

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS



Teoría Mecánica Rotacional con un enfoque de Aprendizaje Activo mediante Plataformas Virtuales

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Master en Física

PRESENTADO POR

Ingrid Lorena Díaz Ramírez

ASESOR

Dr. Armando Euceda

Ciudad Universitaria. Agosto, 2020

**“Teoría Mecánica Rotacional con un enfoque de Aprendizaje Activo mediante
Plataformas Virtuales”**

Ingrid Lorena Díaz Ramírez

Fecha

Firma

Resumen

El objeto de estudio principal de esta investigación es la enseñanza de la Física haciendo uso de la tecnología como un recurso y un medio para la enseñanza-aprendizaje. En la educación superior de Honduras a nivel de la UNAH no se han hecho estudios exhaustivos sobre el diseño de recursos tecnológicos y multimedia para efectos de enseñanza y sobre los factores que influyen en su adecuada aplicación. Es un tema relativamente nuevo pero muy importante en el ámbito de la enseñanza. Aquí se presentan los retos y las oportunidades que tiene la multimedia en la enseñanza de la física y se evalúa el impacto que tiene particularmente en que los estudiantes aprendan -por medio de ella- los tópicos de la teoría clásica de mecánica de rotaciones.

Dos secciones de física general I fueron considerados para esta investigación durante II-PAC del 2016: un grupo control, sección 800 y otro grupo experimental, sección 1000. El grupo control tuvo una clase convencional y tradicional mientras que con el grupo experimental se hicieron prácticas pedagógicas con videos previamente planeados y diseñados para explicar los tópicos de mecánica de rotaciones que fueron explicados en clase y subidos a la plataforma virtual MOODLE para los estudiantes de la sección experimental. Al finalizar el parcial de mecánica de rotaciones, se realizó una prueba de alto nivel conceptual en la plataforma virtual para ambos grupos y los resultados muestran una media de calificaciones de 41 % para el grupo control y 53 % para el grupo prueba. Los resultados arrojan concluyentemente que con un 95 % de nivel de confianza, la nueva metodología de enseñanza a través de multimedia es más efectiva para los estudiantes.

Abstract

The main object of study of this research is the teaching of physics making use of technology as a resource and a means for teaching and learning. There have not yet been very exhaustive studies in the UNAH on the design of technological and multimedia resources for teaching purposes and is a fairly new but very important subject in the field of teaching. Here we present the challenges and opportunities that multimedia has in teaching physics and assesses the impact it has in particular on students to learn - through it - the topics of mechanical theory of rotations.

Two sections of general physics I were considered for this research during II-PAC of 2016: a control group, section 800 and another experimental group, section 1000. The control group had a conventional and traditional class whereas with the experimental group they were practiced Pedagogical exercises with videos previously planned and designed to explain the mechanics topics of rotations that were explained in class and uploaded to the MOODLE virtual platform for students in the test section. At the end of the rotation mechanics partial, a conceptual high level test was performed on the virtual platform for both groups and the results showed a mean of 41 % for the control group and 53 % for the test group. The results show conclusively that with a 95 % confidence level, the new methodology of teaching through multimedia is more effective for students

Índice general

1. Introducción	1
1.1. El auge multimedia	2
1.2. Comparación entre medios	3
1.3. Implementación de la tecnología en el aula	4
1.4. Cómo aprenden los estudiantes	5
1.5. La equivalencia entre formas de aprendizaje	8
1.6. Resumen	11
2. Metodología	12
2.1. Diseño del experimento	12
2.2. Resumen de metodología de tesis y aplicación del diseño experimental	14
2.2.1. Pedagogía STEM en la teoría y en la práctica	14
2.2.2. La enseñanza y el aprendizaje de la Mecánica Rotacional	16
2.2.3. Recursos multimedia de mecánica rotacional	16
3. Teoría Multimedia	19
3.1. La estructura mental humana	19
3.2. Mecanismos de aprendizaje	20
3.2.1. ¿Cómo aprendemos?	21
3.3. Teorías cognitivas	21
3.3.1. Teorías cognitivas y canales duales de aprendizaje	23

3.3.2. Teoría cognitiva multimedia y aprendizaje activo	24
3.3.3. El Constructivismo	26
3.3.4. Dificultades del constructivismo	27
3.3.5. Teoría del aprendizaje social	28
3.3.6. Estrategias de aprendizajes	29
3.3.7. El proceso de aprendizaje	29
3.4. Resumen	31
4. Multimaedia llevada a la práctica experimental	32
4.1. Resultados y análisis	32
4.2. Resultados y análisis	34
4.2.1. Discusión del impacto del modelo en los participantes	35
4.3. Percepciones de los participantes sobre el diseño experimental multimedia . .	36
4.3.1. Categorías y frecuencias relativas con las que emergió el grupo focal. .	37
4.4. Resultados y análisis	40
4.5. Discusión	42
5. Enseñanza de la mecánica rotacional	45
5.1. Introducción	45
5.2. Método	46
5.3. Resultados	48
5.3.1. Influencia del profesor	48
5.3.2. Las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje	49
5.4. Discusión	54
6. El aprendizaje de la mecánica rotacional y sus conclusiones	55
6.1. Estudios previos	55
6.2. Método	56
6.2.1. Diseño de cuestionario de preguntas	57

ÍNDICE GENERAL

6.2.2. Evaluación del aprendizaje	57
6.2.3. Descripción de las etapas	57
6.2.4. Procedimiento	60
6.3. Resultados y análisis	61
6.4. limitaciones y estudios a futuro	63
6.4.1. Lecciones aprendidas y conclusiones	64
References	66

Índice de figuras

1.1. Ventajas y desventajas del uso de la multimedia para la educación. <i>Tomado de edX curso de Diseño y Desarrollo de Recursos Multimedia para la Enseñanza Virtual</i>	10
2.1. Descripción general de los capítulos de tesis.	14
2.2. Salón “Siglo 21” Salón de Maestría en Física	17
3.1. Imagen tomada de Kurzon at English Wikipedia	20
3.2. Modelo de aprendizaje de Kolb. Kolb, 1984 citado en Lozano, 2000, pp. 71	22
3.3. Esquema de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia adaptada de (Mayer, 2001).	22
3.4. Esquema de (Venegas, 2007) formada a partir de la información proporcionada por Mayer (2005, pp.117-200).	25
4.1. Captura de pantalla de actividad en línea	33
4.2. Captura de pantalla del video de preparación: “ Cálculo de momento angular ”	39
4.3. Segmento del cuestionario final.	40
4.4. Calificaciones y estadística descriptiva de la prueba de la mecánica de rotaciones para el grupo control (800) y grupo experimental (1000). El puntaje bruto máximo posible fue de diez.	41
4.5. Prueba t	42

4.6. Gráfico de barras para las calificaciones. Las distribuciones con medias de 4.16 para el grupo control 5.58 para el grupo experimental fueron significativamente diferentes	42
4.7. Medias de calificaciones en la prueba y en el examen del 3er parcial para el grupo control y experimental	43
4.8. Correlación entre prueba especial con nota final y examen del 3er parcial . .	43
5.1. Rúbrica de evaluación de enseñanza de la física según los estudiantes	47
5.2. Ejemplo de la calificación sobre la enseñanza de física de una hora clase . . .	48
5.3. Distribucion de los tiempos en clase para los segmentos que se evaluaron en la enseñanza en clase	49
5.4. Las preguntas de opción múltiple de la prueba especial (incluidas en el Apéndice) se administraron a un total de 59 estudiantes. La tabla presenta el numero de estudiantes que seleccionan las opciones de respuesta (A) - (E) para cada pregunta de la prueba (los números en negrita se refieren a las respuestas correctas, N.A. fueron las respuestas sin responder).	51
5.5. En las preguntas de opción múltiple que se seleccionaron del paper <i>Student understanding of rotational and rolling motion concepts</i> se compararon la cantidad de respuestas correctas en el estudio publicado y el grupo experimental.	53
6.1. Preguntas de Socrative (Evaluación no sumativa)	58
6.2. Preguntas 19, 20 y 21 del cuestionario de Moodle (Evaluación sumativa) . .	59

Capítulo 1

Introducción

El estudio del cual es objeto este trabajo fue una iniciativa me fué presentada para que al mismo tiempo formara parte de un proyecto sobre el diseño de una clase en línea a través de la plataforma Edx trabajando la unidad correspondiente a Mecánica Rotacional dirigida a un curso de Física General I para ciencias e ingenierías. En los inicios de este proyecto, seleccionamos los temas que son parte de un sílabo que fue elaborado exclusivamente para este curso y para el desarrollo del material se postularon ideas para ofrecer los recursos multimedia que se van a utilizar en esta unidad. Estos recursos que se desarrollarían, serian en adición a una clase tradicional grabada y montada en linea, en EdX, y su acceso es exclusivo para los estudiantes matriculados en la plataforma y los tutores o administradores.

Se pretende que los recursos complementarios sean herramientas para los estudiantes y sirvan para clarificar ideas que generalmente son confusas sobre ciertos tópicos de la unidad. Buscando en la literatura sobre la enseñanza de la física he encontrado que existen tópicos en los cuales los estudiantes manifiestan mucha confusión. Se han identificado algunas concepciones erróneas comunes en algunos tópicos y algunos métodos que sí han mostrado dar un grado de mejora en alcanzar un cambio en esas ideas erróneas o preconcepciones conceptuales. Por medio de búsquedas en la internet y algunas reuniones entre profesores, determinamos cuales conceptos físicos están poco explicados en los libros y cuales si lo están para proponer material multimedia.

Existe una pregunta que se pretende tratar de responder para concluir todo el planteamiento preliminar y es: una vez que se tiene los objetivos específicos de aprendizaje **¿qué tan efectiva son éstas formas de aprendizaje de la física?** Diseñar multimedia para la enseñanza y que éste sea efectivo para cumplir los objetivos de aprendizaje en el contexto

de clase virtual y presencial al mismo tiempo es lo que me he planteado en este trabajo de tesis.

Multimedia se refiere a cualquier presentación de palabras e imágenes que formen un mensaje coherente. Una construcción mental que proviene de palabras e imágenes que son presentados como por ejemplo: texto impreso e ilustraciones o narraciones y animaciones (Mayer (2003)) una definición muy amplia de ello.

1.1. El auge multimedia

El punto de partida de la multimedia, en términos existencialistas, comenzó con el origen del lenguaje humano, hace unos cientos de miles de años aproximadamente. Las primeras manifestaciones de plasmar imágenes fueron las pinturas rupestres encontradas en cavernas, rocas, barrancos, entre otras y algunas son tan antiguas como unos 40 mil años. Muchos siglos después, se da el desarrollo del arte pictórico para representar creencias y formas de convivencia. En la India, China, Persia, Grecia y antiguo Egipto se enseñaba en gran parte solo a personas de clase social alta. Los libros eran inaccesibles a las mayorías. Los jeroglíficos, posiblemente fueron los primeros recursos multimedia creados y sin duda requerían mucho tiempo para ser pintados.

La invención de sistemas multimedia surgen por la necesidad de transmitir información. Sistemas como: la imprenta, inventada en 1455, la fotografía en 1839, la secuencia de imágenes para formar movimiento y su proyección en 1888, el primer televisor prototipo en 1927, el primer ordenador, llamado maquina de Turing en 1936, la primera computadora electrónica de almacenamiento que usa tubos al vacío, RAM, tarjetas de IBM en 1952, CD para grabar music en 1985, la internet en 1993.

Vannevar Bush (1890-1974) fue el director de “US Office of Scientific Research and development” durante la segunda guerra mundial. En 1945, escribió el clásico artículo “As We May Think”, en el cual propone la creación de una máquina que llamó Memex (memory extender), centrado en el diseño multimedia, que logró resolver el problema del almacenamiento de información, capaz de almacenar la Enciclopedia Británica completa en un espacio equivalente de una caja de cerillos.

Alan Turing (1912-1954) contribuyo al desarrollo de la computadora moderna. Trabajó en el desarrollo de la maquina llamada El Colossus, utilizada para descifrar los códigos Enigma de los alemanes en la segunda guerra mundial. Turing publicó un articulo llamado “On

Computable Numbers with an application to the Entscheidungsproblem” en el cual propone la construcción de una maquina imaginaria llamada Maquina de Turing, que es capaz de resolver un problema matemático. La máquina puede escribir y leer una cantidad de símbolos y puede cambiar de un estado a otro. Lo que hace la máquina es que en un momento particular determina en que estado se encuentra, el contenido de una grabación y las reglas que se le dieron para seguir. El análisis de Turing establece que para cada “procedimiento efectivo” siempre se podría tener o diseñar una “máquina de Turing”. Luego, se estableció la Maquina de Turin Universal, capaz de realizar tareas de varias maquinas de Turing simultáneamente. El legado de Turing fue su remarcable demostración del poder y versatilidad de la computadora - si podemos pensar en una forma de hacerlo, una computadora puede hacerlo.

Los elementos que definen la multimedia moderna, incluyen sus diferentes formas como *no interactivas* en las cuales el usuario no tiene control del flujo de información; *interactivas* en las que si hay control del flujo de información como: básicas que incluyen menus y secciones, hypermedia en la cual el desarrollador provee una estructura de información relacionada y los medios para que el usuario acceda a la información; *adaptativa* en las que la presentación de la información se adapta a las necesidades e intereses del usuario que también se denomina intellimedia inmersa como la realidad virtual, en las que se sumerge al usuario en un mundo alternativo, enganchandolo intelectualmente, emocionalmente e inclusive, visceralmente (Savage et al., 2013). En su forma contemporánea, multimedia se define como el desarrollo, integración y entrega de la combinación de texto, gráficos, imágenes, sonido o videos a través de un aparato procesador digital.

1.2. Comparación entre medios

Si quisiéramos comprar entre medios de enseñanza: verbal y multimedia, nos debemos fundamentar en las actuales teorías de aprendizaje. Algunos autores, aseguran que los estudiantes, dan sentido al material presentado y son capaces de recordar la mayor parte de las ideas presentadas por medio de imágenes o multimedia que por la mera comunicación verbal Bransford et al., 1999 Mayer et al., 2003. En el trabajo de Mayer et al., 1997, 1999a, 1999b, 2001, nos muestra que estudiantes que solo se les presenta un escenario de aprendizaje verbal y de lectura, son incapaces de recordar la mayoría de las ideas claves y experimentan dificultad para desarrollar y dar solución a problemas.

En general, el escenario de aprendizaje es el que un estudiante recibe un mensaje de instrucción en dos formatos: texto hablado o impreso e imágenes ilustrativas o animadas. No siempre, el agregar imágenes a las palabras, mejora el aprendizaje. El objetivo aquí es acoplar y complementar una clase regular y tradicional con elementos multimedia -vídeos y prácticas virtuales- especialmente elaborados para fomentar el aprendizaje profundo de la teoría mecánica rotacional.

¿Que es lo malo en la instrucción verbal? Siempre existen pros y contras. Lo positivo sería que es el camino mas fácil y el más dominante para la entrega de información, históricamente es el mas utilizado en la educación, las conferencias y los libros de texto. El lado negativo, es que los modos verbales son muchas veces basados en la concepción errónea de que los estudiantes aprenden con ello, sin embargo, a eso se le puede denominar entrega de información. Este punto de vista implica entrega de información al estudiante por la vía memorística, y este punto de vista es inconsistente con la teoría constructivista.

1.3. Implementación de la tecnología en el aula

La tecnología se refiere al avance en métodos y herramientas que utilizamos para resolver problemas o alcanzar una meta. Profesores e investigadores tienen la necesidad de utilizar la tecnología para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes. Equipos de planeamiento basados en tecnologías para innovación educativas, como la Dirección de Innovación Educativa (DIE) en la UNAH, son una necesidad y se asignan financiamiento para implementar modelos educativos basados en el uso nuevas tecnologías -como el STEM, del cual hablaré en el capítulo 2-. En los salones de clase, la tecnología pueden ser todas las herramientas utilizadas desde los lápices, papel, pizarra hasta tablet, proyectores, computadoras, internet, herramientas de software y mucho más.

Las nuevas tecnologías nos permiten alcanzar o probar de forma física o virtual lo que antes, con la tecnología antigua, no se podía alcanzar Pedretti et al., 1998. Por ejemplo, ahora podemos mostrar a nuestros estudiantes como una partícula es capaz de moverse en una simulación interactiva, cambiar sus parámetros de posición, velocidad, aceleración, fuerza en el tiempo y estudiar mas a fondo estos conceptos. O cómo se comporta un gas dentro de un tanque (phet.colorado.edu). Se consideran nuevas tecnologías a las herramientas online de colaboración como las Wiki, softwares de presentaciones como power point, Keynote, prezzi, las tablets, herramientas de manejo del curso como MOODLE, EdX, Canvas, Smartphones.

Muchos educadores ven con escepticismo el potencial que tiene la tecnología para mejorar el aprendizaje con tecnologías inteligentes, mientras vemos otros que la utilizan con mucha naturalidad y conciencia. Desde mi punto de vista, las tecnologías no solo ayudan al estudiante para comprender mejor un tema de física, pero además ahorran mucho tiempo y energía al profesor para poder avanzar en el contenido mas fluidamente y naturalmente sin descuidar la calidad y el rigor. Además, no solamente los educadores pueden ser reacios a la tecnología, sino los estudiantes, que aunque están mas adecuados a utilizarla hoy en día, no todos en nuestro medio, la tienen a su disposición por diversos factores sociales, económicos o por elección personal a no utilizarla, aunque es la minoría si nos centramos en la UNAH-CU porque existen laboratorios y centros de computo a su disposición como el CRA a través de la Dirección Ejecutiva de Gestión de Tecnología (DEGT). Por lo tanto, el entrenamiento en el uso de las nuevas tecnologías es necesario para hacer el salto (Bitner and Bitner, 2002).

El uso exitoso de las tecnologías, depende de los buenos modelos que se puedan emular para realizar una integración efectiva de la tecnología en el currículo. (Bitner and Bitner, 2002) desarrollaron ocho áreas que se deben considerar para que los educadores integren exitosamente la tecnología en su currículo: miedo al cambio, entrenamiento en lo básico, uso personal, modelo de enseñanza, clima, motivación y soporte. La integración de la tecnología altera el paradigma tradicional del maestro que provee sabiduría y el estudiante que absorbe el conocimiento. El uso de la tecnología permite al profesor y al estudiante volverse compañeros en el proceso de aprendizaje Fullan (1993, 1991, 1982). Los administradores, jefes y directores que lideran y toman decisiones sobre incluir la tecnología en el aula de clases deben incluir a los maestros en la toma de decisión y ser consientes de las áreas a considerarse para ayudar a los profesores a incursionar e integrar la tecnología en los currículos.

1.4. Cómo aprenden los estudiantes

La enseñanza multimedia, promueve un aprendizaje por medio de la mezcla de imágenes y palabras. Esta visión teórica cognitiva de aprendizaje se basa en tres hipótesis sugeridas por la investigación de la ciencia cognitiva sobre la naturaleza del aprendizaje humano (R.E. Mayer/ Learning and Instruction 13 (2003) 125–139). La teoría cognitiva de principios multimedia tiene como objetivo crear un material instruccional que se quede en la memoria a largo plazo de los estudiantes y que eventualmente el usuario pueda usarlo en la vida real. Se consideran cuatro teorías del aprendizaje: conductismo, cognitivista, constructivista y humanista.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En la cognitiva los científicos se enfocan en el procesamiento de la información del ser humano en la memoria y el pensamiento. Bajo esta teoría del aprendizaje aplicada para diseñar materiales instruccionales hay tres principios: 1- *canales duales*; las personas tienen canales de procesamiento de información separados para procesar materiales visuales y verbales. 2- *Capacidad limitada*; las personas pueden poner atención sólo a unos pocos piezas de información en un canal a la vez, 3- *Procesamiento activo*; las personas que entienden la información presentada cuando prestan la atención suficiente a ello, cuando ellos la organizan en modelos mentales y la integran con las cosas que ya conocen.

En el modelo cognitivo (Richard E. Mayer 2010/ Multimedia Learning), el mundo nos presenta una infinita cantidad de datos en todo momento y nuestra memoria a largo plazo tiene una capacidad expansiva de almacenamiento. Si queremos entrar a la memoria de corto plazo, entonces, vienen los datos a nosotros desde el mundo hasta nuestros sentidos (ojos y oídos) y nuestro sentido de la memoria sólo puede retener la información por pocos segundos. Nosotros seleccionamos a qué información queremos poner atención, llevarlo a nuestra memoria que trabaja para que pueda retenerla más tiempo. Ahí le damos sentido, organizándola en modelos verbales o visuales. Finalmente, integramos esos dos modelos conjuntamente con cosas que ya conocemos de nuestro conocimiento previo y usamos eso para originar nuevos conocimientos en forma de conocimiento a largo plazo.

Veamos los 3 aspectos (el mundo, sensores y memoria de trabajo) en los **tres principios** siguientes:

- a) Canales Duales

Cuando diseñamos instructivos de aprendizaje nosotros no utilizamos todos nuestros sentidos si no que nos enfocamos más en el auditivo y en el visual y toda la información va a fluir a través de esos dos canales a medida se procesa la información y se quedará en ese canal hasta el final. Veremos imágenes, leeremos palabras en las presentaciones a través del canal visual y oiremos las palabras que se dicen a través del canal verbal. No es sino hasta el final que integramos esos dos canales junto con la información previa en un nuevo conocimiento.

- b) Capacidad Limitada

Los dos canales llegan a la memoria que trabaja y que tiene una capacidad limitada. Demostró Miller, 1956/The Magical Number Seven, Plus or Minus Two, que las personas sólo

pueden retener siete piezas de información en la memoria a corto plazo cada vez. Actualmente sabemos que es menor que eso (quizá cuatro piezas). Esta capacidad limitada es el por qué, por ejemplo, no podemos multiplicar dos cantidades grandes de forma mental (ejemplo 5318×962) porque no tenemos la capacidad de retener todos los productos internos que requiere esa operación para realizar el cálculo.

