paso 11.

Paso 10. En la barra de entrada escribir **c=Circunferencia[A, r]**, presionar enter y ocultar objeto  Objeto visible .

Paso 11. En la barra de entrada escribir **B=Punto[c]**, presionar enter. Hacer clic secundario en el punto creado deseleccionar Etiqueta Visible  y seleccionar Rastro  . Nuevamente hacer clic secundario en el punto B, clic en propiedades, clic en álgebra  y en la opción repetir seleccionar Creciente  .

Paso 12. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Iniciar**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **IniciaAnimación(B,True)** por último, hacer clic en ok.

Paso 13. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Detener**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: **IniciaAnimación(B,False)** por último, hacer clic en ok.

Paso 14. En la barra de entrada escribir **f_c=m*(v*v)/r** y presionar enter.

Paso 15. En la barra de entrada escribir **k=1** y presionar enter.

Paso 16. En la barra de entrada escribir **u=VectorCurvatura[B, c]**, presionar enter y ocultar objeto  Objeto visible .

Paso 17. En la barra de entrada escribir **s=VectorUnitario[u]**, presionar enter y ocultar objeto  Objeto visible .

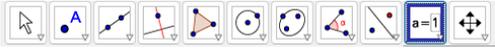
Paso 18. En la barra de entrada escribir **w=(f_c)*s**, presionar enter y ocultar objeto  Objeto visible .

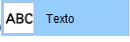
Paso 19. En la barra de entrada escribir **e=Traslada[w, B]**, presionar enter y deseleccionar etiqueta visible  .

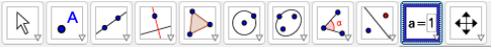
Paso 20. En la barra de entrada escribir $\mathbf{e1}=\mathbf{e}$, clic secundario, ocultar objeto  Objeto visible, clic en propiedades, seleccionar la pestaña álgebra y elegir la opción **coordenada cartesianas** .

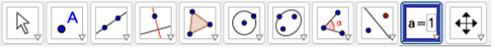
Paso 20. Clic secundario en el punto B creado en el paso 11, clic en propiedades, clic en álgebra  y el espacio velocidad  escribir $\mathbf{v}*\mathbf{k}$.

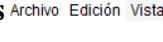
Paso 21. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Horario**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: $\mathbf{k}=-\mathbf{1}$, por último, hacer clic en ok.

Paso 22. En la barra de herramientas  seleccionar la opción de Botón  luego, en Título escribir: **Antihorario**, mientras que en Guión (script) de GeoGebra escribir: $\mathbf{k}=\mathbf{1}$, por último, hacer clic en ok.

Paso 23. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción Fórmula LaTeX  y escribir: $\|\mathbf{vec}\{\mathbf{f}\}_c\|=\mathbf{m}\frac{\mathbf{v}^2}{\mathbf{r}}=\mathbf{f}_c\ \mathbf{N}$, buscar en objeto  \mathbf{m} , \mathbf{v} , \mathbf{r} y \mathbf{f}_c ; seleccionarlos, por último, hacer clic en ok.

Paso 24. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción Fórmula LaTeX  y escribir: $\mathbf{vec}\{\mathbf{f}\}_c=\mathbf{e}$ en donde \mathbf{e} se busca en objeto  y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

Paso 25. En la barra de herramienta  seleccionar la opción **Texto** , hacer clic en un espacio donde desea colocar el texto luego, activar la opción Fórmula LaTeX  y escribir: $\mathbf{vec}\{\mathbf{f}\}_c=\mathbf{e1}$ en donde $\mathbf{e1}$ se busca en objeto  y selecciónala, por último, hacer clic en ok.

Paso 26. Seleccionar de la pestaña **Menús**  Archivo Edición Vista Opciones Herramientas Ventana Ayuda la opción **Vista** , luego desactiva **Vista Algebraica**  o hacer la combinación $\text{ctrl} + \text{shift} + \text{A}$.

Evidencias de la aplicación de instrumentos