■ c) Procesamiento Activo

En realidad hay tres diferentes procesos cognitivos. La memoria de trabajo, en adición al almacenaje de la información, tiene que hacer lo siguiente: es responsable por seleccionar 1) a qué información queremos poner atención, 2) dar sentido a esa información organizándola en modelos y finalmente 3) integrarlas con cosas que conocemos previamente. Todo este procesamiento sumado a las cosas tenemos que recordar se llama carga cognitiva. Ahora, hablaremos de cómo estos principios multimedia ayudan al aprendizaje.

Durante el diseño de instruccionales se puede desarrollar el aprendizaje en cada una de estas áreas mencionadas. Lo que tenemos son dos canales (visual y auditivo) y los debemos utilizar en el aprendizaje. Aquí es donde los principios multimedia ayudan: Usar imágenes y palabras; Reducir carga cognitiva, no sobre escribiendo en exceso la memoria de trabajo y considerando su capacidad limitada, disminuyendo la cantidad de información, no leyendo diapositivas, dejar a los estudiantes controlar las páginas que se miran, hablar naturalmente para que no tengan que traducir el lenguaje formal en algo que ellos entiendan y evitar imágenes extrañas para que no sobrecarguen la memoria.

Finalmente, también podemos disminuir carga cognitiva haciendo actividades de procesamiento activas eliminando información extraña y familiarizar a las personas con conceptos previos. Ayudándoles a seleccionar lo que es importante, como por ejemplo, destacando los términos claves para que ayudemos a los estudiantes a organizar el material. También manteniendo ideas que van juntas a la par para ayudar con la organización mental. Presentar el material verbal y visual juntos de manera deliberada y así podremos ayudar a la integración. “El desafío del diseño educativo multimedia es guiar el procesamiento cognitivo activo en los alumnos para que los alumnos construyan representaciones internas.” (Mayer, 2003 pg. 130). El método instructivo que explico en este trabajo de tesis tiene como objetivo lograr el aprendizaje activo a partir de medios no interactivos como los multimedia.

1.5. La equivalencia entre formas de aprendizaje

El aprendizaje es un crecimiento, no una transferencia (Edward F. Redish, Teaching Physics, 2003). Para lograr el aprendizaje se debe repetir, reflexionar e integrar para construir un conocimiento robusto y funcional. El primer mandamiento de Redish establece “La construcción de modelos mentales científicos funcionales no ocurre espontáneamente para la mayoría de los estudiantes. Ellos tienen que realizar actividades repetitivas y variadas que ayuden a construir coherencia”.

En física, debemos enseñar a leer e interpretar diferentes representaciones tales como palabras, ecuaciones, tablas, gráficas y diagramas. Como resultado el uso de múltiples representaciones puede ser efectivo para construir enlaces cognitivos entre diferentes aspectos de una situación y poder entenderla. Cada una de esas representaciones expresa una característica del sistema - mundo real - más efectivamente que otra, pero cada una de estas representaciones toma tiempo y esfuerzo de aprendizaje.

En el modelo cognitivo, los teóricos se enfocan en el procesamiento de la información en la memoria y en el pensamiento del ser humano. Discute dos características de la memoria. La *memoria activa* que es limitada y contiene partes verbales y visuales, y la *memoria a largo plazo* que involucra todas nuestras experiencias cognitivas y es productiva, es decir, su respuesta es activa: la información es traída desde la memoria a largo plazo y procesada.

El modelo cognitivo para la instrucción conlleva cinco principios, fundamentado en los 4 modelos del aprendizaje (conductivismo, cognitivismo, constructivista y humanista): el principio constructivista, el principio contextual, el principio de cambio, el principio individualista y el principio del aprendizaje social.

■ Principio 1

En el principio constructivista los individuos construyen su propio conocimiento haciendo conexiones con ideas existentes; utilizan este conocimiento para crear una respuesta productiva a la información recibida. Es una mala práctica el dar demasiadas pistas a un estudiante en una prueba para que extraiga el conocimiento que debe usar para dar con la respuesta. Hacer eso, es equivalente a darle al blanco lanzando un montón de dardos al mismo tiempo. Para saber si un estudiante accede a la información correcta en una circunstancia, es necesario darles problemas realistas -que se relacionen con su mundo, las experiencias del mundo real-.

■ Principio 2

El principio contextual establece que lo que las personas construyen depende del contexto, incluyendo su estado mental. No podemos asumir que un estudiante sabe o no sabe algo. Hay que ver el contexto. En una investigación realizada por Steinberg et al. y Sabella (Steinberg, 1997), (Sabella, 1999) tomando un grupo de 28 estudiantes de física para ingenierías basada en cálculo, de la Universidad de Maryland, les hicieron dos preguntas: la primera basada en Force Concept Inventory (FCI) (Hestenes et al., 1992) en la cual se utilizan objetos familiares y cotidianos y palabras comunes al vocablo de un joven.

La segunda pregunta es típica de clase de física, abstracta y que involucra un objeto idealizado tipo de laboratorio. Ambas preguntas eran sobre La primera Ley de Newton. La primera pregunta fue hecha como un diagnóstico previo al examen parcial, y segunda fue puesta como problema durante el examen una semana después. 25 de los estudiantes (casi el 90 %) obtuvieron la respuesta correcta a la segunda pregunta -en el examen-, solo 15 (casi 55 %) obtuvo la pregunta del FCI correcta. Casi la mitad de los que respondieron la pregunta del examen correctamente, fallaron la primera pregunta (cerca del 45 %). Entrevistas con los estudiantes muestran que esto es un fenómeno real y no solo porque tuvieron una semana adicional para estudiar para el examen. Lo que se quiere es ayudar a los estudiantes a construir su conocimiento dentro de un esquema coherente apropiadamente enlazado y que se desate en un rango apropiado de contextos.

■ Principio 3

El principio de cambio, establece que es relativamente fácil aprender algo que encaje o extienda un esquema existente, pero cambiar un esquema establecido de forma sustancial es difícil. Es difícil aprender algo que casi no conozcamos. Todos los estudiantes tienen conocimiento sobre algo (aunque sea equivocado), también cosas en los que están poco familiarizados, y cosas que desconocen totalmente. (Redish, 1994) establece el principio equivalente llamado principio de adquisición nueva. Establece que toda nueva información debe ser presentada en un contexto familiar al lector y que el contexto debe presentarse primero. Por ejemplo, utilizar términos que el estudiante no conoce o utiliza con un sentido diferente al que nosotros lo utilizamos como la rapidez y velocidad, la temperatura, el calor y la energía interna. Un profesor debe tener cuidado al utilizar el término en una oración de sentido ordinario y una oración que tiene sentido técnico para no violar este principio y clarificar el significado para el estudiante. Mucho del aprendizaje pasa por la analogía. Ejemplos y problemas clave

son muy importantes. Pero, por desgracia, los estudiantes no son un lienzo en blanco, mucho de lo que saben, o es totalmente incorrecto o es inapropiado para futuro aprendizaje de la física. Es muy difícil cambiar un modelo mental establecido. Por ejemplo, hacer muchos problemas de física no implica entender mejor o por el contrario, solo repetir a los estudiantes algunos principios de la física tampoco cambia sus ideas preconcebidas y en vez de cambiar su esquema substancialmente, solo agrega algunos pocos elementos que por regla solo usan para resolver problemas de física o alguna prueba de clase, por ello, el dar mas problemas es inefectivo si pretendemos que los estudiantes entiendan y puedan aplicarlo a situaciones reales. Realizar pruebas que involucren variados modos de pensar como resolver problemas, escribir, interpretar, organizar son necesarios. Afortunadamente, muchos mecanismos existen para ayudar al estudiante a reestructurar aun los modelos mentales o esquemas bien arraigados.

Ventajas		Desventajas	
1	Aumenta el nivel de atención	Navegación compleja	1
2	Fomenta el autoaprendizaje	Interacción desmedida	2
3	Aumenta la motivación	Muchos elementos de distracción	3
4	Desarrollo de habilidades tecnológicas	Desvío de atención	4
5	Activa procesos multisensoriales	Secuencia de enlaces compleja	5

Figura 1.1: Ventajas y desventajas del uso de la multimedia para la educación. *Tomado de edX curso de Diseño y Desarrollo de Recursos Multimedia para la Enseñanza Virtual*

■ Principio 4

El principio de individualidad o principio de distribución de función. Puesto que cada estudiante construye sus propias estructuras mentales, diferentes estudiantes tienen diferentes respuestas mentales y diferentes acercamientos hacia el aprendizaje. Cualquier población de estudiantes mostrara una variación significativa en un numero grande de variables cognitivas. Las personas tienen diferentes estilos de aprendizaje, ya lo sabemos. Cuando realizamos pruebas con los estudiantes y muestran una distribución gauseana y una desviación estándar es parte de la medición y el resultado y por ende los métodos de aproximación de promedios no son incluyentes a todos los individuos examinados. La información acerca del estado del

conocimiento de nuestros estudiantes esta contenido dentro de ellos, y es necesario escuchar y no solamente realizar las preguntas. En física se da mucho la clasificación de los estudiantes por su “inteligencia” pero la inteligencia depende de una variedad de factores (Sameroff et al., 1993). El ser “brillante” en hacer las asignaciones y tareas no implica que vaya a ser un gran físico que contribuya importantemente a la ciencia. La creatividad, persistencia, habilidades interpersonales, y otros factores juegan un rol importante también.

■ Principio 5

el principio del aprendizaje social (Vygotsky, 1978). Para la mayoría de los individuos, el aprendizaje es mas fácil de llevar a cabo vía interacciones sociales. En este sentido, los físicos son especialmente diferentes, tienen una tendencia a la curiosidad, independencia y poseer habilidades matemáticas y ser autodidactas, internalizar ideas, discutir consigo mismo sobre ellas. Estas características no son muy comunes entre la población de estudiantes en general y haya que estar consientes de ello.

1.6. Resumen

La búsqueda primordial de este trabajo de tesis es que utilizando por medio de la vía tecnológica, recursos multimedia para reforzar las ideas sobre la teoría mecánica rotacional y aplicando actividades practicas virtuales que ayuden al estudiante a realizarse preguntas y luego poniendo a prueba lo que se explico mediante la clase y durante los videos especialmente preparados para explicar los conceptos, los estudiantes puedan construir un conocimiento y estos mecanismos sean efectivos para el aprendizaje. Por ende, sean capaces de utilizarlos en otros contextos del mundo real.

Los estudiantes aprenden mejor desarrollando diversas actividades que complementen sus ideas preestablecidas o les ayuden a cambiar los modelos mentales preconcebidos y erróneos.

Capítulo 2

Metodología

Como fue descrito en el capítulo 1, las tecnologías aplicadas para mejorar las prácticas de enseñanza y el aprendizaje es un tema de estudio relativamente nuevo en nuestro ámbito y necesitamos un método de investigación apropiado. La metodología para efectuar esta investigación se denomina “diseño de experimento” (Wang and Hannafin, 2005). El método de “diseño de experimentos” tiene un valor científico y educacional por el involucramiento del investigador con los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de procesos exploratorios, de descubrimiento, confirmación y diseminación (Kelly, 2003, p. 3).

Para este capítulo, estableceré los lineamientos en los que se basa el método de diseño de experimentos, sus características, su origen, sus ventajas y algunas desventajas. Se discutirá como se aplicara esta metodología a la investigación y que obstáculos se van a tratar de superar. En el transcurso, trataré de presentar el esquema de la tesis, indicaré qué preguntas fueron respondidas y conclusiones que surjan en el cada etapa de la investigación.

2.1. Diseño del experimento

El diseño que se utilizó fue el diseño de dos grupos relacionados, es decir, se empleó sujetos diferentes para cada uno de los grupos pero mantienen entre si una serie de características comunes. Se quiere saber si esta nueva metodología de enseñanza de la mecánica rotacional puede favorecer la comprensión de dichos conocimientos. Se seleccionaron dos secciones de fisica general I (FS-100) con un total de alumnos de 24 y 25 estudiantes respectivamente. Se seleccionó un grupo como el grupo experimental y a otro como el grupo control o tradicional. La forma concreta de hacer que los grupos esten relacionados o emparejados entre si es

medir a los sujetos en la variable extraña que sedeamos controlar mediante "bloqueo". Al realizar ésto, la variable *extraña* pasa a ser una *variable bloqueada*. Una desventaja de éste experimento es que la técnica de bloqueo es mas efectiva en lograr el control experimental cuando los grupos son pequeños.

La prueba estadística que normalmente se utiliza con datos o calificaciones en el caso de éste experimento, es la prueba t aplicada a puntuaciones de diferencia. Se parte de la hipotesis de que la variable independiente producirá modificaciones en la dependiente cuando varíe, es decir, cuando se hace variar la motivación, deberá cambiar la productividad. En éste experimento, la variable independiente es la variable que resulta de nuestro interés y es la que se hipotetiza, es decir, ella será la que causará el efecto supuesto (Christensen, 1991).

Una de las formas en que se pueden manipular las variables independientes es, con presencia o ausencia de un tratamiento o factor característico, en el cual el grupo experimental se expone a la variable independiente y el grupo control no y si en los dos grupos, todo fue *igual* excepto en la exposición a la variable independiente y se piensa que la diferencia entre los grupos es la presencia o ausencia de la variable independiente. En este experimento, la variable independiente es la nueva metodología de enseñanza a traves del uso de herramientas multimedia.

Se mide el efecto que la variable independiente tiene sobre la dependiente. La medicion se realiza a traves de la evaluación de los conocimientos adquiridos sobre la mecanica rotacional utilizando la nueva metodología. Esta medicion se obtuvo con un cuestionario de 30 preguntas subido en la plataforma virtual MOODLE que estuvo abierta para que los alumnos la realizaran durante un dia con un tiempo limite para ser completada de dos horas y hasta dos intentos.

Las características de los dos grupos es que ambos tenían una población de 25 alumnos en promedio, los estudiantes son de primer año de física de las areas de ingenierias, física y astrofísica. El promedio de edad en ambos grupos fue de 20 años y reciben la clase con la misma docente quien les imparte los mismos temas, tomando las clases en la jornada de la mañana (8 AM y 10AM), ambos grupos recibieron el contenido de la clase sincronamente, realizaban las mismas tareas, pero en el tercer parcial, el grupo control siguió el metodo tradicional, mientras que el grupo experimental siguió una metodología nueva de aprendizaje activo con ayuda de recursos multimedia en la plataforma virtual.

Se realizó una **prueba t**, para evaluar si los dos grupos difieren entre si significativamente respecto a sus medias. Por medio de la hipótesis nula, que establece que no difieren sig-

nificativamente el aprendizaje de la mecánica de rotaiciones con la nueva metodología de enseñanza a travez de recursos multimedia y mediante el aprendizaje activo.

2.2. Resumen de metodología de tesis y aplicación del diseño experimental

La pregunta sobre si es efectivo el aprendizaje a travez de las multimedia se abre y se coloca sobre la mesa de discusión. Se proponen los parámetros que se utilizarán para medir esa variable a traves del experimento propuesto con la elaboración del material multimedia y su posterior aplicación y análisis de resultados. El estudio del estado del arte, puesto en práctica en nuestro ambiente al inyerno de las propias prácticas de enseñanza de la física, los logros de aprendizaje utilizando éste mecanismo y contrastando con prácticas tradicionales de enseñanza de la física, ayudarán a pulir la pregunta de investigación. El esquema de la tesis se presenta en la figura 2.1.

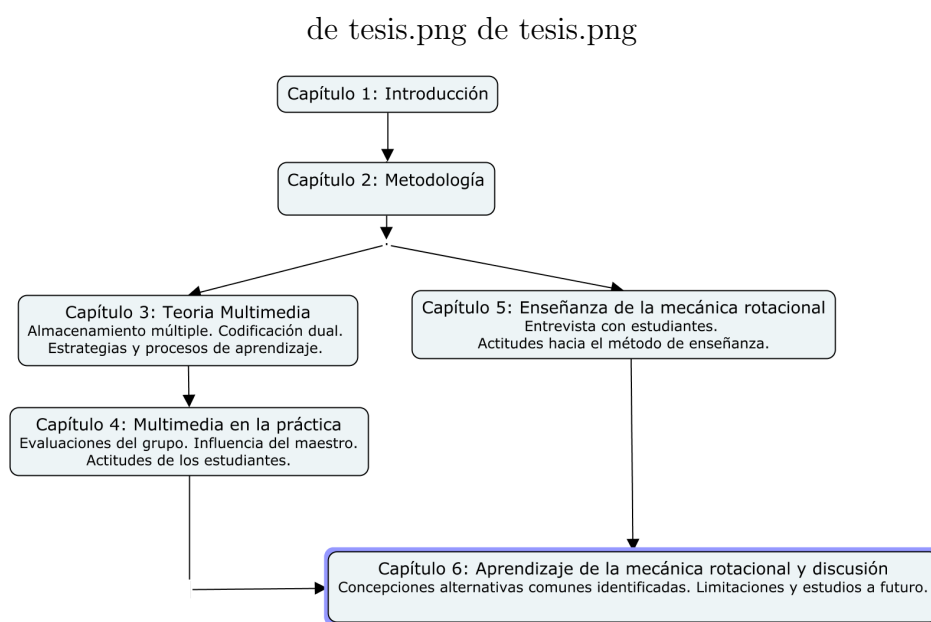


Figura 2.1: Descripción general de los capítulos de tesis.

2.2.1. Pedagogía STEM en la teoría y en la práctica

La educación STEM responde a la pregunta de ¿cómo podemos tener personas entrenadas en ciencias y tecnologías que puedan construir una economía innovadora? Bosch et al.. Se

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

trata de la integración de varias áreas del conocimiento que mediante ciertas técnicas de aprendizaje activo e inquisitivo buscan que el estudiante tenga una manera mas práctica e innovadora de aprender de forma creativa utilizando la tecnología.

STEM es un acrónimo que surge a través de la National Science Foundation en Estados Unidos y que significa en español Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Este es un enfoque científico integrado por ramas de las ciencias que interactúan afectándose. La atención en estos campos del conocimiento así como en Investigación y desarrollo (I+D) provoca que las economías crezcan por lo cual es muy común observar a potencias mundiales de la Union Europea y otras regiones del mundo apostar por la educación STEM.

La metodología STEM hace uso de métodos innovadores y alternativos de enseñanza-aprendizaje interdisciplinario y aplicado como ser laboratorios, proyectos tecnológicos (como de robótica) y el uso de herramientas tecnológicas. Las experiencias prácticas que este método ofrece a los estudiantes los hace mas receptivos y estimula su aprendizaje. El objetivo principal de este enfoque es el desarrollo del interés científico y la capacidad para resolución de problemas reales con el propósito de que el conocimiento científico se utilice para la comprensión del mundo que nos rodea, aplicando nuevas herramientas tecnológicas y viendo como afecta al mundo y con ellos verificar la importancia de las ciencias, ingenierías y tecnología y como ellas se pueden vincular entre si.

Claramente, los estudiantes que muestren interés en este tipo de aprendizaje deben tener un interés y con STEM desarrollar habilidades de análisis, matemáticas, resoluciones de problemas, documentación de datos, redacción de informes, etc. Para que el programa STEM tenga éxito, debe tener un contenido riguroso, un entorno de aprendizaje de investigación, deben haber resultados educativos bien definidos, objetivos claros, escenarios educativos innovadores, compromiso por parte de los estudiantes, los padres y los instructores.

Este enfoque es muy utilizado en la robóticas educativa, utilizado como herramienta auxiliar en la enseñanza de varios conceptos STEM como un sujeto de enseñanza. La metodología STEM se puede aplicar en el aula de clases mediante el aprendizaje basado en proyectos, en la participación de talleres o equipos de ciencia que ayuden a aplicar el conocimiento en la vida real, organizando actividades al aire libre donde se puedan utilizar las lecciones en situaciones practicas, invitando a padres de familia que son científicos, matemáticos, físicos, ingenieros e involucrarlos en la organización de actividades que sean de educación STEM.

Al integrar la tecnología en la educación STEM, el se puede alentar a los estudiantes a convertirse en aprendices e investigadores que se auto motivaban. Chacko et al.

2.2.2. La enseñanza y el aprendizaje de la Mecánica Rotacional

A la hora de diseñar estrategias de instrucción para la enseñanza de la física, es importante primero identificar las dificultades de los estudiantes relacionados con los conceptos de física. El principal objetivos al realizar investigación educativa en la física es identificar las dificultades para aprender la física, diseñar el nuevo currículo y pedagogías encaminadas a reducir estas dificultades y para diseñar estrategias se debe investigar las causas de los problemas y reducirlos o eliminarlos al ser aplicados y validados con anterioridad (o en otras investigaciones). Existe documentación sobre investigaciones previas que han investigado algunas dificultades que tienen los estudiantes de física introductoria sobre la comprensión de los conceptos de movimiento rotacional (McDermott, Clement).

En esta investigación se recopiló información de cómo fue el aprendizaje de mecánica rotacional al aplicar una nueva metodología de enseñanza llamada aprendizaje multimedia y aprendizaje activo mediante actividades virtuales. En particular, se investigó como se aprendió los conceptos de torque, momento de inercia, energía de rotación, cuerpo en rodamiento puro y momento angular a los estudiantes de una sección de física introductoria. También se compararon los resultados obtenidos en este grupo de estudiantes con otro grupo de estudiantes que pertenecían a un curso de física que utilizo un método de cátedra convencional. En general, se encontró un buen acuerdo entre los hallazgos que muestran que las dificultades relacionadas con comprensión del movimiento rotacional que se analizaron son comunes entre los grupos estudiados y los de otros como ser Rimoldini and Singh

2.2.3. Recursos multimedia de mecánica rotacional

Para el diseño de recursos multimedia se consideró un modelo de recursos multimedia tipo EdX courses de la universidad **DavidsonNext** en el curso *AP Physics: Challenging Concepts from Physics 1 and Physics 2* y de la universidad **MITx**: 2.03x del curso en línea *Dynamics* se elaboraron los siguientes recursos:

Actividades de preparación:

Movimiento de rotación

Cálculo de momento de inercia

Momento angular

Conservación del momento angular

Videos:

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

Momento de Inercia y Torque.

Momento angular de cuerpo rígido y Efecto giroscópico

Equilibrio Estático

Rodamiento sobre pendiente inclinada



Figura 2.2: Salón “Siglo 21” Salón de Maestría en Física

Las actividades de preparación también contenían vídeos en los que involucraba una explicación haciendo uso de herramientas y materiales experimentales, de tal forma que el vídeo presentara la teoría de una manera mas práctica y aplicada. Todo el material utilizado para la elaboración de los recursos multimedia fue un resultado del proyecto con beca básica de investigación de la DICYP-UNAH del proyecto *Demostración sobre la efectividad de uso de recursos multimedia en el aprendizaje de la física usando Aula Virtual de mayo a septiembre del 2016*.

Era necesario probar los recursos con los estudiantes del grupo experimental y aplicar una actividad de autoevaluación con Socrative.com en el laboratorio de computo (ver 2.2) en el salón (del Siglo XXI) de clases de la Maestría en Física (3er piso del edificio E1) para medir el aprendizaje y retroalimentar en la clase. Socrative.com es una plataforma que puede utilizarse para conocer la respuesta de los alumnos en tiempo real a través de ordenadores y dispositivos móviles. Se puede descargar la aplicación para el móvil o tablet o trabajar desde la computadora. Esta actividad se aplicó a los estudiantes en dicha aula ya que se cuenta con 30 computadoras, proyector, televisores y pizarras. Fue el lugar mas indicado para realizar esta actividad de autoevaluación.

Evaluar el aprendizaje sobre rotaciones mediante un cuestionario aplicado al grupo control y grupo experimental, cuyas preguntas fueron escogidas del artículo “Student understanding

of rotational and rolling motion concepts” (Rimoldini & Chandralekha, 2008) y el libro Peer instruction (Mazur, 1997, págs. 142-143). Los resultados fueron notablemente mejor para el grupo experimental que para el grupo control. El cuestionario constaba de 30 preguntas conceptuales sobre Mecánica de Rotaciones, cuyo nivel de dificultad fue alto, tal como muestra el encuesta de opinión cuando se les preguntaba sobre la dificultad del cuestionario en la cual el 83.9% opina que si tenia un buen nivel para evaluar la parte conceptual y práctica. Para el grupo experimental se sometieron a la prueba 25 estudiantes que obtuvieron en promedio 5.35/10 y el grupo control se sometieron 26 estudiantes obteniendo un promedio de 4/10.

Se analizaron los resultados mediante la aplicación de los videos se validó mediante la comparación de medias de los dos grupos y se calcularon las relaciones mediante p-valor y la t-student para establecer, mediante la evidencia, si los estudiantes del grupo experimental comparados con el grupo de control comprenden mejor la mecánica rotacional y mediante la encuesta para determinar los aportes del método multimedia en el aprendizaje.

Capítulo 3

Teoria Multimedia

Aunque sabemos por experiencia que el uso de las multimedia es favorable y apreciado tanto por estudiantes como por los profesores, se quiere profundizar en lo que subyace teóricamente a nivel mental, de aplicación y las limitaciones que tiene.

En este capitulo se discutirá primero las limitaciones de los procesos cognitivos debido a la estructura y arquitectura mental humana. Luego, se abordará el sustento teórico del aprendizaje a través de multimedia y aprendizaje activo. Se discutirá la teoría constructivista y cognitiva y su rol en este método de aprendizaje. Este conjunto de teorías luego se combinan en una teoría común llamada teoría cognitiva de aprendizaje multimedia y teoría de aprendizaje activo.

3.1. La estructura mental humana

Para entender el aprendizaje, primero debemos entender la memoria, es decir, el cómo la información esta almacenada en el cerebro (Redish, 1994). La teoría cognitiva tiene información amplia y detallada de como funciona la memoria.

Lo que solemos pensar como *memoria* en el uso cotidiano es en realidad memoria a largo plazo, pero también hay importantes procesos de memoria a corto plazo y sensorial, que deben ser trabajados antes de que se pueda establecer una memoria a largo plazo (McDonald et al., 2008). Los diferentes tipos de memoria tienen cada uno su propio modo particular de funcionamiento, pero todos cooperan en el proceso de memorización y pueden ser vistos como tres pasos necesarios para formar una memoria perdurable.

Este modelo de memoria tiene una secuencia en tres etapas: sensorial, a corto plazo y memoria a largo plazo. A esto se le conoce como el modelo modal o modelo de almacenamiento múltiple o *Atkinson and Shiffrin* desarrollado en 1968, y sigue siendo el modelo más popular para estudiar la memoria.

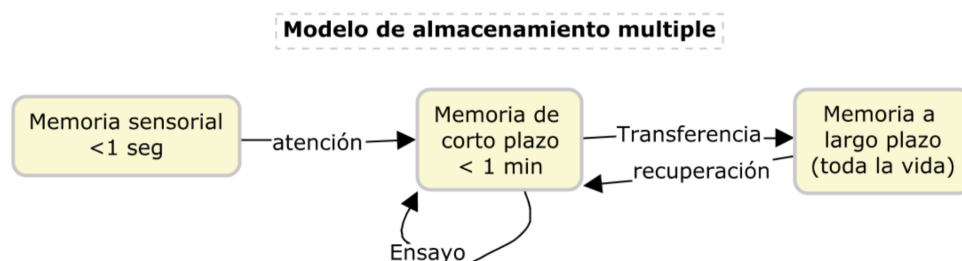


Figura 3.1: Imagen tomada de Kurzon at English Wikipedia

3.2. Mecanismos de aprendizaje

Los procesos de la cognición humana constituyen la forma natural de procesamiento de información del sistema cognitiva que imita al sistema que dio vida a la arquitectura cognitiva humana: la evolución por selección natural (Moreno et al., 2010).

El modelo de David Kolb (Kolb, 1984) basado en la teoría del aprendizaje experiencial, identifica cuatro modos en el ciclo de aprendizaje que son: experimentación concreta, reflexión, conceptualización abstracta, experimentación activa.

Es decir, esta teoría asegura que aprendemos por medio de:

- Haciendo algo (experimentación concreta)
- Pensando en ello (reflexión)
- Haciendo investigación (conceptualización abstracta)
- Hablando con otros y aplicando lo que ya conocemos a la situación
- Hacer algo nuevo o hacer lo mismo de una manera más sofisticada basada en nuestro aprendizaje (experimentación activa).

El modelo holístico de Kolb se basa en los trabajos anteriores de destacados académicos sobre el aprendizaje y el desarrollo humano, pero no dice mucho sobre el valor de la conexión social

y las posibilidades de más conexiones que hay a través de las tecnologías en línea (*internet*). Para ampliar esta visión se puede incluir algunas otras visiones teóricas que son importantes en el proceso de aprendizaje. Estas incluyen los valores humanos e influencias culturales, los valores de la institución y la comunidad de aprendizaje creada por el instructor, los compañeros y la red de apoyo personal (Honey and Mumford, 2000). Se identificaron cuatro tipos de aprendizaje asociados con los modelos de Kolb en el ciclo de aprendizaje: activistas, reflectores, teóricos, pragmatistas. Estos pueden ser considerados enfoques de aprendizaje. Otros teóricos de estilos de aprendizaje han desarrollado modelos basados en gran medida en los procesos involucrados en la percepción y el procesamiento de nueva información. La teoría de Howard Gardner (Gardner, 2011) sobre inteligencias múltiples es un ejemplo de esto.

3.2.1. ¿Cómo aprendemos?

Kolb identificó dos actividades de aprendizaje separadas que ocurren en el ciclo de aprendizaje: 1) Percepción (la forma en que tomamos información) y 2) Procesamiento (cómo tratamos la información). Esto se representa en el diagrama 3.2 como dos ejes que dividen el ciclo en cuatro cuadrantes. Cada cuadrante representa diferentes procesos de aprendizaje de la siguiente manera: los procesos convergentes se refieren a que dichas personas aportan una serie de perspectivas para encontrar una sola respuesta, que puede ser correcta o incorrecta. Puede utilizar esta forma de pensar en un contexto científico. Los procesos divergentes tienen que ver con generar una serie de relatos de experiencias diferentes. Típicamente, estos son procesos más creativos. Los procesos de asimilación describen aproximadamente la aceptación de nuevos conocimientos. Los procesos de acomodación describen, de nuevo aproximadamente, lo relacionado con el nuevo conocimiento con nuestras experiencias y creencias anteriores.

3.3. Teorias cognitivas

En la psicología cognitiva, la carga cognitiva se refiere a la cantidad total de esfuerzo mental que se utiliza en la memoria de trabajo. La teoría de la carga cognitiva se desarrolló a partir del estudio de la resolución de problemas por John Sweller a finales de la década de 1980. Sweller (1988) argumentó que el diseño instruccional puede usarse para reducir la carga



Figura 3.2: Modelo de aprendizaje de Kolb.
Kolb, 1984 citado en Lozano, 2000, pp. 71

cognitiva en los alumnos. La teoría de la carga cognitiva diferencia la carga cognitiva en tres tipos: intrínseca, extrínseca y pertinente (ver Sweller 2010; Sweller et al. 1998), la suma de ellos formarían la carga cognitiva total.

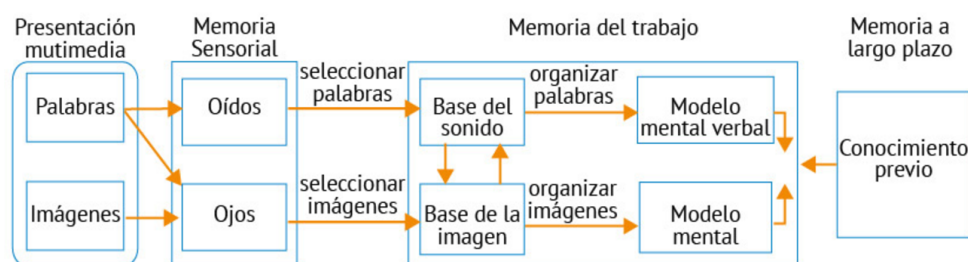


Figura 3.3: Esquema de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia adaptada de (Mayer, 2001).

La carga cognitiva intrínseca es el esfuerzo asociado con un tema específico. La carga cognitiva extrínseca se refiere a la forma en que la información o las tareas se presentan a un alumno. Y la carga cognitiva pertinente se refiere al trabajo puesto en la creación de un almacén permanente de conocimiento, o un esquema.

Los investigadores Paas y Van Merriënboer desarrollaron una manera de medir el esfuerzo mental percibido que es indicativo de la carga cognitiva. La respuesta pupilar (Granholm et al., 1996) es una medida fiable y sensible de la carga cognitiva que está directamente relacionada con la memoria de trabajo. La medición de las respuestas de los alumnos de los seres humanos tiene el potencial de mejorar la interacción hombre-computadora y los sistemas adaptativos de apoyo a las decisiones. La carga cognitiva elevada puede tener efectos negativos en la finalización de una tarea y es importante señalar que la experiencia de la carga

cognitiva no es la misma en todos. Los ancianos, los estudiantes y los niños experimentan diferentes, y con mayor frecuencia mayores, cantidades de carga cognitiva.

Con el aumento de las distracciones y el uso del teléfono celular los estudiantes son más propensos a experimentar alta carga cognitiva que puede reducir el éxito académico (Andersson et al., 2002). En los niños, ellos tienen menos conocimiento general que los adultos, lo cual aumenta su carga cognitiva (Frein et al., 2013). Paas y Van Merrinboer desarrollaron una construcción que ayuda a los investigadores a medir el esfuerzo mental percibido: un índice de carga cognitiva. Esta construcción proporciona una forma relativamente sencilla de comparar las condiciones de enseñanza. Combina notas del esfuerzo mental con puntuaciones de rendimiento.

Recientemente, los teóricos de la carga cognitiva han ampliado el alcance de sus investigaciones, evaluando métodos para manejar la carga cognitiva intrínseca de la instrucción, algo que antes se pensaba que estaba más allá de la influencia del diseño instruccional (Sweller et al., 1998). Pollock et al. (2002) encontraron que el material instructivo se presentó mejor en dos fases. En la primera fase, sólo se presentaron elementos aislados que permitieron a los alumnos procesar la información secuencialmente en lugar de simultáneamente. En la segunda fase, los estudiantes juntaron estas piezas después de haber recibido una descripción completa de todos los componentes interactuantes. Además de gestionar la carga cognitiva intrínseca, los investigadores pretenden comprender el papel de la motivación y el desarrollo de los conocimientos especializados que están implicados en entornos reales durante periodos más largos. Otra dirección prominente para la teoría de la carga cognitiva está en la medición de la carga cognitiva y en el desarrollo de sistemas adaptativos.

3.3.1. Teorías cognitivas y canales duales de aprendizaje

El principio conocido como el *principio multimedia* afirma que "la gente aprende más profundamente de las palabras y las imágenes que de las palabras solamente" (Mayer 2010, p.47). Sin embargo, simplemente agregar palabras a las imágenes no es una manera efectiva de lograr el aprendizaje multimedia. El objetivo es a los medios de enseñanza a la luz de cómo funciona la mente humana. Esta es la base de la teoría cognitiva de Mayer del aprendizaje multimedia. Esta teoría propone tres suposiciones principales cuando se trata de aprender con multimedia Mayer et al. (2002):

Hay dos canales separados: **auditivos** y **visuales** que sirven para procesar la información que también es llamada teoría de codificación dual. Cada canal tiene una capacidad limitada

o finita, similar a la noción de carga cognitiva de Sweller. El aprendizaje es un proceso activo de filtrado, selección, organización e integración de información basada en el conocimiento previo. Estudios muestran que los humanos sólo pueden procesar una cantidad finita de información en un canal a la vez y dan sentido a la información entrante creando activamente representaciones mentales. Mayer también analiza el papel de dos almacenes de memoria: sensorial -que recibe estímulos y lo almacena por un tiempo muy corto-, de trabajo -dónde procesamos activamente la información para crear construcciones mentales o esquemas a largo plazo, que es el repositorio de todas las cosas aprendidas-. La teoría cognitiva de Mayer del aprendizaje multimedia presenta la idea de que el cerebro no interpreta una presentación multimedia de palabras, imágenes e información auditiva de una manera mutuamente excluyente, sino que estos elementos son seleccionados y organizados dinámicamente para producir resultados lógicos. Mayer subraya la importancia del aprendizaje basado en la prueba de contenido y demostrando la transferencia exitosa de conocimiento cuando la nueva información se integra con el conocimiento previo.

Los principios de diseño incluyen proporcionar información verbal, pictórica coherente, guiar a los estudiantes para seleccionar palabras e imágenes relevantes, y reducir la carga a un único canal de procesamiento, puede ser implicado a partir de esta teoría.

Los resultados de décadas de investigación indican que las imágenes tienen un impacto único y beneficioso en el aprendizaje y la memoria. Si se acepta la teoría dual de codificación o la hipótesis proposicional, la ventaja de las imágenes en la instrucción se mantiene. Debido al extenso apoyo empírico para la teoría de codificación dual y su modelo directo, es particularmente aplicable a la teoría del aprendizaje multimedia. Mayer (2001) llevó a cabo una serie de experimentos en los que los estudiantes recibieron explicaciones en ya sea multimedia o verbal sobre diferentes tópicos. En seis de los nueve estudios, los estudiantes que recibieron la presentación multimedia demostraron un mejor recuerdo que sus homólogos que recibieron explicaciones en un solo modo -verbal o escrito- y en los nueve experimentos el grupo multimedia superó al grupo de modo único en las pruebas.

3.3.2. Teoría cognitiva multimedia y aprendizaje activo

La figura 3.4 muestra varios principios instruccionales del aprendizaje multimedia que ayudan a reducir la carga cognitiva de las presentaciones educativas multimediáticas. Por las limitantes de espacio, se presentan sólo algunos de los principios que se derivan de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. Estas ofrecen una visión general de las medidas posi-

CAPÍTULO 3: TEORIA MULTIMEDIA

bles de aplicar al diseño de material educativo multimedia, para apoyar al estudiante en los procesos cognitivos durante el aprendizaje. En la esquina superior izquierda de la figura 3.4 se encuentran las condiciones que generan una mayor carga cognitiva: Información solamente textual compuesta en una unidad continua. Hacia la derecha se van describiendo condiciones que reducen la carga cognitiva. Si se tiene información textual, es mejor utilizar imágenes apropiadas junto con el texto (principio multimedia), aunque el apoyo visual a través de imágenes es de más utilidad para los sujetos con poco conocimiento previo de la información presentada. Las fuentes de información deben estar integradas físicamente y sincronizadas temporalmente (principio de la continuidad temporal).

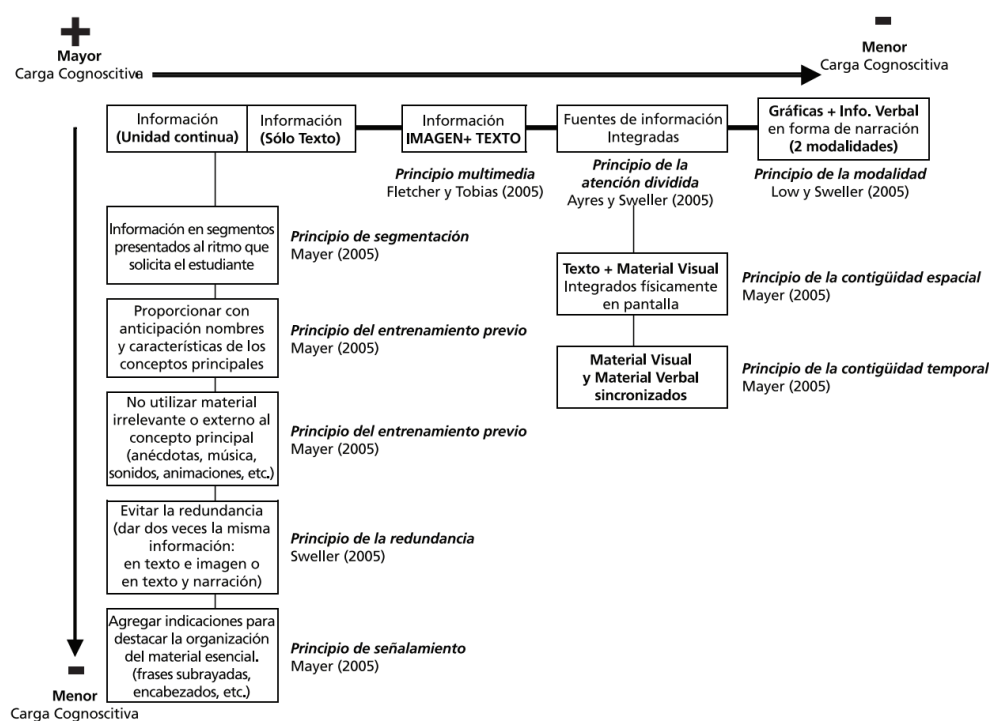


Figura 3.4: Esquema de (Venegas, 2007) formada a partir de la información proporcionada por Mayer (2005, pp.117-200).

Del lado izquierdo y hacia abajo de la figura 3.4, se encuentran otros principios que ofrecen sugerencias para presentar el material al estudiante y que reducen la carga cognitiva. De acuerdo al principio de segmentación, es mejor presentar el mensaje multimedia en segmentos establecidos al paso del estudiante, en vez de hacerlo en una unidad continua. Se aprende con mayor profundidad un mensaje multimedia cuando se saben los nombres y características de los conceptos principales como lo establece el principio del entrenamiento previo. Es mejor si no se utiliza material externo en las explicaciones multimedia (como anécdotas o historias referentes al tema, animaciones, video, música de fondo o efectos sonoros). En el caso de una

sobrecarga externa, se recomienda eliminar los elementos externos que no son indispensables establecido como principio de coherencia.

El material redundante interfiere el aprendizaje, ya que coordinar información redundante con información esencial incrementa la carga cognitiva, lo que interfiere con la transferencia de información a la memoria de largo plazo. Presentar la misma información dos veces requiere que el espectador la procese dos veces. Eso consume los recursos de su memoria de manera innecesaria de acuerdo al principio de redundancia. Si hay una sobrecarga externa, al agregar indicaciones dirigimos la atención del estudiante hacia el material esencial. Estas indicaciones pueden ser frases subrayadas en un párrafo, encabezados para cada etapa de un proceso, énfasis en palabras clave en las narraciones, etc. y se llama principio de señalamiento.

El conocimiento que tenga el diseñador de la manera en que aprendemos los humanos se verá relajado en aplicación multimedia. Comprender el funcionamiento de la mente y de la memoria de trabajo, así como la manera en que procesamos la información y los factores que sobrecargan nuestra capacidad de procesamiento, es una necesidad en el sujeto generador de material educativo multimedia (Latapie Venegas, 2007).

3.3.3. El Constructivismo

El constructivismo es una corriente pedagógica basada en la teoría del conocimiento constructivista, que postula la necesidad de entregar al estudiante herramientas (generar andamiajes) que le permitan construir sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo que implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo. El constructivismo educativo propone un paradigma donde el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende (por el "sujeto cognoscente"). El constructivismo en pedagogía se aplica como concepto didáctico en la enseñanza orientada a la acción.

Como figuras clave del constructivismo destacan principalmente Jean Piaget y a Lev Vygotski. Piaget se centra en cómo se construye el conocimiento partiendo desde la interacción con el medio. Por el contrario, Vygotski se centra en cómo el medio social permite una reconstrucción interna. La instrucción del aprendizaje surge de las aplicaciones de la psicología conductual, donde se especifican los mecanismos conductuales para programar la enseñanza de conocimiento. Existe otra teoría constructivista (del aprendizaje cognitivo y social) de Albert Bandura y Walter Mischel (Bandura and Mischel, 1965) dos teóricos del aprendizaje

cognoscitivo y social.

La perspectiva constructivista del aprendizaje puede situarse en oposición a la instrucción del conocimiento. En general, desde la postura constructivista, el aprendizaje puede facilitarse, pero cada persona reconstruye su propia experiencia interna, con lo cual puede decirse que el conocimiento no puede medirse, ya que es único en cada persona, en su propia reconstrucción interna y subjetiva de la realidad. Por el contrario, la instrucción del aprendizaje postula que la enseñanza o los conocimientos pueden programarse, de modo que pueden fijarse de antemano los contenidos, el método y los objetivos en el proceso de enseñanza.

La diferencia puede parecer sutil, pero sustenta grandes implicaciones pedagógicas, biológicas, geográficas y psicológicas. Así, esto aplicado a un contexto de aula con alumnos significa que desde un enfoque constructivista puede crearse un espacio favorable al aprendizaje, con un clima motivacional de cooperación, donde cada alumno reconstruye su aprendizaje con el resto del grupo. Así, el proceso del aprendizaje prima sobre el objetivo curricular, no habría notas, sino cooperación. Por el otro lado y también a modo de ejemplo, desde la instrucción se elegiría un contenido a impartir y se optimizaría el aprendizaje de ese contenido mediante un método y objetivos fijados previamente, optimizando dicho proceso. En realidad, hoy en día ambos enfoques se mezclan y la instrucción del aprendizaje toma más presencia en el sistema educativo.

3.3.4. Dificultades del constructivismo

En los textos de Mayer, 2004; Kirchner, Sweller, y Clark, 2006, Sweller y sus colegas argumentan que los principiantes no poseen los modelos subyacentes mentales o *esquemas* necesarios para *aprender haciendo* (p.ej. Sweller, 1988). Es más, Mayer (2004) sugiere que cincuenta años de datos empíricos no apoyan la utilización en la enseñanza de la técnica constructivista de descubrimiento puro. En aquellas situaciones que requieren el descubrimiento, aboga por el uso de descubrimiento dirigido. Mayer propone que los principiantes sean **cognitivamente activos** durante el estudio y que los instructores usen *prácticas dirigidas*.

También el filósofo de la ciencia Mario Bunge suscribe críticas al constructivismo desde su visión del hilorrealismo: “El constructivismo pedagógico no sólo es falso, también es perjudicial a causa de que niega la verdad objetiva, elimina la crítica y el debate y hace prescindibles a los docentes” (Bunge, 2007).

La adquisición del conocimiento en contextos espontáneos y naturales es un buen objetivo

desde una perspectiva científica, pero resulta insuficiente para ser aplicado a la educación. Porque la educación es una situación artificial en la que se intenta producir el conocimiento no solo de forma "natural" sino también en otras formas. No se trata tan solo de reproducir el procedimiento (Baquero and Terigi, 1996).

Otros autores sostienen que no es suficiente con la percepción subjetiva de la realidad por parte del individuo para la internalización de los conceptos, sino que es necesaria la interacción del observador con el medio (Cuadra).

3.3.5. Teoría del aprendizaje social

La teoría del aprendizaje social se deriva del trabajo de Cornell Montgomery (1843-1904), quien propuso que el aprendizaje social tenía lugar a través de cuatro etapas principales: contacto cercano, imitación de los superiores, comprensión de los conceptos, y comportamiento del modelo a seguir.

Julian B. Rotter se distanció de las teorías basadas en la psicosis y del conductismo radical, y desarrolló una teoría del aprendizaje basada en la interacción. En *Social Learning and Clinical Psychology* (1954), Rotter sugiere que el resultado de la conducta tiene un impacto en la motivación de las personas para realizar esa conducta específica. Las personas desean evitar las consecuencias negativas, y obtener las positivas. Si uno espera un resultado positivo de una conducta, o piensa que hay una alta posibilidad de que produzca un resultado positivo, entonces habrá más posibilidades de ejecutar dicha conducta. La conducta se refuerza, con consecuencias positivas, llevando a la persona a repetirla. Esta teoría del aprendizaje social sugiere que la conducta es influenciada por factores o estímulos del entorno, y no únicamente por los psicológicos.

Albert Bandura (1978) expandió la idea de Rotter, al igual que la de un trabajo anterior de Miller and Dollard (1941) y se relaciona con las teorías del aprendizaje social de Vygotsky y Lave. Su teoría comprende aspectos del aprendizaje cognitivo y conductual. El aprendizaje conductual presupone que el entorno de las personas causa que éstas se comporten de una manera determinada. El aprendizaje cognitivo presupone que los factores psicológicos son importantes influencias en las conductas de las personas. El aprendizaje social sugiere que una combinación de factores del entorno (sociales) y psicológicos influyen en la conducta. La teoría del aprendizaje social señala tres requisitos para que las personas aprendan y modelen su comportamiento: retención (recordar lo que uno ha observado), reproducción (habilidad de reproducir la conducta) y motivación (una buena razón) para querer adoptar

esa conducta.

3.3.6. Estrategias de aprendizajes

Son una combinación de métodos, medios y mediaciones didácticas, utilizadas por los instructores o tutores y aprendices, para facilitar el aprendizaje y la obtención de los resultados definidos en el diseño curricular. Una estrategia consiste en seleccionar las destrezas más apropiadas para cada situación y aplicarlas adecuadamente. Facilitar el aprendizaje requiere de una planificación, para ello se centra la atención en tres de las corrientes psicológicas contemporáneas más importantes que han tratado de explicar dicho proceso en el ser humano: ellas son las corrientes conductuales, cognitivas y constructivistas.

Es importante destacar que no se hará énfasis en una u otra como la teoría que explica mejor dicho proceso, sino que a partir del análisis de los postulados de cada una de ellas el facilitador del aprendizaje determinará las características de los elementos del proceso instruccional en una situación de aprendizaje señalada y de tal manera, verificar la eficacia de su aplicabilidad. Las teorías de aprendizaje describen la manera en que los teóricos creen que las personas aprenden nuevas ideas y conceptos. Frecuentemente explican la relación entre la información que ya se tiene y la nueva información que está tratando de aprender.

3.3.7. El proceso de aprendizaje

Según Gagné and Glaser (1987) “El aprendizaje consiste en un cambio de la disposición o capacidad humana, con carácter de relativa permanencia y que no es atribuible simplemente al proceso de desarrollo”. Las teorías conductuales o del condicionamiento estímulo y respuesta tienen su origen, fundamentalmente, en las teorías de J.B. Watson, E.L. Thorndike y B.F. Skinner, además tienen un antecedente importante en los experimentos con animales sobre aprendizaje llevado a cabo por Iván P. Pavlov a fines del siglo XIX.

Conductivismo. Corriente de la psicología que se basa en la observación del comportamiento o conducta del ser que se estudia y que se focaliza solo en conductas objetivas observables. El Conductivismo considera que el aprendizaje es de condicionamiento estímulo-respuesta (E-R). En tal sentido, este condicionamiento puede ser *clásico e instrumental*. Explica el mismo como un conjunto de relaciones entre estímulos y respuestas.

Condicionamiento clásico. Desarrollado por el científico ruso Ivan Pavlov, el condicionamiento clásico es el primer tipo de aprendizaje en el que un organismo responde a un

estímulo ambiental. Pavlov estableció las leyes del condicionamiento clásico cuando estudió a los perros privados de alimento y su respuesta (la salivación) cuando el asistente de Pavlov entraba en la habitación. No hay reforzamiento y se basa en el principio de adhesión, en el cual un estímulo o respuesta está unido a otro estímulo o respuesta, la presencia de uno evoca al otro. El experimento de Pavlov ilustra este tipo de condicionamiento.

En el aprendizaje, estímulos que antes eran neutros (aquellos que originalmente no provocaban esa respuesta), van adquiriendo más capacidad, para evocar respuestas que anteriormente se originaban en otro estímulo.

Condicionamiento instrumental. El término condicionamiento instrumental fue introducido por Edward Thorndike y sugiere que la conducta sirve de instrumento para conseguir un fin. Es una forma de aprendizaje mediante el que un sujeto tiene más probabilidades de repetir las formas de conducta que conllevan consecuencias positivas y, por el contrario, menos probabilidades de repetir las que conllevan consecuencias negativas. Se produce una retroalimentación que sigue a la respuesta. “La respuesta es un instrumental para la obtención del reforzamiento”. Un reforzador positivo es un estímulo cuya presencia hace que sea más fuerte una conducta; por su parte, el reforzador negativo es aquel cuya eliminación refuerza la conducta. En el condicionamiento instrumental hay cuatro principios básicos: premio, castigo, huida y omisión. En los cuatro casos ha de tenerse presente que primero se produce la respuesta y luego se premia o se castiga, etc. Atendiendo al tipo de refuerzo el condicionamiento operante puede ser de refuerzo positivo, de refuerzo negativo, castigo, u omisión.

Condicionamiento operante. Uno de los conductistas contemporáneos más destacado en el estudio del aprendizaje fue B.F. Skinner. Su propuesta sobre el condicionamiento operante funcionó con eficiencia en animales y estimó que su aplicabilidad en niños y jóvenes sería exitosa. Para Skinner, el cambio de actuación en el aprendizaje, se traduce como un cambio de conducta, la cual no es más que el movimiento de un organismo en un marco de referencia; por ello el aprendizaje es un cambio de las probabilidades de respuestas, el cual se produce por el condicionamiento operante. La efectividad de éste condicionamiento es tal que el sujeto no sólo aprende a responder ante una nueva situación con una conducta que formaba parte de su repertorio anterior, sino que también le puede permitir obtener un nuevo repertorio de conductas. El adjetivo *operante* se emplea para caracterizar este tipo de condicionamiento porque, y a diferencia del *condicionamiento clásico*, el sujeto interviene u *opera* en el medio, lo modifica y éste reobra sobre el organismo: si los resultados de la acción del sujeto son *adecuados* (en la versión más mentalista diríamos *placenteros*), la conducta se aprenderá,

siendo más probable que se emita de nuevo en las mismas circunstancias; si los resultados de la acción no son *adecuados* (son desagradables) dicha conducta tenderá a desaparecer del sujeto.

3.4. Resumen

Este capítulo proporciona una base teórica para el aprendizaje con multimedia. La mayoría de los modelos discutidos anteriormente conceptualizan el aprendizaje como algo que ocurre exclusivamente en el cerebro. Las representaciones externas, el conocimiento indexical y los recursos sociales son menos significativos en estos puntos de vista del aprendizaje, aunque debe señalarse que otras perspectivas como el constructivismo y las teorías de aprendizaje les otorgan considerable atención (por ejemplo, Clark 1997).

Capítulo 4

Multimedia llevada a la práctica experimental

Se consideró un grupo focal de estudiantes universitario de primer año que toman su primer curso de física introductoria. Respondieron la primera encuesta 27 estudiantes. De éstos, 22 respondieron que es la primera vez que llevan un curso de física en la universidad, lo que significa que el único conocimiento sobre física que tienen es de nivel de secundaria a lo mucho pero no se consideró si no tenían conocimiento en lo absoluto. De éstos, 24 respondieron que se dedican a tiempo completo a la universidad. 14 reportaron en la encuesta que dedicaban al menos 1 hora diaria en promedio a la semana a estudiar la clase de física y 6 le dedican menos de 30 minutos diarios en promedio a la semana. Las características del grupo focal se resumen en la tabla 4.1

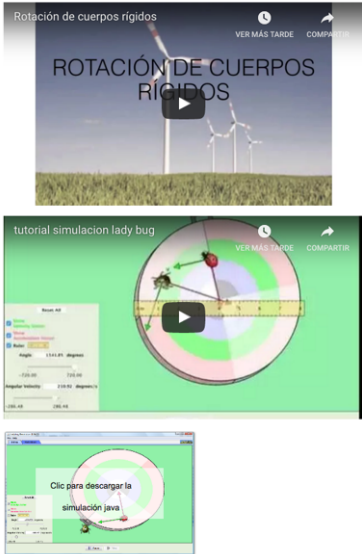
4.1. Resultados y análisis

El método de encuesta permitió explorar la percepción de los estudiantes sobre el diseño de los videos y su contenido. Las opiniones de los participantes fueron examinadas en el proceso del experimento para evaluar los puntos de mejora de éstos videos. El método de encuesta es una herramienta muy útil para evaluar la instrucción y el método usado aquí desde la opinión de los estudiantes. Ellos respondieron el cuestionario mediante un enlace proporcionado en la página virtual que los conducía a una encuesta diseñada en Google Docs y lo hicieron desde donde ellos estuvieran con acceso a internet, por medio de celular o computadora.

En la página virtual de MOODLE, se iba habilitando un tema a la vez que proporcionaba

uno o dos videos cortos del tema y a continuación las preguntas que se derivaban del análisis del video y el tema que se pretendía estudiar. El estudiante primero, tenía que ver el video y luego responder las preguntas con la posibilidad de revisar el libro, el cuaderno u otra fuente para poder responder.

Actividad de preparación: Movimiento de rotación



Objetivos de aprendizaje:

Al realizar esta actividad los estudiantes serán capaces de:

- Explicar algunas de las variables para el movimiento de rotación describiendo el movimiento de un insecto en una plataforma giratoria.
- Describir cómo la posición del insecto en la plataforma giratoria afecta a estas variables.

Instrucciones: En esta actividad, se debe incluir los valores que se pueden medir y mostrar los cálculos para apoyar sus respuestas a las preguntas. Incluir ejemplos utilizando ambos insectos en diferentes posiciones. Utiliza la simulación (descarga haciendo clic en la imagen de arriba) del disco con los insectos y el libro de texto en el capítulo 10.

1. Escribe una historia acerca de los insectos que giran sobre el plato giratorio. En tu historia, incluir la forma de encontrar la distancia que viaja el insecto (la longitud de arco) y el desplazamiento angular.
2. En la página 271 de su texto (Física para ciencias e ingeniería 7ma edición, Serway), el autor afirma que todos los puntos de un objeto rígido tienen la misma aceleración angular y velocidad angular y dice que **"cada partícula sobre el objeto da vueltas a través del mismo ángulo en un intervalo de tiempo determinado y tiene la misma rapidez angular y la misma aceleración angular"**.
 - ¿Cómo podría usar los insectos para poner a prueba esta idea?
 - ¿Es el desplazamiento angular el mismo o no para dos insectos ubicados en diferentes posiciones del disco cuando gira? Explique su razonamiento.
3. ¿Cómo se representa la velocidad tangencial de la mariquita en el disco? Explica cómo tus ideas apoyan la información del libro texto.
4. En el texto, se describen tres tipos de aceleración. Describir cómo la simulación puede ser utilizado para encontrar esas aceleraciones para los insectos en el disco.

Última modificación: Saturday, 15 de October de 2016, 11:57

Figura 4.1: Captura de pantalla de actividad en línea

Esta actividad de aprendizaje en línea Figura 4.1 consta de un video, explicando la cinemática de rotación de cuerpo rígido, un video tutorial para utilizar una simulación java descargable de la plataforma phet.colorado.edu de la universidad de Colorado, llamada Lady Bug y se evaluaba mediante un cuestionario en MOODLE como se muestra en la figura 4.1. El cuestionario esta basado en una actividad propuesta por el mismo sitio para realizar la simulación de Lady bug. El cuestionario contiene 4 preguntas en la cual se realizan preguntas sobre distancia recorrida, velocidad angular y velocidad tangencial, aceleración angular y aceleración tangencial basados en la simulación. El objetivo del cuestionario fue poner a los

estudiantes a pensar sobre lo que sucedía con el movimiento del objeto de la simulación y los conceptos que se discutieron en el video preliminar sobre cinemática rotacional. Determinar lo que los estudiantes estaban aprendiendo es una tarea complicada. Uno espera que el video promueva el interés de los estudiantes hacia el tema de estudio, recordando lo que se estudia del libro. Esta opinión se ha expresado anteriormente con respecto al efecto de información interesante sobre el aprendizaje (Mitchell 1993, Schraw et al. 2001). El aprendizaje se evaluó a lo largo de las dimensiones de Conciencia, Placer, Interés, Formación de Opinión y Entendimiento (la analogía de AEIOU) (Burns, O'Conner & Stocklmayer 2003). La profundidad de la comprensión del estudiante y la voluntad de discutir concepciones sobre la cinemática rotacional se examinaron como los indicadores más significativos del aprendizaje del estudiante al efectuar el cuestionario y durante la discusión de ésta actividad en la clase por medio de una ronda de preguntas acerca de la actividad y del contenido abordado y posteriormente, en la encuesta de opinión sobre la metodología.

Experiencia previa en física		Secundaria	Universidad
tamaño de muestra (n=27)		(22)	(5)
Horas semanales de estudio	más de 7	de 3.5 a 7	menos de
	hrs	hrs	3.5 hrs
	(14)	(7)	(6)

Tabla 4.1: Resumen de atributos del grupo focal

4.2. Resultados y análisis

Se obtuvo una relación experimental entre los recursos multimedia que se elaboraran con la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos que se expondrán en los videos. Se diseñó y se construyó un modelo o formato de recursos multimedia (videos) que permite la elaboración de videos efectivos para la enseñanza-aprendizaje de la física. Este consiste en la preproducción, producción y edición o postproducción y evaluación. Se prepara el contenido del video mediante imágenes en Power Point o Keynote. Se puede tener el montaje del equipo y tomar fotos. Se elabora el guión para ahorrar tiempo en la grabación. Se prepara el

equipo de grabación, iluminación y el montaje experimental y luego se efectúa la grabación. Las grabaciones se hicieron en mudo y después la grabación del sonido y descripción del contenido. Finalmente, se realiza la edición de los videos.

Otro tipo de videos fue hecho únicamente con Keynote. Elaborando primero las diapositivas del tema, el guión y luego se graba el dialogo. Por ultimo, edición de los videos utilizando iMovie de Mac. Se construyó y validó un aparato para medición o evaluación de los conocimientos adquiridos con el uso de una nueva metodología de enseñanza, haciendo uso de Aula Virtual, Socrative, Actividades Virtuales y Videos.

Divulgación y apropiación de los resultados: Se elaboró un articulo sobre el uso de esta nueva metodología de enseñanza en el cual se exponen los resultados y experiencias adquiridas en este proyecto y se envió a la Dirección de Innovacion Educativa para su divulgación en la VII Jornada de Innovación Educativa de noviembre del 2017 en CU-UNAH. Los estudiantes realizaban la actividad, antes de discutirla en clase y previo a comenzar a estudiar el tema. A la actividad se le denominó “actividad de preparación” ya que se entraba a discutir por primera vez durante la clase después de realizar dicha actividad. Los estudiantes presentaban las preguntas resultas en sus cuadernos, lo que permitía realizar una discusión mas fluida y participativa sobre el tema durante la clase.

4.2.1. Discusión del impacto del modelo en los participantes

Una de las características comunes al grupo fue la disposición de los participantes a realizar preguntas y responder a las preguntas que se les lanzaban espontáneamente sobre la cinemática de rotación de cuerpo rígido. Esto demostró que el video hizo que los estudiantes pensarán críticamente sobre la física. A pesar de tener incertidumbres, los estudiantes se mostraban dispuestos a explorar el conflicto en su modelo mental planteado por la actividad virtual. Aunque todavía estaban inseguros de sus concepciones, durante la clase se discutieron las preguntas y se aclararon las mismas lo que sirvió para aumentar el nivel de confianza sobre los conceptos.

A pesar de la falta de confianza característica de este grupo de estudiantes de primer año, ellos se plantearon cuestionamientos de los conceptos y se discutieron, indicando un mayor interés y conciencia (I y A de la analogía AIEOU). Como resultado directo de esta actividad, los estudiantes estaban más seguros con sus preguntas y respondieron activamente. De la tabla 4.2, los grupos de mayor interés (entre alto y moderado) discutieron con más confianza las concepciones y más correctamente (en la prueba y durante clases), lo que podría indicar

una mejor comprensión de los temas. También hubo una clara separación entre los grupos de interés alto y moderado. El grupo de interés moderado se sintió cómodo con las ideas de la física que se discutieron en videos y durante las clases.

Numero de respuestas Participantes		En cuestionario 29		En Prueba 24		
Puntaje Encuesta/Prueba		¿Les gustaron los videos? (1-10)		Nota de la prueba (1-10)		
Calificación	10-8 Alto	8-7 moderado	6-1 bajo	10-6 Alto	5 moderado	4-1 bajo
Participantes que reponden	(21)	(7)	(1)	(9)	(7)	(8)

Tabla 4.2: Número de declaraciones relacionadas con la validación de los videos clasificadas por puntaje y nota obtenida en la prueba

La evaluación especial final en forma de prueba (tabla 4.3) mostró una buena comprensión de los alumnos hacia los conceptos fundamentales expuestos y mejora en el aprendizaje. Hay una diferencia significativa entre las dos metodologías y la nueva metodología es mas efectiva con un 95 % de certeza, según la prueba de hipótesis. La encuesta de opinión señala que el 96.6 % de los estudiantes se adhiere bien a la metodología nueva y de hecho el 80.6 % la prefieren a cursos tradicionales.

4.3. Percepciones de los participantes sobre el diseño experimental multimedia

Un interés de este estudio fue explorar las percepciones estudiantiles del diseño multimedia auténtico y compararlas con algunos principios establecidos de este método. Como se describió anteriormente, los comentarios de los grupos focales se desglosaron y se codificaron en

Rangos de calificación en prueba	10-6: Alta	5: Moderada	4-1: Baja
Rangos de calificación (participantes)			
¿Les gustaron los vídeos?			
8-10: Alta (21)	7/21 (33 %)	6/21 (29 %)	5/21 (24 %)
7-6: Moderada (7)	-	1/7 (14 %)	2/7 (28 %)
5-1: Baja (1)	1/1 (100 %)	-	-

Tabla 4.3: Correlación existente entre los participantes con nivel de satisfacción a los videos y las notas de las pruebas

categorías de factores. La Tabla a continuación muestra las categorías finales y las frecuencias relativas con las que emergieron en cada grupo focal. Cada una de estas categorías se aborda a continuación, indicando la forma en que apareció el factor y cómo se compara con la investigación pertinente.

4.3.1. Categorías y frecuencias relativas con las que emergió el grupo focal.

- **Edad:** el 60 % de los participantes tenía un rango de edad de 15 a 20 años, el 37 % entre 20 a 25 años. Ver en apéndice la encuesta.
- **Contenido conceptual de la física:** los que piensan que debería ser mas largo y tener mas contenido físico, en la encuesta, el 12 de 28 participantes (43 %) piensa que debe mejorar el contenido en calidad. Hubo comentarios sobre mejorar el nivel de los ejemplos, que sean de mayor dificultad.
- **Contexto:** Los participantes que comentaron sobre preferir un video largo explicando

con ejercicios el tema fue el 30 % y un video corto con un ejemplo practico explicando el tema, 20 %.

- **Interés:** Ésta categoría señala las razones por las cuales estaban interesados y niveles de interés en ver los videos. El 61 % coinciden que el ver videos es una forma conveniente de aprender y el 40 % piensan rotundamente que los videos sirven para fortalecer lo estudiando.
- **Explicación:** En esta categoría se identifica el claro lenguaje utilizado complementado con imágenes explícitas como las razones de que el video era fácil de seguir. Mayer (1997, 2001) ha demostrado repetidamente que aprender utilizando varios modos con texto e imágenes o animación y narración es más exitoso que con un solo modo a la vez. Este hallazgo está en consonancia con la teoría de codificación dual de Paivio (1971, 1986), que dice que el cerebro procesa la información verbal y no verbal por separado, como se analiza en la Sección 3.3. Cuando la información de estos dos modos es parte del mismo mensaje, la formación de vínculos entre modelos verbales y no verbales aumenta significativamente la probabilidad de recordar y transferir conceptos. El 87 % de los participantes Consideras que aprendio mejor los conceptos de los temas de rotaciones viendo los videos demostrativos y haciendo actividades de preparación como apoyo a la clase. Esto verifica la teoría de codificación dual.
- **Audio:** En dicha categoria, la intensidad del sonido y calidad del sonido y locución es considerada. Esta categoria ilustra de nuevo claramente la naturaleza “*artesanal*” de ésta intervención, ya que va en contra de los resultados de la investigación que sugieren que los sonidos deben mantenerse al mínimo para promover el aprendizaje (Clark & Mayer 2003, Mayer 2001). La adición de sonidos como “ruido de fondo” para añadir realismo a la narrativa, no tiene ningún efecto en el aprendizaje según Barrington (1970, 1972) citado en Wetzel et al., (1994, p.143). Segun la encuesta 11 de 28 (39 %) de los participantes consideran que debe mejorar la calidad de audio, es decir, se escuchaba bajo o existia alguna confusión en el seguimiento de la narrativa (punto de mejora en el experimento).
- **Texto:** En esta categoría se estudia cómo reaccionaron al texto presentado en los videos. Mayer (2001) demostró que el uso de texto en pantalla junto con imágenes y narración tuvo un efecto perjudicial en el aprendizaje, ya que dividió la atención de los estudiantes entre las imágenes y el texto. Sospechaba, sin embargo, que el uso de texto en pantalla cuando no está en competencia con otros visuales podría dar diferentes

resultados. Este es un punto apoyado por Borzyskowski (2004), quien argumenta que la alfabetización es más una habilidad básica que la capacidad de comprender visuales complicados. Por lo tanto, el texto animado puede ser el paso intermedio entre el texto y las representaciones visuales necesarias para guiar a los estudiantes de una representación a otra. En los videos que se presentaron

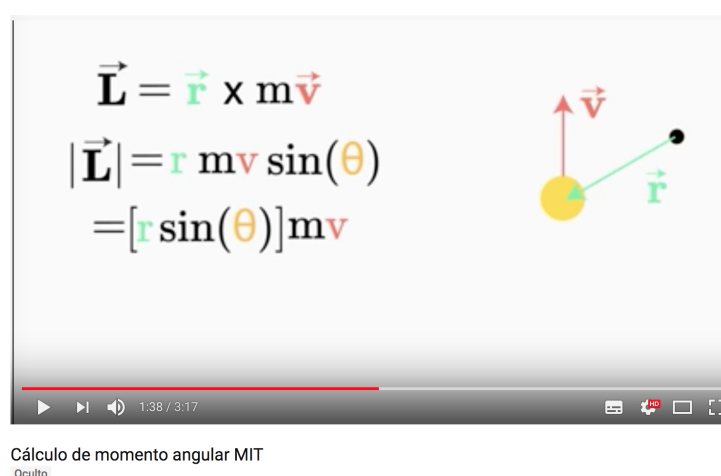


Figura 4.2: Captura de pantalla del video de preparación: “Cálculo de momento angular”

- **Duración:** En el grupo los participantes estuvieron de acuerdo en que el video era corto y conciso. Sin embargo, esta opinión tuvo implicaciones positivas y negativas, ya que algunos encontraron el video suficiente por sí solo, mientras que otros lo encontraron muy corto en su explicación. Esto condujo a sugerencias de que se debería incluir más contenido conceptual o de problemas, como se señaló anteriormente. Dado que la mayoría de los maestros utilizan los videos “*como una parte complementaria*” de sus estrategias de enseñanza y no como un sustituto a ellos (Barford y Weston 1997, p.46), el video es probablemente de una longitud apropiada para ver en durante una clase o afuera. Además, la conclusión de que los estudiantes querían más explicación a partir del video sugiere que las explicaciones de los profesores y las explicaciones adicionales después del video sería un método eficaz de enseñanza. Se ha demostrado que las introducciones de temas en forma de videos y las discusiones de seguimiento después, durante la clase, aumentan el aprendizaje y a veces más, luego de una segunda visualización del vídeo (Wetzel et al., 1994, Russell 1985).

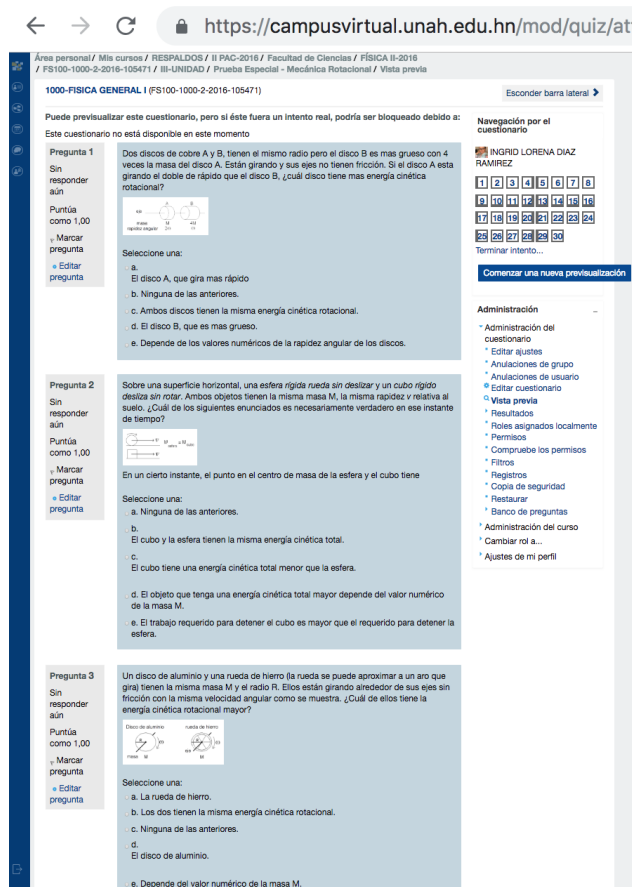


Figura 4.3: Segmento del cuestionario final.

4.4. Resultados y análisis

El cuestionario de evaluación final Figura 4.3 para los dos grupos consistía en 30 preguntas con 5 posibles respuestas de opción múltiple, con a lo mucho 5 opciones de nivel de complejidad medio-alto tomados de Rimoldini and Singh *Student understanding of rotational and rolling motion concepts* (Dated: February 2, 2008) y Mazur, *Peer instruction*. La puntuación máxima posible en el cuestionario fue de 10 puntos.

Los puntajes para los dos grupos fueron de distribución normal (figura 4.6). Para realizar la prueba t se identificaron dos muestras relacionadas y se estableció la prueba realizandola con los primeros 23 datos de la tabla mostrada en la figura 4.4. Se encontró un p valor $< .05$ que se muestra en la figura 4.5 dónde el p valor de dos colas fue 0.001799617 y promedios de 5.485 y 4.1595 respectivamente como se muestra en la figura 4.4. **La hipótesis nula** establece que la nueva metodología multimedia **NO** es mas efectiva para el aprendizaje que la cátedra convencional. Por el p valor **la hipótesis nula se rechaza** y se encuentra que **si**

CAPÍTULO 4: MULTIMAEDIA LLEVADA A LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL

Participantes	1000 Calificación/ 10,00	800 Calificación/ 10,00
1	7.67	3.33
2	6.50	6.67
3	5.83	4.5
4	6.50	6.33
5	7.00	4.83
6	6.17	4.17
7	4.33	2.83
8	5.17	6.33
9	7.17	4.50
10	3.83	4.50
11	5.83	2.83
12	7.17	4.50
13	4.17	5.17
14	6.00	3.83
15	5.67	3.17
16	5.33	3.00
17	2.83	5.17
18	4.33	4.83
19	5.50	4.50
20	7.33	1.67
21	5.83	3.50
22	4.83	1.67
23	4.67	3.50
24	4.17	3.67
25		5.00
Tamaño (n)	24	25
Media	5.58	4.16
Desv. Estdr.	1.25576172	1.29280702
S^2	1.5769375	1.67135

Figura 4.4: Calificaciones y estadística descriptiva de la prueba de la mecánica de rotaciones para el grupo control (800) y grupo experimental (1000). El puntaje bruto máximo posible fue de diez.

existe una diferencia significativa entre las dos metodologías en el aprendizaje dentro de un 95 % de nivel de confianza.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	7.67	3.33
Media	5.48521739	4.15956522
Varianza	1.44068972	1.75990435
Observaciones	23	23
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.0026847	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	3.54894209	
P(T<=t) una cola	0.00089981	
Valor crítico de t (una cola)	1.71714437	
P(T<=t) dos colas	0.00179962	
Valor crítico de t (dos colas)	2.07387307	

Figura 4.5: Prueba t

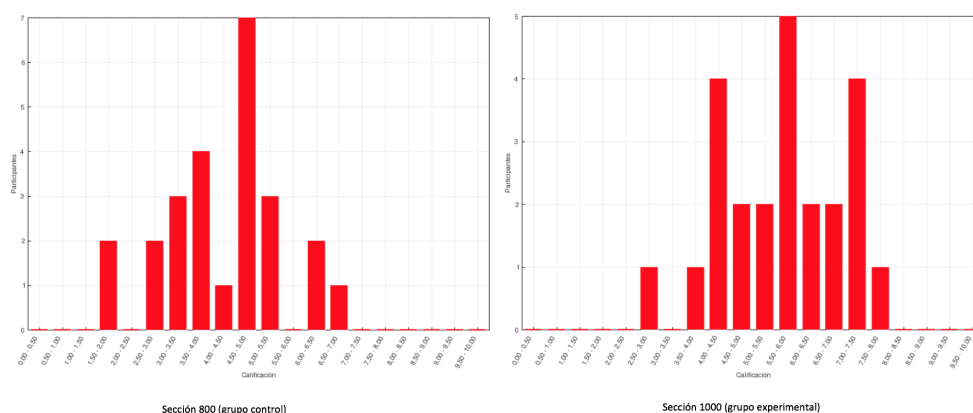


Figura 4.6: Gráfico de barras para las calificaciones. Las distribuciones con medias de 4.16 para el grupo control 5.58 para el grupo experimental fueron significativamente diferentes

4.5. Discusión

En este estudio, los dos primeros niveles de la evaluación de Kirkpatrick and Kirkpatrick (Los cuatro niveles -perspectiva general-: Evaluación de la reacción. Evaluación del aprendizaje. Evaluación de la conducta. Evaluación de los resultados.) se realizaron en los videos, utilizando un grupo de enfoque de estudiantes con diferentes orígenes pero con cualidades comunes. A partir de las cuales se desarrolló una serie de categorías, que luego se utilizaron para comparar las preferencias de los estudiantes con *los principios de diseño multimedia*. Estas preferencias pueden aplicarse al desarrollo de futuras preguntas de investigación y de intervenciones educativas.

La implicación que existe para la enseñanza es que a través de los vídeos se estimule el pensamiento sobre los conceptos de la física en diversos estudiantes con muchos niveles de

	Grupo Control	Grupo Experimental
Calificaciones en la prueba (10 puntos)	4.2 ± 0.55	5.5 ± 0.53
Examen III- Parcial (%)	58.9 ± 10.3	63.9 ± 8.50

Figura 4.7: Medias de calificaciones en la prueba y en el examen del 3er parcial para el grupo control y experimental

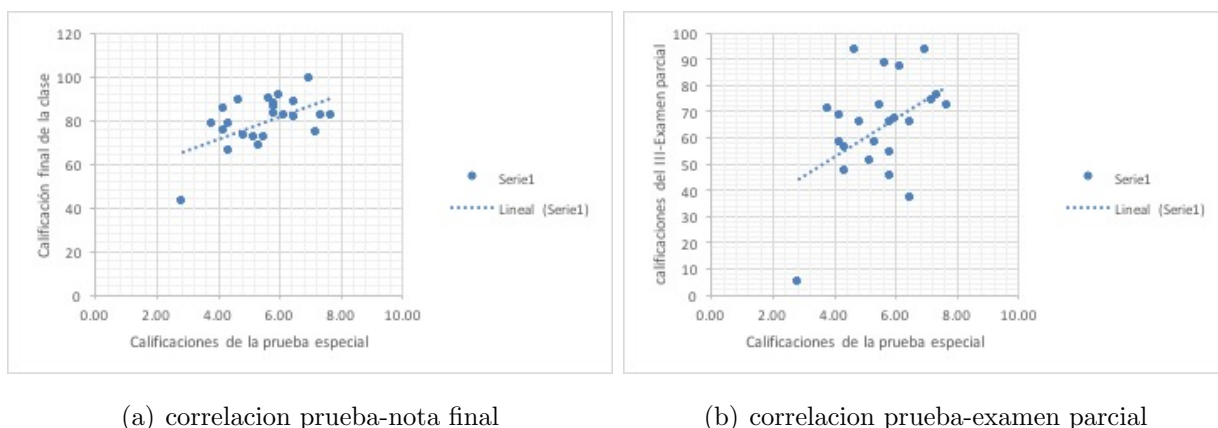


Figura 4.8: Correlación entre prueba especial con nota final y examen del 3er parcial

interés y conocimiento previo. En un entorno de discusión, los estudiantes mostraron una disposición para hacer preguntas y responder a sus compañeros y su maestra. Aunque esto puede no ser fácil de replicar en clases magistrales, puede ser posible duplicar en clases de tipo tutoriales. Esto hace que el uso del vídeo sea más efectivo, como se muestra en muchos estudios anteriores. Es posible que los resultados de este estudio se hayan logrado debido, al menos en parte, al grupo de enfoque y la naturaleza del estudio.

No es sorprendente que los estudiantes con mayor interés y experiencia en física estuvieran más seguros de hablar acerca de los conceptos y de responder entre sí. Estos estudiantes mostraron una comprensión más profunda de conceptos sugeridos, la confianza con la que se presentaron estas ideas y la capacidad de formar opiniones coherentes. Independientemente del interés o la experiencia previa en física, los estudiantes pensaron mas y estaban abiertos a hablar de sus concepciones y preocupaciones. De hecho, incluso en el grupo de interés bajo los estudiantes eligieron discutir los conceptos de la física.

En general, las preferencias de los estudiantes coincidían sorprendentemente bien con los principios prominentes del diseño multimedia. Los participantes fueron positivos sobre aspectos del video tales como las imágenes, el uso de agentes pedagógico en pantalla, y les

permitía organizar el conocimiento, con el apoyo de las discusiones en clase. Los resultados de este estudio se complicaron por algunos factores, por ejemplo, el grupo de bajo interés fue más negativo en el contexto, explicaciones, colores y sonidos en la película, probablemente debido a su desconocimiento del tema.

Los estudiantes, independientemente de sus antecedentes o interés intrínseco en la física, querían saber más sobre la física después de ver el vídeo. También querían que se incluyera más contenido físico en el estilo de vídeo. Las categorías esbozadas en este estudio abarcan una amplia gama de aspectos que eran importantes para los estudiantes y que serían de vital importancia a la hora de diseñar futuros vídeos educativos. Este estudio también pone de relieve la necesidad de evaluar las intervenciones educativas, no sólo cuando se desarrollan e introducen, como ocurre a menudo, sino cuando ya han sido seleccionadas por los profesores o utilizadas de forma rutinaria.

Capítulo 5

Enseñanza de la mecánica rotacional

Para diseñar multimedia orientada a la enseñanza de la física no sólo se debe entender el aprendizaje con multimedia sino también las prácticas actuales de enseñanza y aprendizaje en física. Por lo tanto, el otro enfoque de la investigación preliminar fue la enseñanza de la física actual y el aprendizaje que resulta de ella. En este capítulo describo una auditoría de cursos de física en el nivel superior al cual se enseña en la escuela de física para estudiantes de física general.

La física es un campo amplio y diverso y, por consiguiente, es imposible realizar una revisión exhaustiva de las prácticas docentes. Sin embargo, era importante caracterizar la enseñanza de la física en todos los niveles de la educación terciaria. Esta visión transversal representa mejor la diversidad en la enseñanza que una encuesta de diferentes áreas temáticas en un nivel.

La mecánica rotacional fue seleccionada como el área de la física a investigar por varias razones. Es un tema con el que los estudiantes tienen poca experiencia en la escuela secundaria. Es un aspecto fundamental de la mecánica. Considerado por algunos estudiantes un tópico difícil y en algunos casos, como el momento angular, es un tanto contraintuitivo y existen muchos estudios sobre la enseñanza y aprendizaje de la mecánica de rotaciones.

5.1. Introducción

Esta investigación preliminar tiene una serie de objetivos. En primer lugar, el objetivo era proporcionar un escenario de las estrategias de enseñanza empleadas por diferentes profesores de física general. Era importante documentar las prácticas de enseñanza junto con el

aprendizaje resultante para identificar las fortalezas y debilidades de los enfoques existentes. Como se sugiere en el capítulo 1, las debilidades de la enseñanza actual presentan oportunidades potenciales para la multimedia. Por lo menos, la caracterización de la forma en que la física se enseña y aprende en una institución universitaria da una idea de los desafíos únicos y las posibilidades presentadas por la enseñanza de la física.

5.2. Método

Para éste estudio, se visitaron tres secciones de física introductoria, que son del área de ingenierías y ciencias (Física General I) de las carreras de física (FS), astrofísica (AF) e Ingeniería en: Sistemas (I.S.), Industrial (I.I), Civil (I.C.), Eléctrica (I.E.), Mecánica (I.M). Para estos estudiantes, la clase de física general es del primer trimestre del segundo año. El número de estudiantes entrevistados se resume en la siguiente tabla:

Sección	I.S.	I.C.	I.Q.	I.I.	I.E.	I.M.	FS/AF	Total	Edad prom.
1000	7	5	4	5	4	2	0	27	20
1100	3	3	0	0	6	1	2	15	20
1200	12	4	2	3	5	0	0	26	20

Tabla 5.1: Encuesta a estudiantes de FS100 sobre la enseñanza de física

Cada sección encuestada consta de estudiantes con un promedio de edad de 20 años, de 6 carreras de ingeniería y de física y astrofísica. Es la primera clase de física introductoria en la universidad que ellos llevan, generalmente, al final del primer año o inicios del segundo año, siendo un requisito haber cursado Cálculo I. Entonces, no tienen un conocimiento previo conceptual fuerte de física y por tanto, es su primer curso formal de mecánica clásica y base para sus futuras clases de ingeniería o ciencias. En este curso se les da una base formal de cinemática en 1D y 2D, Dinámica transnacional y rotacional, leyes de conservación de: energía y cantidad de momento lineal y angular. La clase es unificada con todas las secciones de física en cuanto a ponderación de evaluaciones y los tres exámenes parciales, que se realizan en intervalos de 4 semanas entre cada examen aproximadamente.

En la tabla 5.1 colecté la información de la encuesta sobre la enseñanza de la clase FS100 desde la perspectiva de los estudiantes y de manera verbal en un interrogatorio con un grupo aleatorio de estudiantes de la sección 1100 del 1er periodo del 2017 y en base a mi experiencia

personal como maestra de física. Existen trabajos relevantes sobre el aprendizaje desde la perspectiva del estudiante en la educación superior en Prosser & Trigwell (1999) y McInnis et al. (2000).

Se identificaron ocho enfoques de enseñanza y se utilizaron para caracterizar el modo de enseñanza en cada segmento de clase: demostraciones o visuales analogías ejemplos del mundo real matemáticas Discusiones Predicciones Historia explicaciones del profesor.

Se utilizó una escala de puntuación de seis puntos (de 0 a 5) para dar una medida aproximada de los ítems anteriores en cada segmento de clase. Los criterios se muestran en la Tabla 5.2.

En la tabla 5.3 se muestra un ejemplo de calificación o rúbrica. Este segmento particular de la clase implicó una explicación del mecánica rotacional o de mecánica de fluidos. Además de estas calificaciones se recopilaron en una base de datos y se analizaron las tendencias más significativas.

Puntuación	Criterios de Puntuación	Perspectiva del estudiante
0	El elemento no estaba asociado con el segmento explícita o implícitamente sobre lo que duró	No hay correlación entre el elemento y el segmento
1	El elemento estaba implícitamente asociado con parte del segmento	Solamente el más agudo de los estudiantes reconocería la relevancia del ítem
2	El artículo estaba implícita o explícitamente asociado con parte del segmento pero no fue presentado de manera significativa	Los estudiantes avanzados pueden ver la relevancia del artículo en el segmento y ganar algo de él
3	El elemento estaba implícitamente o más probablemente asociado explícitamente con parte o la totalidad del segmento y era suficiente en su fase presentación	La mayoría de la clase vería la relevancia del artículo en el segmento y podría ganar algo de él.
4	El elemento estaba explícitamente asociado con la mayoría o todo el segmento y fue bien presentado	Casi todos los estudiantes verían la relevancia del artículo en el segmento y deberían aprender algo de él.
5	El elemento estaba explícitamente asociado con del segmento y se presentó de una manera que inspiró interés	Incluso aquellos estudiantes que no prestan atención se sentirían atraídos por el segmento y, por lo tanto, verían la relevancia del artículo y participarían en el contenido

Figura 5.1: Rúbrica de evaluación de enseñanza de la física según los estudiantes

5.3. Resultados

Los datos de los tres cursos se agruparon y se representaron como se muestra en la Figura 5.1. Este diagrama revela los estilos de enseñanza más y menos comunes durante tiempo de clase. A partir de los datos, surgieron cuatro temas clave en las áreas de interactividad, visuales y demostraciones, matemáticas y contenido del curso. El tema de la interactividad abarca observaciones de discusiones, predicciones y explicaciones de los profesores. Estos temas se discuten en detalle a continuación. Dos observaciones que surgieron independientemente de los datos cuantitativos, pero que influyeron fuertemente en los resultados fueron: la influencia del profesor, las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje.

Elemento	Puntaje (0-5)
Tiempo total (en minutos):	55 min
Imágenes:	0
Matemáticas:	5
Analogías:	5
Predicciones:	5
Discusiones:	0
Mundo real:	5
Historia:	3
Explicación:	5

Figura 5.2: Ejemplo de la calificación sobre la enseñanza de física de una hora clase

5.3.1. Influencia del profesor

Se usó una entrevista a un grupo de estudiantes como una fuente secundaria de información para ayudar a comprender los hallazgos cuantitativos. A continuación, se hace referencia a los participantes de la entrevista indicado por la letra E y un número para diferenciar a cada estudiante.

Se encontró que el tono de la clase, los métodos de enseñanza y el tipo de aprendizaje que se estaba llevando a cabo eran, como era de esperar, muy dependientes del profesor. Esto merece enfatizarse, ya que la preparación y presencia del profesor en clase fueron el factor más influyente según los estudiantes. Si bien el contenido fue muy similar en los cursos debido a que son cursos que llevan el mismo sílabo y mismas evaluaciones de exámenes, en las clases la única diferencia fue el énfasis, profundidad de explicaciones, ayudas visuales

utilizadas y descripciones matemáticas. Esta es la causa más obvia de variación entre los cursos encuestados. De la entrevista con los estudiantes, los profesores que fueron percibidos como los más interesantes y siempre fueron percibidos como los mejores para aprender.

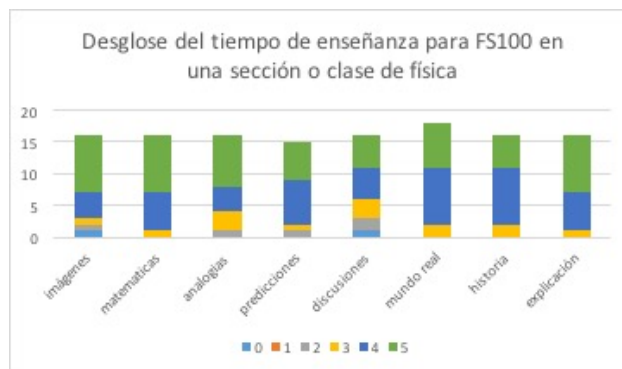


Figura 5.3: Distribución de los tiempos en clase para los segmentos que se evaluaron en la enseñanza en clase

5.3.2. Las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje

Los estudiantes en general, permanecen en silencio durante las clases y generalmente es el maestro/a quien habla a excepción de algunos instantes en los que lanza una pregunta. En menor manera, algunos hablan entre si cuando discuten algo sobre la clase, pero por muy corto tiempo. Los estudiantes en su mayoría llegaban temprano a la clase y muy pocos llegan hasta 15 o 20 minutos tarde. Era evidente que, para la gran mayoría de los estudiantes, el interés intrínseco en el material presentado era elevado. Esto está en contradicción con el estudio realizado por McInnis, et al. (2000, p. 20), que estableció la tendencia de que un número considerablemente menor de estudiantes encuentren en las clases presenciales una valiosa fuente de aprendizaje. Los resultados pueden indicar que las clases aún son un entorno de aprendizaje bastante importante para los estudiantes aún y cuando ahora se tienen más acceso a otras formas de información particularmente a través de Internet.

Durante una entrevista verbal con estudiantes de FS100 de la sección 1000, un tema interesante fue la poca interacción entre maestro y alumno durante las cátedras y la importancia elevada que le dan los estudiante al aprendizaje que tienen durante la cátedra. En la entrevista los estudiantes consideraban las clases teóricas como el entorno en el cual ocurre el aprendizaje significativo. Esto esta en contrapeso con las tendencias actuales de aprendizaje usando fuentes de enseñanza multimedia en internet y otras diversas fuentes de aprendizaje. Los estudiantes encuestados se enfocan mas en aprender dentro de la clase tradicional

(Prosser & Trigwell 1999).

E1: No le preguntamos al profesor por miedo a la reacción que podría tener el licenciado y porque no sabemos si lo que preguntamos es lo correcto.

E2: La clase es la principal -fuente de aprendizaje- pero a veces nos apoyamos en otras fuentes como YouTube u otros [tipos de] videos extra.

E3: La clase es muy importante, [también] necesitamos actualizar[nos] más para poder salir de algunas dudas que a veces por el limite de tiempo no terminamos de entender.

E4: Necesitamos otras formas de entender como los libros, youtube o el internet. Esas otras fuentes solo son para aclarar o salir de dudas. Para apoyarnos en lo que ya hemos aprendido en la clase. Terminar de reforzar lo aprendido en clase.

E5: El aprendizaje ocurre durante la clase y reforzamos con otras [fuentes] fuera de la clase.

Estos estudiantes sintieron que las cátedras tenían un gran valor pero creían que una pequeña parte de su aprendizaje -complementario a la clase- ocurría fuera del aula. Citaron las notas del curso como componentes importantes de su aprendizaje. Todos los estudiantes entrevistados evaluaron mal el papel de las pregunta y discusión durante la clase aduciendo que a veces no se sienten muy confiados para realizarlas.

La figura 5.3 ilustra el desglose del tiempo de enseñanza en una de las clases encuestadas. Las características de este cuadro se utilizaron para determinar los instrumentos clave relacionados con las prácticas de enseñanza actuales más cotidianas y tradicionales. El más comúnmente utilizado en el tiempo de enseñanza fue la explicación del profesor o cátedra, las imágenes y las matemáticas; mientras que las discusiones, historia y las predicciones se encontraban entre las menos utilizadas como instrumento de enseñanza, éstos últimos se consideran dentro del esquema de interactividad maestro-alumno y alumno-alumno. El método de enseñanza más común involucró el uso de visuales o imágenes y demostraciones de cátedra. Las matemáticas fueron el tercer aspecto más significativo de la enseñanza y diferentes profesores las usaron de diferentes formas. No hay mucho énfasis sobre aspectos histórico en los cursos encuestados.

Mediante la prueba se quiso investigar las dificultades comunes que tienen los estudiantes de ambos grupos con los conceptos vistos en mecánica de rotaciones en el tercer parcial cubiertos en el curso introductorio de física. Se comparo el rendimiento de los estudiantes de física del grupo control con el grupo experimental según lo que habían aprendido de los conceptos de rotación en un nivel intermedio. Se observa en la tabla de la figura 5.4 que todos los

	A		B		C		D		E		N.A.
1	1	1	2	3	20	20	1	0	1	0	
2	1	5	13	16	8	2	0	0	3	1	
3	0	1	22	21	3	2	0	0	0	0	
4	3	1	3	4	19	18	0	0	0	1	
5	1	2	2	2	5	3	8	15	9	2	
6	0	0	3	10	8	3	13	11	1	0	
7	0	0	6	18	16	6	3	0	0	0	
8	22	6	0	0	0	2	0	0	3	16	
9	0	2	1	3	7	1	12	15	5	3	
10	8	2	1	0	12	19	2	1	2	2	
11	0	0	0	1	1	0	15	17	8	0	1
12	0	2	5	3	14	15	2	3	3	1	1
13	0	0	9	9	7	4	2	5	6	6	1
14	2	1	3	1	1	3	9	0	9	18	1 1
15	8	13	3	5	10	4	0	0	3	2	1
16	0	2	3	4	21	18	1	0	0	0	
17	4	2	3	0	2	1	13	18	3	3	
18	1	6	3	6	14	6	4	6	1	0	2
19	3	2	10	13	1	0	2	0	8	9	1
20	9	15	8	5	3	0	0	1	4	3	1
21	6	16	6	5	1	0	9	2	2	1	1
22	10	18	2	1	0	3	1	0	10	2	2
23	13	16	4	2	1	0	1	0	3	6	3
24	5	4	12	16	2	0	1	2	2	2	3
25	4	4	6	12	3	1	7	1	1	6	4
26	11	4	0	0	10	20	1	0	0	0	3
27	2	2	1	2	0	3	1	7	18	10	3
28	20	13	3	11	2	0					
29	4	4	10	10	4	2	3	8			4
30	2	2	16	17	3	4	8	12	4	9	

Grupo control
Grupo experimental

Figura 5.4: Las preguntas de opción múltiple de la prueba especial (incluidas en el Apéndice) se administraron a un total de 59 estudiantes. La tabla presenta el número de estudiantes que seleccionan las opciones de respuesta (A) - (E) para cada pregunta de la prueba (los números en negrita se refieren a las respuestas correctas, N.A. fueron las respuestas sin responder).

estudiantes mostraron dificultades similares, independientemente de su origen, y una mayor sofisticación matemática no parece ayudar a adquirir una comprensión más profunda sin embargo se puede ver que los estudiantes de grupo experimental pudieron responder mejor en comparación al grupo control en casi todas las preguntas, a excepción de las preguntas 4, 5, 15, 16 y 28. Adicionalmente se observa que el grupo experimental, solo una persona no respondió una pregunta, mientras que en el grupo control hubo un total 32 preguntas sin responder (N.A.).

Diseño de las preguntas

La prueba se realizó usando un total de 24 preguntas extraídas del paper *Student understanding of rotational and rolling motion concepts*, 3 del libro *Peer instruction A user manual de Erick Mazur* Rotaciones (pg. 153 - 155) y 3 de otras fuentes para formar un total de 30 preguntas, como se muestra en la tabla 5.2. En el paper las preguntas fueron aplicadas a estudiantes de la Universidad de Pittsburgh, administrándola en varios cursos introductorios de física y entrevistando a seis estudiantes de física introductoria individualmente en las preguntas de la prueba. Alrededor de 3000 estudiantes participaron en todo el estudio.

Conceptos	Preguntas de opción múltiple seleccionadas		
	Paper	Erick Mazur	Otros
Momento de inercia	3, 4, 20		16
Energía cinética rotacional	1, 2, 3, 17		
Velocidad o rapidez angular	5, 18, 21		
Aceleración angular	5, 11, 12, 20, 24		
Torque	5, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 22, 23, 25		
Rodamiento (movimiento relativo)	6, 7, 8, 15		
Rodamiento (el papel de la fricción y otros parámetros)	13, 14, 17		
Momento angular		26, 27, 28	29, 30

Tabla 5.2: Los diferentes conceptos cubiertos en las preguntas de opción múltiple (ver apéndice) sacados del paper *Student understanding of rotational and rolling motion concepts* y del libro *Peer instruction A user manual de Erick Mazur*: Rotaciones (pg. 153 - 155)

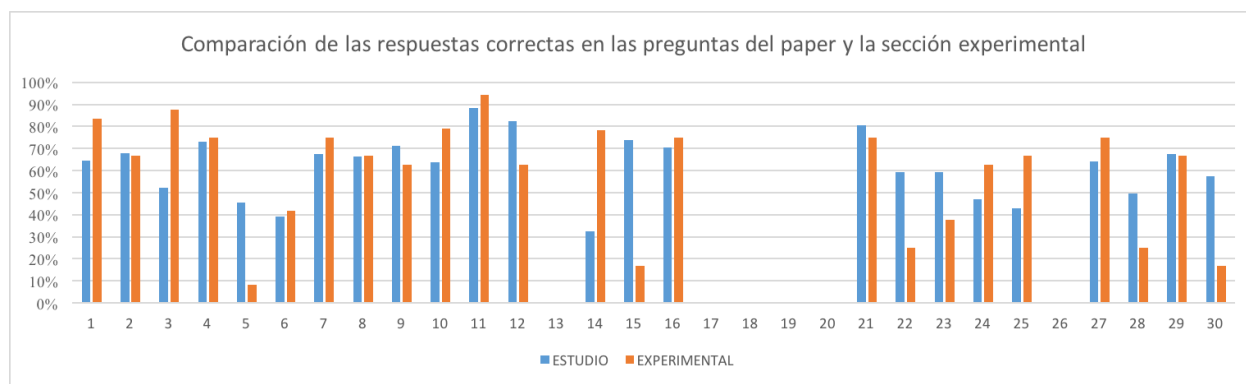


Figura 5.5: En las preguntas de opción múltiple que se seleccionaron del paper *Student understanding of rotational and rolling motion concepts* se compararon la cantidad de respuestas correctas en el estudio publicado y el grupo experimental.

Del estudio realizado en el paper arXiv:physics/0510080 [physics.ed-ph], fueron seleccionadas 21 preguntas de opción múltiple para realizar la prueba de evaluación de conocimiento sobre rotaciones en el grupo experimental. Las preguntas seleccionadas se muestran en la figura 5.5 y a su vez se muestra una comparación en gráfico de barras de las respuestas correctas del estudio versus el grupo experimental. Se observa que en 15 de 21 preguntas hubo una diferencia porcentual inferior al 25 % lo que muestra una similitud en las respuestas de los alumnos en la sección experimental con los alumnos de ese estudio y en general, encontramos un buen acuerdo entre los hallazgos que sugiere que las dificultades relacionadas con los conceptos de movimiento de rotación discutidas aquí son comunes.

5.4. Discusión

Todas las clases auditadas (tres secciones de FS100), siguieron el formato de cátedra tradicional, donde predomina el uso de la pizarra. Esos métodos de enseñanza no han cambiado desde los inicios del departamento de física hace más de 40 años, con la excepción de algunos maestros que emplean ayudas visuales en una gran fracción de tiempo de clase; dichas ayudas constan de diapositivas de PowerPoint, simulaciones dinámicas, diagramas e imágenes, entre otros. Sin embargo, son pocos quienes recurren a estas herramientas y la gran mayoría se retiene en la cátedra tradicional.

Las nuevas tecnologías y la cátedra tradicional, no están siendo integradas en su vasta potencialidad, ya que no se promueve mucha interactividad durante la clase entre maestro-alumno y alumno-alumno. Se deben obtener más observaciones y discusiones por parte los estudiantes para determinar el impacto de las demostraciones y para involucrar a los estudiantes con el contenido de física, pero los alumnos señalan que no se sienten confiados para realizar interacción y discusiones debido a que no se sienten confiados para comentar o preguntar. Las interacciones sociales, aunque reconocidas como importantes tanto por los profesores como por los estudiantes, son difíciles de facilitar en el contexto de la cátedra. Algunas nuevas tecnologías podrían facilitar la interactividad. Los sistemas de comunicación en el aula (como los *clickers*) permiten a los estudiantes responder anónimamente a preguntas de opción múltiple y contar con respuestas y corregir en tiempo real. Esta retroalimentación inmediata es útil tanto para profesores como para los estudiantes. El profesor puede ver inmediatamente si la mayoría de la clase ha entendido ideas clave del tema y los estudiantes pueden ver si su respuesta fue común o no.

Los *clickers* son una estrategia que se usa junto al Peer Instruction que requiere que los estudiantes discutan sus respuestas con un vecino después de ver el gráfico de barras (Mazur 1997). Los costos de instalación de los aparatos *clickers* pueden ser elevados y la capacitación del personal requiere tiempo, esfuerzo personal y de institución y presupuesto. Una herramienta alternativa a los *clickers* puede ser el uso de tarjetas flash que se ha demostrado ser tan eficaz como los *clickers* (Lasry, 2007). Esta puede ser una forma más barata y fácil de profesores para generar interactividad en sus cátedras. De acuerdo con el principio de equivalencia, indica que la elección de una respuesta y su discusión promueve las actividades cognitivas requeridas para el aprendizaje, independientemente de la tecnología involucrada.

Capítulo 6

El aprendizaje de la mecánica rotacional y sus conclusiones

El experimento descrito en esta tesis ha identificado obstáculos para el aprendizaje conceptual de la física y posibilidades de superarlos haciendo uso de videos. A continuación se considera las implicaciones practicas de este trabajo, las limitaciones, lecciones aprendidas y conclusiones.

6.1. Estudios previos

Dentro del diseño del experimento esta el estudio de investigaciones previas revisión de literaturas para diseñar y probar intervenciones multimedia en grupos experimentales de estudiantes.

Diferentes formas de multimedia pueden generar procesos cognitivos necesarios para el aprendizaje si se emplean métodos apropiados. Algunas investigaciones como las siguientes, arrojan resultados favorables al aprendizaje efectivo como sigue:

En el trabajo de Apriyanti et al. (2017) se investigo una manera de mejorar la comprensión de conceptos en los estudiantes mediante el uso de multimedia interactiva, usado para aprendizaje autónomo y fue utilizado en este estudio a estudiantes de 10mo grado de Indonesia. Usando el diseño pre-test y post-test. Mostrando que la multimedia mejora los resultados de aprendizaje significativamente y es altamente efectivo en la mejora del aprendizaje en física, en particular en los de movimiento sencillo. En el estudio de Kirstein and Nordmeier (2007) se utiliza la narración interactiva mediante multimedia y los resultados arrojan que

en su mayoría los alumnos tienen actitud y percepción positiva hacia el método, sin embargo se observa que el uso de multimedia como únicamente en demostración de video tiene el efecto de formar alumnos pasivos, por lo que sugiere usar una presentación mas variable de multimedia para producir contenido interesante al estudiante. El autor Eguabor and Adeleke (2017) realizó un estudio, donde se concluye que la instrucción por computadora, con el uso de la animación y las estrategias textuales multimedia, podrían mejorar los resultados de aprendizaje en física en la escuela secundaria superior, independientemente del sexo de los estudiantes. La investigación de Moore (2018) muestra que los estudiantes que utilizaron multimedia demostraron mayores ganancias en el aprendizaje, puntuaciones más altas en el examen, y mejores actitudes hacia el instructor, este ultimo fue uno de los resultados arrojados en la encuesta de satisfaccion hacia los estudiantes del grupo experimental de este trabajo.

Estos trabajos dan luces sobre como se pueden mejorar los entornos de aprendizaje usando herramientas visuales, tecnologicas o multimedia. Nos conduce a poder tomar algunas de estas tecnicas para plantear nustro propio proyecto, como sigue.

6.2. Método

El proyecto inicia con una propuesta a la Direccion de Investigacion Cientifica de la UNAH bajo el nombre de "Demostración sobre la efectividad del uso de recursos multimedia en el aprendizaje de la Física usando Aulas Virtuales de Mayo a Septiembre del 2016 "para que se puedan financiar los gastos de la compra del equipo experimental y de grabacion necesario para realizar el experimento. El costo finaciado fue de 75mil lempiras ejecutado a lo largo de una año, el 2016. Para echar a andar el proyecto, se siguieron los pasos que a continuación se describen.

- Cotizaciones
- Tramite de exoneración de ISV
- Construcción de los Recursos Multimedia: Videos Sobre: - Cinematica Rotacional - Torque - Momento Angular - Pendulo Balistico
- Entrega de reporte de avance técnico y financiero

- Diseño de cuestionarios. Preparar los cuestionarios sobre: - Cinematica Rotacional - Torque - Momento Angular - Péndulo Balístico y subirlos a la Plataforma Virtual.
- Analisis. Hacer el procesamiento estadístico de los resultados de las evaluaciones.
- Realización de conclusiones y el informe final.
- Entrega de Informe final y Financiero.
- Entrega de artículo científico.

6.2.1. Diseño de cuestionario de preguntas

Para cada actividad de preparación se propone una actividad de aprendizaje, y para cada video se desarrolla una discusión en clase sobre el tema que se abordaba. Se hizo una actividad de evaluación no sumativa para aclarar dudas usando Socrative como se muestra en parte en la figura 6.1. Se realizó un cuestionario final de evaluación sumativa como se ve en una muestra de la figura 6.2. Aplicación I. Estas actividades de aprendizaje sobre los vídeos se aplicaron por medio de Plataforma Virtual (MOODLE) al grupo experimental. II. Se evaluó el entendimiento conceptual sobre mecánica rotacional a los dos grupos.

6.2.2. Evaluación del aprendizaje

Se analizaron los datos estadísticos que resultaron de las evaluación de los cuestionarios por medio de la comparación de medias, t-student y p-valor. Evaluación de resultados Se evaluó la t-student y el p-valor para verificar la prueba de hipótesis. Se encontró un $p\text{ valor} < .05$ donde el $p\text{ valor}$ de dos colas fue 0.001799617 y promedios de 5.485 y 4.1595 respectivamente. **La hipótesis nula** establece que la nueva metodología multimedia **NO** es mas efectiva para el aprendizaje que la cátedra convencional. Por el $p\text{ valor}$ **la hipótesis nula se rechaza** y se encuentra que **si** existe una diferencia significativa entre las dos metodologías en el aprendizaje dentro de un 95 % de nivel de confianza.

6.2.3. Descripción de las etapas

En el proyecto desarrollado se identificaron tres fases que se cumplieron en forma cronológica en su orden descrito:

CAPÍTULO 6: EL APRENDIZAJE DE LA MECÁNICA ROTACIONAL Y SUS CONCLUSIONES

11/04/2016

Mecánica rotacionalTotal de preguntas: 4

La mayoría de las respuestas correctas: #2Menos respuestas correctas: #4

1. Para un sólido rígido, como un CD girando en un CD player, la rapidez angular debe variar a medida que el sistema láser-lente se mueve radialmente a lo largo del disco. Escoja las respuestas que sean falsas.

3/16 ☐ A La distancia relativa entre cualquier partícula del CD es constante.

4/16 ☒ B Todas las partículas del CD tienen la misma rapidez.

10/16 ☐ C Todas las partículas del CD tienen la misma rapidez angular.

0/16 ☐ D Las partículas están sujetas a una aceleración radial.

12/16 ☒ E Las partículas están sujetas sólo a una aceleración tangencial.

2/16 ☐ F Todas las partículas a un mismo radio tienen la misma rapidez y aceleración tangencial en un mismo instante.

2. El momento de inercia depende del eje de rotación. La energía cinética de rotación es independiente del eje de rotación.

3/16 ☐ A True

12/16 ☒ B False

3. Considere dos esferas idénticas de masa M y radio R . La primera esfera, figura de la izquierda, está girando alrededor de un eje fijo que pasa por su diámetro. La segunda esfera, figura de la derecha, no está girando sobre un eje, ella está orbitando alrededor del punto Q a una distancia $d = 3R$ desde el centro de la esfera. Ambos tienen la misma velocidad angular.

Considere el momento angular de la primera esfera alrededor del eje fijo que pasa a través de su centro, y el momento angular de la segunda esfera medido con respecto al centro del círculo, Q . ¿Cuál tiene el mayor momento angular?

4/16 ☐ A La primera esfera tiene un mayor momento angular debido a girar sobre su propio eje aumenta el momento angular.

10/16 ☒ B La segunda esfera tiene el mayor momento angular debido a que la masa se distribuye sobre una distancia mayor desde el punto de referencia central.

1/16 ☐ C Tienen el mismo momento angular, ya que tienen la misma velocidad angular.

0/16 ☐ D Tienen el mismo momento angular, ya que son esferas idénticas.

4. Dos discos de cobre de diferentes espesores tienen el mismo radio pero diferentes masas como se muestra a continuación. Cada disco es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos discos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos a sus bordes, como se muestra en la figura.

Considere el torque neto que actúa sobre cada sistema disco-arcilla alrededor de un punto en su propio eje. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

Page 1 of 2

Figura 6.1: Preguntas de Socrative (Evaluación no sumativa)

CAPÍTULO 6: EL APRENDIZAJE DE LA MECÁNICA ROTACIONAL Y SUS CONCLUSIONES

Pregunta 19

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

⚑ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda puede aproximarse a un aro que gira) tienen el mismo radio R y masa M como se muestra a continuación. Cada uno es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos objetos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos en sus bordes, como se muestra en la figura.




Considere el torque neto que actúa sobre el sistema de la rueda+arcilla y el disco+arcilla, en torno a un punto en su eje. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

Seleccione una:

- ☐ a. El torque neto es mayor para el sistema del disco+arcilla.
- ☐ b. Los torques netos en ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.
- ☐ c. El torque neto es mayor para el sistema de la rueda+arcilla.
- ☐ d. No existe un torque neto en ninguno de los sistema.
- ☐ e. Cual sistema tenga un mayor torque neto depende de los valores numéricos reales de R y M .

Pregunta 20

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

⚑ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda puede aproximarse a un aro que gira) tienen el mismo radio R y masa M como se muestra a continuación. Cada uno es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos objetos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos en sus bordes, como se muestra en la figura.




¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de las aceleraciones angulares es cierta?

Seleccione una:

- ☐ a. La aceleración angular es mayor para el sistema disco+arcilla.
- ☐ b. No hay ninguna aceleración angular en los sistemas.
- ☐ c. Cual sistema tenga una mayor aceleración angular depende de los valores numéricos de R y M .
- ☐ d. La aceleración angular es mayor para el sistema rueda+arcilla.
- ☐ e. Las aceleraciones angulares de ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.

Pregunta 21

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

⚑ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda puede aproximarse a un aro que gira) tienen el mismo radio R y masa M como se muestra a continuación. Cada uno es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos objetos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos en sus bordes, como se muestra en la figura.




¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de sus velocidades angulares máximas es cierto?

Seleccione una:

- ☐ a. Cual objeto tenga una velocidad angular máxima mayor está determinado por los valores numéricos de R y M .
- ☐ b. La máxima velocidad angular es mayor para el sistema disco+arcilla.
- ☐ c. La máxima velocidad angular es mayor para el sistema rueda+arcilla.
- ☐ d. No existe una velocidad angular en ninguno de los sistemas.
- ☐ e. Las máximas velocidades angulares de ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.

moodle.png moodle.png

Figura 6.2: Preguntas 19, 20 y 21 del cuestionario de Moodle (Evaluación sumativa)

■ Fase 1:

- Se realizó una revisión de materiales sobre prácticas innovadoras en asignaturas del área de las ciencias, Tecnologías, ingeniería y matemáticas (STEM).
- Se establecieron y definieron las acciones a ejecutar.
- Se desarrolló la propuesta escrita para la implementación de una estrategia de aprendizaje activo aplicado al tema de Mecánica de Rotaciones.

■ Fase 2:

- Se aplicó una encuesta VARK a todos los estudiantes de ambos grupos (control y experimental).
- Se realizó una sesión en clase informativa con estudiantes del grupo experimental respecto a la metodología para ser utilizada en el tema de colisiones.
- Se elaboraron recursos educativos (vídeos y actividades virtuales)
- Aplicación de cuestionario de conceptos erróneos comunes del tema de mecánica rotacional haciendo uso de la herramienta tecnológica de Socrative como medio de autoevaluación.
- Se aplicó un cuestionario de evaluación sumativa en el aula virtual.
- Se aplicó una encuesta de opinión sobre la metodología implementada en el tema de rotaciones.

■ Fase 3:

- Análisis de los resultados.
- Elaboración y presentación de informe final, divulgación de sus resultados y conclusiones.

6.2.4. Procedimiento

1. Probar los recursos con los estudiantes del grupo experimental y aplicar una actividad de autoevaluación con Socrative (Anexo 2) para medir el aprendizaje y retroalimentar en la clase. Socrative es una herramienta que puede utilizarse para conocer la respuesta de los alumnos en tiempo real a través de ordenadores y dispositivos móviles. Se puede descargar la aplicación para el móvil o tablet o trabajar desde la computadora. Esta actividad se aplicó

a los estudiantes en el salón (del Siglo XXI) de clases de la Maestría en Física (3er piso del edificio E1) ya que se cuenta con 30 computadoras, proyector, televisores y pizarras. Fue el lugar mas indicado para realizar esta actividad de autoevaluación.

Imagen 2: Actividad en Socrative. Salón del siglo XXI.

2. Evaluar el aprendizaje sobre rotaciones mediante un cuestionario aplicado (Anexo 3) al grupo control y grupo experimental. Los resultados fueron notablemente mejor para el grupo experimental que para el grupo control. El cuestionario constaba de 30 preguntas conceptuales sobre Mecánica de Rotaciones, cuyo nivel de dificultad fue alto, tal como muestra el encuesta de opinión (Anexo 5) cuando se les preguntaba sobre la dificultad del cuestionario en la cual el 83.9 % opina que si tenia un buen nivel para evaluar la parte conceptual y práctica. Para el grupo experimental se sometieron a la prueba 25 estudiantes que obtuvieron en promedio 5.35/10 y el grupo control se sometieron 26 estudiantes obteniendo un promedio de 4/10.

3. Realización del análisis de resultados. La aplicación de los videos se validó mediante la comparación de medias de los dos grupos y se calcularon las relaciones mediante p-valor y la t-student para establecer, mediante la evidencia, si los estudiantes del grupo experimental comparados con el grupo de control comprenden mejor la mecánica rotacional y mediante la encuesta para determinar los aportes del método multimedia en el aprendizaje.

6.3. Resultados y análisis

1. En el curso de Física General I de carreras del área de las Ciencias e Ingenierías, se implementó una metodología de enseñanza a través de contenidos multimedia, vídeos y actividades virtuales. Esta metodología difiere a la que se utiliza en FS100 para la enseñanza de un tópico específico de la mecánica clásica, en cuanto a que es innovadora en tecnologías de la comunicación mediante el uso de recursos multimedia y aprendizaje activo.

Se logro involucrar al estudiante activamente. La implementación contó con elementos innovadores en cuanto al enfoque pedagógico (en enseñanza multimedia y aprendizaje activo), así como las herramientas computacionales utilizadas, cuyo objetivo principal es involucrar activamente al estudiante en el aprendizaje. Los resultados fueron notablemente mejores para el grupo experimental que para el grupo control. Por ejemplo:

a) En el cuestionario de 30 preguntas conceptuales sobre Mecánica de Rotaciones, cuyo nivel de dificultad fue medio-alto, tal como muestra la encuesta de opinión (Anexo 5) cuando se

les preguntaba sobre la dificultad del cuestionario, el 83.9 % opina que si tenía un buen nivel para evaluar la parte conceptual y práctica. Para el grupo experimental se sometieron a la prueba 25 estudiantes que obtuvieron en promedio 5.35/10 y el grupo control se sometieron 26 estudiantes obteniendo un promedio de 4/10.

b) Se obtuvo una relación experimental entre los recursos multimedia elaborados y comprensión de los estudiantes sobre los conceptos expuestos. La relación consiste en que al exponer al grupo experimental a los videos y actividades multimedia, se puede obtenerse mejores resultados en la evaluación de dichos conocimientos que aquellos del grupo control.

La evaluación especial final mostró una buena comprensión de los alumnos hacia los conceptos fundamentales expuestos y mejora en el aprendizaje. La encuesta de opinión (anexo 5) señala que el 96.6 % de los estudiantes se adhiere bien a la metodología nueva y de hecho el 80.6 % la prefieren a cursos tradicionales.

c) Aunque siempre había algunos alumnos que no estaban al pendiente de realizar y visualizar las actividades y videos, quienes si lo hacían, los atraía más a la clase, y mediante el experimento se construyó y validó un aparato para medición o evaluación de los conocimientos adquiridos con el uso de una nueva metodología de enseñanza, haciendo uso de Aula Virtual, Socrative, Actividades Virtuales y Videos.

1. Se hizo un ajuste sobre los temas que se iban a cubrir con los videos. El ajuste consistió en incorporar videos adicionales a los cuatro, inicialmente propuestos para poder complementar las cuatro actividades preestablecidas y con ello enriquecer y reforzar los contenidos vistos en clase.

a) Los alumnos expresaron su aprobación con los videos elaborados en KeyNote, en cuanto a la visualización gráfica del contenido. También, expresaron aprobación al observar los videos de presentación experimental, hechos en imovie, en cuanto a la aplicación de los conceptos en la práctica.

Les pareció muy atractiva esta forma de presentar los conceptos, haciendo uso de la plataforma Virtual y YouTube. Lo anterior gracias al diseño y construcción de un modelo o formato de recursos multimedia (videos) que permite la elaboración de videos efectivos para la enseñanza de la física. Este proceso consiste en la preproducción, producción y edición o postproducción. Se prepara el contenido del video mediante imágenes en Power Point o Keynote. Se puede tener el montaje del equipo y tomar fotos. Se elabora el guion. Esta parte es muy importante ya que ahorra mucho tiempo en la grabación. Los materiales/recursos se preparan utilizando programas como keynote, power point y imovie y Notas.

1. Se elaboró un artículo sobre el uso de esta nueva metodología de enseñanza en el cual se exponen los resultados y experiencias adquiridas en este proyecto.
2. Socrative es un software que permite evaluar rápidamente a los estudiantes con actividades preparadas o preguntas sobre la marcha para obtener una visión inmediata de la comprensión del estudiante. Le permite al profesor obtener los resultados de las preguntas de tipo selección previamente preparadas en el Socrative y poder responder inmediatamente para retroalimentar y corregir las respuestas. Se implementó esta técnica de enseñanza-aprendizaje como una actividad de preparación y diagnóstico para los estudiantes un día antes de su examen final parcial.

Los resultados obtenidos (ver anexo 2) muestran que para 2 de 4 preguntas, la mayoría respondieron correctamente, pero se pudo corregir en tiempo real las respuestas incorrectas. Según encuesta verbal (anexo 2), éste método les gusto mucho para repasar conceptos y aprender lo que fue muy gratificante para mi y sobre todo, según lo expresado por los propios estudiantes, fue de mucha ayuda para poder aprender y facilitó mucho el aprendizaje del tema cuando estudiaban.

6.4. limitaciones y estudios a futuro

Actualmente, en el marco de la pandemia y producto de la virtualización debido a la cuarentena existente desde marzo del 2019 se están haciendo uso sistemático o permanente de algunos de los recursos diseñados. Antes de este tiempo atípico, en la presencialidad no se aplicaron sistematicamente debido a limitantes para incorporar estos recursos a la planificación y el tiempo que se tiene para realizar otras actividades como: tareas, elaboración de problemas, laboratorios, informes de laboratorios, pruebas y exámenes preestablecidos. Tiende a ser muy saturado para el alumno el añadir mas actividades a las previamente estipuladas en la programación y planificación -en tiempos normales presenciales-.

I. En cuanto al impacto educativo las ventajas de los videos

a) La disminución de la naturaleza abrumadora del texto a través del uso de imágenes, junto con las palabras. b) Aumenta la retención al ayudar al estudiante a manejar la carga cognitiva, mediante el uso de gráficos, imagenes y figuras. c) La activación del conocimiento previo se realiza rápidamente con la analogía visual, y los modelos mentales se crean fácilmente, ya que los diagramas pueden mejorar la comprensión de cómo funciona un concepto. Además,

el aprendizaje se hace más fácil porque las simulaciones permiten a los estudiantes visualizar situaciones de la vida real, y la motivación se incrementa a medida que los estudiantes son capaces de ver la relevancia de la temática. d) Los estudiantes muestran siempre una buena actitud ante las prácticas de enseñanza-aprendizaje innovadoras.

II. En cuanto al impacto educativo las desventajas del uso de los videos

a) La gestión del aula podría hacerse difícil si los estudiantes trabajan en grupos dentro del aula para ver fuentes multimedia o compartir computadoras, limitando un poco el avance individual del estudiante, como ocurrió al usar SOCRATIVE, porque el potencial que tiene ese mecanismo de evaluación es mediante el uso individual. b) Los estudiantes que no son tan proficientes con la tecnología pueden tener que pasar más tiempo aprendiendo habilidades de la computadora para tener acceso a la información que centrándose en el curso. c) Al carecer de equipo de computo en un aula para poder implementar durante la clase el uso de recursos multimedia para evaluaciones inmediatas y retroalimentar individualmente a los estudiantes haciendo uso de herramientas como SOCRATIVE o recursos multimedia interactivos como PHET Colorado y potenciar el aprendizaje. d) Poco o ningún acceso a internet en sus hogares, por lo cual dependen de la institución que les ofrezca ese acceso y eso podría representar una desventaja. e) el maestro debe tener un plan estratégico de enseñanza muy bien planificado y definido mediante lineamientos, porque de lo contrario, al no guiar bien al estudiante, podría perder interés.

Considerando los elementos anteriores, el desafío principal es lograr el diseño de los recursos en todos los temas de la clase, porque se requiere por parte del profesor, mucha planificación y reflexión en cuanto a cómo se debe presentar el contenido en una actividad virtual o un video para que cumpla los objetivos de enseñanza. Estos recursos, están pensados para ser complementos de la clase y no para servir como auto enseñanza debido al nivel de complejidad del tema, pero podrían pensarse en un futuro complementos para servir de clase en modo completamente virtual.

6.4.1. Lecciones aprendidas y conclusiones

El simple uso de recursos multimedia no garantiza una mejor comprensión de la temática. Son los recursos que se elaboran en torno a ellos y sobre todo la guía del profesor, que al ser complementados con los videos, crearán un incentivo al estudiante para aprender mediante

éstos. La encuesta elaborada, indica que no todos los estudiantes (al menos 3 de ellos) se sienten beneficiados con esta alternativa de enseñanza y requiere por parte del profesor, mucho seguimiento y asesoría para guiar al estudiante con esta nueva metodología.

Para una mayor motivación a los estudiantes a ver estos recursos y aprender de ellos cada fase puede ser mejorada y dichas mejoras reutilizarse en otro proyecto. Pero es importante que existan varias personas que intervengan en cada etapa para que el proceso sea mejorado, tal como lo hace la DIE. Por ejemplo, la parte de diseño puede mejorarse considerando dos tutores de física para realizar el contenido, luego se tenga un equipo de personas que colaboren con las grabaciones y edición de los videos. De esa manera, tener una mejor calidad técnica y de contenido en los videos.

La implementación contó con elementos innovadores en cuanto al enfoque temático y pedagógico (enseñanza B-learning), así como las herramientas computacionales utilizadas, cuyo objetivo principal es involucrar activamente al estudiante en el aprendizaje el cual se logró.

Se ha mejorado o facilitado el aprendizaje sobre conceptos de rotaciones y se pudo evaluar mediante una prueba especial y mediante una encuesta de opinión sobre la metodología utilizada. El uso de esta metodología los motivó a aprender y tenían una buena actitud hacia la clase y hacia el estudio.

Involucrar al estudiante en su propia construcción de conocimiento no es tarea fácil. En un grupo promedio, la tendencia que los estudiantes tienen es ser pasivos pero los recursos multimedia pueden brindar un apoyo para el estudiante y el maestro y al ser complementado con actividades virtuales, le dan al alumno una manera interactiva de autoevaluarse y avanzar en el estudio y motivarlo a tener nuevas formas de aprender, facilitando ese proceso.

Bibliografía

- [1] Andersson, G., Lindvall, N., Hursti, T., Carlbring, P., and Andersson, G. (2002). Hypersensitivity to sound (hyperacusis): a prevalence study conducted via the internet and post: Hipersensibilidad al sonido (hiperacusia): un estudio de prevalencia realizado por internet y por correo. *International journal of audiology*, 41(8):545–554.
- [2] Apriyanti, N., Nur, R. I., Rahim, S. S. A., and Shaharom, M. S. N. (2017). The effectiveness of using multimedia in teaching physics to gauge student learning outcomes in the senior high school in indonesia. *International Research Journal of Education and Sciences (IRJES)*, page 11.
- [3] Atkinson, R. C. and Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes¹. In *Psychology of learning and motivation*, volume 2, pages 89–195. Elsevier.
- [4] Bandura, A. (1978). Social learning theory of aggression. *Journal of communication*, 28(3):12–29.
- [5] Bandura, A. and Mischel, W. (1965). Modifications of self-imposed delay of reward through exposure to live and symbolic models. *Journal of personality and social psychology*, 2(5):698.
- [6] Baquero, R. and Terigi, F. (1996). Constructivismo y modelos genéticos. notas para redefinir el problema de sus relaciones con el discurso y las prácticas educativas. *Enfoques Pedagógicos. Serie Internacional*, 4(2).
- [7] Bitner, N. and Bitner, J. (2002). Integrating technology into the classroom: Eight keys to success. *Journal of technology and teacher education*, 10(1):95–100.
- [8] Bosch, H. E., Di Blasi, M. A., Pelem, M. E., Bergero, M. S., Carvajal, L., and Geromini, N. S. (2011). Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemática. *Avances en ciencias e ingeniería*, 2(3):131–140.

BIBLIOGRAFÍA

- [9] Bransford, J. D., Brown, A., and Cocking, R. (1999). How people learn: Mind, brain, experience, and school. *Washington, DC: National Research Council*.
- [10] Bunge, M. A. (2007). *A la caza de la realidad: La controversia sobre el realismo*. Number Sirsi) i8497841239.
- [11] Chacko, P., Appelbaum, S., Kim, H., Zhao, J., and Montclare, J. K. (2015). Integrating technology in stem education. *Journal of Technology and Science Education*, 5(1):5–14.
- [12] Christensen, R. M. (1991). A critical evaluation for a class of micro-mechanics models. In *Inelastic Deformation of Composite Materials*, pages 275–282. Springer.
- [13] Clement, J. (1982). Students’ preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of physics*, 50(1):66–71.
- [14] Cuadra, R. (2007). Una visión crítica del constructivismo. *Revista Cultura*, 21(21):82–93.
- [15] Eguabor, B. and Adeleke, A. (2017). Investigating differential learning outcomes of students in physics using animation and textual information teaching strategies in ondo state secondary school. *European Journal of Sustainable Development Research*, 1(2):10.
- [16] Frein, S. T., Jones, S. L., and Gerow, J. E. (2013). When it comes to facebook there may be more to bad memory than just multitasking. *Computers in Human Behavior*, 29(6):2179–2182.
- [17] Fullan, M. G. (1993). Why teachers must become change agents. *Educational leadership*, 50:12–12.
- [18] Gagné, R. M. and Glaser, R. (1987). Foundations in learning research. *Instructional technology: foundations*, pages 49–83.
- [19] Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Hachette UK.
- [20] Granholm, E., Asarnow, R. F., Sarkin, A. J., and Dykes, K. L. (1996). Pupillary responses index cognitive resource limitations. *Psychophysiology*, 33(4):457–461.
- [21] Hestenes, D., Wells, M., and Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher*, 30(3):141–158.

BIBLIOGRAFÍA

- [22] Honey, P. and Mumford, A. (2000). *The learning styles helper's guide*. Peter Honey Publications Maidenhead.
- [23] Kelly, A. E. (2003). Kelly, anthony e.,research as design,.^{ed}educational researcher, 32 (january/february, 2003), 3-4.
- [24] Kirkpatrick, D. L. and Kirkpatrick, J. D. (2007). *Evaluación de acciones formativas: los cuatro niveles*. Number 658.336. Epice;.
- [25] Kirstein, J. and Nordmeier, V. (2007). Multimedia representation of experiments in physics. *European Journal of Physics*, 28(3):S115.
- [26] Kolb, D. (1984). Experiential learning as the science of learning and development.
- [27] Latapie Venegas, I. (2007). Acercamiento al aprendizaje multimedia.
- [28] Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and instruction*, 13(2):125–139.
- [29] Mayer, R. E. (2010). Learning with technology. *The nature of learning: using research to inspire practice: OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) Publishing*, page 47.
- [30] Mayer, R. E., Heiser, J., and Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of educational psychology*, 93(1):187.
- [31] Mazur, E. (1997). *Peer instruction*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [32] McDermott, L. C. (1991). Millikan lecture 1990: What we teach and what is learned—closing the gap. *American journal of physics*, 59(4):301–315.
- [33] McDonald, C., Ahmadi, M., Hagler, D., Tecoma, E., Iragui, V., Gharapetian, L., Dale, A., and Halgren, E. (2008). Diffusion tensor imaging correlates of memory and language impairments in temporal lobe epilepsy. *Neurology*, 71(23):1869–1876.
- [34] Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2):81.
- [35] Miller, N. E. and Dollard, J. (1941). Social learning and imitation.

BIBLIOGRAFÍA

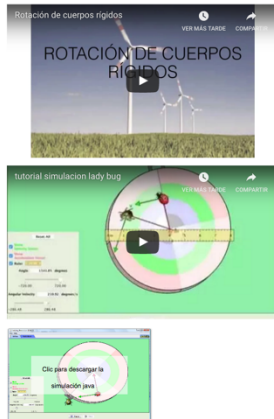
- [36] Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of educational psychology*, 85(3):424.
- [37] Moore, J. C. (2018). Efficacy of multimedia learning modules as preparation for lecture-based tutorials in electromagnetism. *Education Sciences*, 8(1):23.
- [38] Moreno, R., Park, B., Plass, J., and Brünken, R. (2010). Cognitive load theory.
- [39] Pedretti, E., Mayer-Smith, J., and Woodrow, J. (1998). Technology, text, and talk: Students' perspectives on teaching and learning in a technology-enhanced secondary science classroom. *Science Education*, 82(5):569–589.
- [40] Pollock, E., Chandler, P., and Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and instruction*, 12(1):61–86.
- [41] Redish, E. F. (1994). Implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics*, 62(9):796–803.
- [42] Redish, E. F. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite CD*. Wiley.
- [43] Rimoldini, L. G. and Singh, C. (2005). Student understanding of rotational and rolling motion concepts. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 1(1):010102.
- [44] Rotter, J. B. (1954). Social learning and clinical psychology.
- [45] Sabella, M. S. (1999). *Using the context of physics problem-solving to evaluate the coherence of student knowledge*.
- [46] Sameroff, A. J., Seifer, R., Baldwin, A., and Baldwin, C. (1993). Stability of intelligence from preschool to adolescence: The influence of social and family risk factors. *Child development*, 64(1):80–97.
- [47] Savage, T. M., Vogel, K. E., et al. (2013). *An introduction to digital multimedia*. Jones & Bartlett Publishers.
- [48] Schraw, G., Flowerday, T., and Lehman, S. (2001). Increasing situational interest in the classroom. *Educational Psychology Review*, 13(3):211–224.
- [49] Skinner, B. F. (1977). *Ciencia y conducta humana*. Number 156 S5.
- [50] Steinberg, L., Brown, B. B., and Dornbusch, S. M. (1997). *Beyond the classroom*. Simon and Schuster.

BIBLIOGRAFÍA

- [51] Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2):257–285.
- [52] Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational psychology review*, 22(2):123–138.
- [53] Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., and Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10(3):251–296.
- [54] Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 23(3):34–41.
- [55] Wang, F. and Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development*, 53(4):5–23.

Anexo 1: Actividades virtuales y videos

Actividad de preparación: Movimiento de rotación



Objetivos de aprendizaje:

Al realizar esta actividad los estudiantes serán capaces de:

- Explicar algunas de las variables para el movimiento de rotación describiendo el movimiento de un insecto en una plataforma giratoria.
- Describir cómo la posición del insecto en la plataforma giratoria afecta a estas variables.

Instrucciones: En esta actividad, se debe incluir los valores que se **pueden medir y mostrar los cálculos** para apoyar sus respuestas a las preguntas. Incluir ejemplos utilizando ambos insectos en diferentes posiciones. Utiliza la simulación (descarga haciendo clic en la imagen de arriba) del disco con los insectos y el libro de texto en el capítulo 10.

1. Escribe una historia acerca de los insectos que giran sobre el plato giratorio. En tu historia, incluir la forma de encontrar la distancia que viaja el insecto (la longitud de arco) y el desplazamiento angular.
2. En la página 271 de su texto (Física para ciencias e ingeniería 7ma edición, Serway), el autor afirma que todos los puntos de un objeto rígido tienen la misma aceleración angular y velocidad angular y dice que "cada **partícula sobre el objeto da vueltas a través del mismo ángulo en un intervalo de tiempo determinado y tiene la misma rapidez angular y la misma aceleración angular**".
 - ¿Cómo podría usar los insectos para poner a prueba esta idea?
 - ¿Es el desplazamiento angular el mismo o no para dos insectos ubicados en diferentes posiciones del disco cuando gira? Explique su razonamiento.
3. ¿Cómo se representa la velocidad tangencial de la mariquita en el disco? Explique cómo tus ideas apoyan la información del libro texto.
4. En el texto, se describen tres tipos de aceleración. Describir cómo la simulación puede ser utilizado para encontrar esas aceleraciones para los insectos en el disco.

Última modificación: Saturday, 15 de October de 2016, 11:57

Actividad de preparación: Cálculo de momento de inercia

INTRODUCCIÓN

Se te guiará a través de un experimento para determinar la inercia de rotación del aparato rotor que se mostró en un video anterior.



Actividad:

Experimento de movimiento rotacional

Los cálculos relacionados con los datos de distancia y tiempo adquiridos durante el experimento se muestran en la siguiente tabla. También se muestra el radio medido del rotor en torno al cual se enrolla la cuerda. Las ecuaciones usadas para calcular la aceleración lineal del aparato, la tensión de la cuerda, y el torque ejercido sobre el aparato se muestran a continuación en una tabla. Se muestra también un gráfico del torque ejercido sobre el aparato como una función de la masa que se deja caer.

Algunas preguntas relacionadas con el gráfico siguen esta actividad para que las respondas y las discutas en clase, el viernes 21 de octubre como una actividad en clase.

DATOS

Radio del aparato en donde se enrolla la cuerda = $R = 3.78 \text{ cm}$ or 0.0378 m

Masa (del objeto que cae) = M

Distancia (que cae el objeto) = D

Time = t

Aceleración* = $a = 2D/t^2$

Tensión* = $T = Mg - Ma$

Torque* = TR

El (*) indica que la deducción de esas formulas se realizó en clase.

Masa (kg)	Distancia (m)	Time (s)	Accel. (m/s ²)	Tension (N)	Torque (Nm)
0.1	0.508	2.27	0.088	0.871	0.03357
0.15	0.508	3.15	0.102	1.45	0.05448
0.2	0.508	2.80	0.124	1.80	0.07059
0.25	0.508	2.08	0.259	2.38	0.0903

Tabla: Datos y cálculos obtenidos

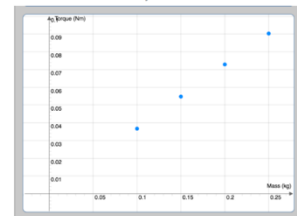


Gráfico: Torque sobre el aparato versus masa que cae

ACTIVIDAD: PREGUNTA 1

¿Qué dice y que nos revela la forma de la gráfica acerca de la relación entre el tamaño de la masa que cae utilizado en uno de los ensayos y el torque ejercido sobre el aparato?

ACTIVIDAD: PREGUNTA 2

A medida que el torque sobre el aparato se incrementa, ¿qué predicción podrías dar sobre el momento angular resultante en el aparato?

ACTIVIDAD: PREGUNTA 3

¿Cómo debería, el momento de inercia del aparato, cambiar durante el experimento a medida que se cambia la masa que cae?

Pensamientos concluyentes

Usted debe haber aprendido acerca de un diseño experimental para determinar la inercia rotacional de un sistema, el cómo calcular el torque ejercido sobre este aparato a partir de datos medidos, y cómo interpretar los datos para sacar conclusiones sobre las relaciones entre el tamaño de la masa que cae y el torque ejercido sobre este aparato. El experimento debería reforzar el concepto de que la aceleración angular del aparato esta en función del torque neto sobre el aparato, mientras que la inercia de rotación del aparato permanece constante y éste es una comprobación de la segunda ley de Newton para el movimiento de rotación.

Última modificación: Wednesday, 19 de October de 2016, 16:28

Actividad de preparación: Momento angular



EXPLICACIÓN

Vas a utilizar un pequeño video para analizar el movimiento y el momento angular de un objeto que gira alrededor de un punto de referencia. Después, debes responder en tu cuaderno las preguntas que se plantean en el cuestionario y presentarlas el día Jueves 26 de Octubre en clase.

LOS MATERIALES REQUERIDOS

Una computadora para el análisis del video
enlace para el video

Hay 4 breves videos de un carro que viaja en círculos. El carro rojo se desplaza con una rapidez constante en todos los videos. El carro azul se desplaza a más o menos a la mitad de la velocidad del carro rojo. Los dos carros tienen aproximadamente iguales masas. Responde las siguientes preguntas después de ver todos los videos.

Video 1: Dirección antihoraria, radio r original



Video 2: Dirección antihoraria, movimiento mas lento.

Actividad de preparación: Conservación del momento angular



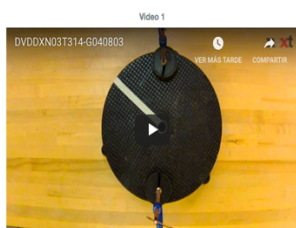
INSTRUCCIONES

Debes realizar algunas observaciones del video para analizar el momento angular de los objetos que el video muestra y responder en tu cuaderno las preguntas planteadas en base a los videos 1, 2 y 3. El día Jueves 26 de Octubre, presentarlas en clase.

MATERIALES

Computadora con acceso a internet

Videos que se muestran



Video 2: Disco que gira lento en sentido antihorario



Actividades

PREGUNTA 1

Cuando el radio de la trayectoria del carro rojo se reduce a $r/2$, la velocidad de traslación del coche rojo:

- a) Se reduce a la mitad
- b) Duplica su valor
- c) Se mantiene igual
- d) Cambia de manera impredecible

Sugerencia: La velocidad de traslación se puede determinar dividiendo la circunferencia entre el periodo de la revolución.

PREGUNTA 2

¿Qué ocurre con la velocidad angular del carro rojo cuando el radio se reduce a $R/2$?

PREGUNTA 3

¿Qué ocurre con el momento lineal del carro rojo cuando el radio se reduce a $R/2$?

PREGUNTA 4

¿Qué ocurre con el momento angular del carro rojo cuando el radio se reduce a $R/2$?

PREGUNTA 5

Clasifica los momentos angulares de los coches en los cuatro videos de menor a mayor. Incluye signos en su ranking y utiliza el número de video. Si dos son iguales, utilizar signos iguales entre ellos. Por ejemplo, el uso de números de video en una posible respuesta podría ser: 1<2<3=4.

PREGUNTA 6

¿Qué podría cambiar (sin cambiar la rapidez) sobre el movimiento circular del carro azul y el carro rojo en los videos 1 y 2 para conseguir que tengan iguales, los valores positivos del momento angular?

PREGUNTA 7

¿Qué podría cambiar (sin cambiar velocidades) sobre el movimiento circular del coche azul y el coche rojo en los videos 1 y 2 para conseguir que tengan iguales valores positivos de momento angular?

PENSAMIENTOS CONCLUYENTES

Usted debe entender que:

Para un objeto en movimiento, diferentes puntos de referencia (elección del sistema de coordenadas) producirán valores diferentes para el momento angular.

Es válido elegir cualquier punto de referencia (origen de sistema de coordenada) que se quiera, pero el centro de una trayectoria circular es a menudo el punto de referencia más sencillo de considerar.

Las variables x , m , v y θ afectan momento angular.

El aumento del vector de posición r no implica un aumento de la velocidad v o momento angular L . Tiene que haber una componente del vector de posición y el vector de velocidad que sean perpendiculares entre sí para que el momento angular sea distinto de cero.

El movimiento antihorario tiene un momento angular positivo. Mientras que el movimiento horario tiene un momento angular negativo.

Última modificación: Wednesday, 26 de October de 2016, 12:00

CUESTIONARIO

PREGUNTA 1

En el video 1 se muestra un sistema que incluye un disco rotatorio con masas agarradas sobre el disco. ¿Cómo podrías encontrar el momento angular del disco?

PREGUNTA 2

¿Cómo podrías encontrar el momento angular de las masas con los soportes?

PREGUNTA 3

¿Cómo podrías encontrar el momento angular total del sistema?

PREGUNTA 4

En los videos 2 y 3 se muestran discos rotatorios metálicos idénticos con valores diferentes de momento angular. ¿Cual disco tiene un mayor valor de momento angular?

- a) Disco del Video 2
- b) Disco del Video 3
- c) Ninguno

PREGUNTA 5

¿Cual propiedad causa que el disco tenga un valor mayor de momento angular?

PREGUNTA 6

¿Como se podría obtener un mismo valor de momento angular en los videos 1 y 2 sin cambiar sus respectivas masas?

PENSAMIENTOS CONCLUYENTES

Si uno considera objetos rígidos extendidos (de masa continua) girando en torno a un eje fijo, su momento angular en torno a un eje fijo está dado por: $L=I\omega$

Donde I es la inercia rotacional medida desde el eje de rotación. El signo del momento angular depende de la dirección de la rotación en torno al eje fijo:

- Giro antihorario: momento angular positivo
- Giro horario: momento angular negativo

Última modificación: Wednesday, 26 de October de 2016, 11:58

Videos: Momento de Inercia y Torque.



Última modificación: Wednesday, 19 de October de 2016, 16:45

Videos: Momento angular de cuerpo rígido y Efecto giroscópico



Última modificación: Thursday, 27 de October de 2016, 15:22



Anexo 2: Evaluación en Socrative

11/04/2016



Mecánica rotacional

Total de preguntas: 4

La mayoría de las respuestas correctas: #2 Menos respuestas correctas: #4

1. Para un sólido rígido, como un CD girando en un CD player, la rapidez angular debe variar a medida que el sistema láser-lente se mueve radialmente a lo largo del disco. **Escoja las respuestas que sean falsas.**

3/16 ☐ A La distancia relativa entre cualquier partícula del CD es constante.

4/16 ☐ B Todas las partículas del CD tienen la misma rapidez.

10/16 ☐ C Todas las partículas del CD tienen la misma rapidez angular.

0/16 ☐ D Las partículas están sujetas a una aceleración radial.

12/16 ☐ E Las partículas están sujetas sólo a una aceleración tangencial.

2/16 ☐ F Todas las partículas a un mismo radio tienen la misma rapidez y aceleración tangencial en un mismo instante.

2. El momento de inercia depende del eje de rotación. La energía cinética de rotación es independiente del eje de rotación.

3/16 ☐ A True

12/16 ☐ B False

3. Considere dos esferas idénticas de masa M y radio R . La primera esfera, figura de la izquierda, está girando alrededor de un eje fijo que pasa por su diámetro. La segunda esfera, figura de la derecha, no está girando sobre un eje, ella está orbitando alrededor del punto Q a una distancia $d = 3R$ desde el centro de la esfera. Ambos tienen la misma velocidad angular.

Considere el momento angular de la primera esfera alrededor del eje fijo que pasa a través de su centro, y el momento angular de la segunda esfera medido con respecto al centro del círculo, Q . ¿Cuál tiene el mayor momento angular?

4/16 ☐ A La primera esfera tiene un mayor momento angular debido a girar sobre su propio eje aumenta el momento angular.

10/16 ☐ B La segunda esfera tiene el mayor momento angular debido a que la masa se distribuye sobre una distancia mayor desde el punto de referencia central.

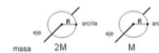
1/16 ☐ C Tienen el mismo momento angular, ya que tienen la misma velocidad angular.

0/16 ☐ D Tienen el mismo momento angular, ya que son esferas idénticas.

4. Dos discos de cobre de diferentes espesores tienen el mismo radio pero diferentes masas como se muestra a continuación. Cada disco es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos discos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos a sus bordes, como se muestra en la figura.

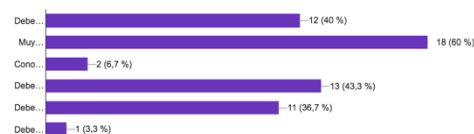
Considere el torque neto que actúa sobre cada sistema disco-arcilla alrededor de un punto en su propio eje. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- 6/16 ☐ A El torque neto es mayor para el sistema en el que el disco tiene la masa más grande.
- 4/16 ☐ B El torque neto es mayor para el sistema en el que el disco tiene menor masa.
- 2/16 ☐ C Que el sistema tenga un mayor torque neto depende de los valores numéricos reales de sus masas.
- 3/16 ☐ D No existe un torque neto en ninguno de los sistemas.
- 0/16 ☐ E Los torques netos en ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.



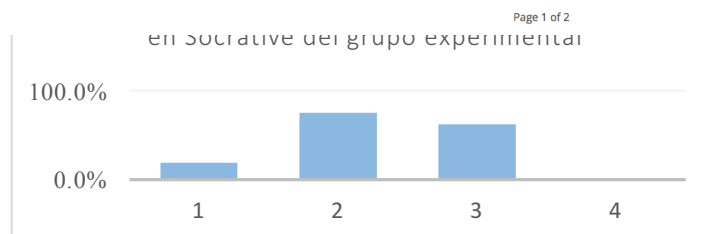
28. Sobre la autoevaluación en Aula Multimedia sobre la temática (dada en tercer piso del E1), que permitió autoevaluarte y retroalimentar en vivo al instructor sobre problemas conceptuales y corregirlos de inmediato, ¿qué opciones de las siguientes considerarías?

(30 respuestas)



28. Sobre la autoevaluación en Aula Multimedia sobre la temática (dada en tercer piso del E1), que permitió autoevaluarte y retroalimentar en vivo al instructor sobre problemas conceptuales y corregirlos de inmediato, ¿qué opciones de las siguientes considerarías?

- ☐ Deberían incorporarse a todas mis demás clases sesiones
- ☐ Muy buena sesión para saber que tanto sé de un tema
- ☐ Conozco mis errores, estas sesiones son pérdida de tiempo
- ☐ Deberían incorporarse este tipo de sesiones al menos una vez
- ☐ Deberían incorporarse este tipo de sesiones al menos una vez
- ☐ Deberían incorporarse este tipo de autoevaluaciones todos los



Anexo 3: Cuestionario de evaluación

1000-FISICA GENERAL I (FS100-1000-2-2016-105471)

Puede previsualizar este cuestionario, pero si éste fuera un intento real, podría ser bloqueado debido a:

Este cuestionario no está disponible en este momento

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Dos discos de cobre A y B, tienen el mismo radio pero el disco B es mas grueso con 4 veces la masa del disco A. Están girando y sus ejes no tienen fricción. Si el disco A esta girando el doble de rápido que el disco B, ¿cuál disco tiene mas energía cinética rotacional?



Seleccione una:

- ☐ a. El disco A, que gira mas rápido
- ☐ b. Ninguna de las anteriores.
- ☐ c. Ambos discos tienen la misma energía cinética rotacional.
- ☐ d. El disco B, que es mas grueso.
- ☐ e. Depende de los valores numéricos de la rapidez angular de los discos.

Pregunta 2

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Sobre una superficie horizontal, una esfera rígida rueda sin deslizar y un cubo desliza sin rotar. Ambos objetos tienen la misma masa M , la misma rapidez v relativa al suelo. ¿Cuál de los siguientes enunciados es necesariamente verdadero en ese instante de tiempo?



En un cierto instante, el punto en el centro de masa de la esfera y el cubo tiene

Seleccione una:

- ☐ a. Ninguna de las anteriores.
- ☐ b. El cubo y la esfera tienen la misma energía cinética total.
- ☐ c. El cubo tiene una energía cinética total menor que la esfera.
- ☐ d. El objeto que tenga una energía cinética total mayor depende del valor numérico de la masa M .
- ☐ e. El trabajo requerido para detener el cubo es mayor que el requerido para detener la esfera.

Pregunta 3

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda se puede aproximar a un aro que gira) tienen la misma masa M y el radio R . Ellos están girando alrededor de sus ejes sin fricción con la misma velocidad angular como se muestra. ¿Cuál de ellos tiene la energía cinética rotacional mayor?



Seleccione una:

- ☐ a. La rueda de hierro.
- ☐ b. Los dos tienen la misma energía cinética rotacional.
- ☐ c. Ninguna de las anteriores.
- ☐ d. El disco de aluminio.
- ☐ e. Depende del valor numérico de la masa M .

Pregunta 7

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Una rueda rígida de radio R rueda sin resbalar en un camino horizontal. La velocidad lineal del centro de la rueda con respecto a la carretera es v y la rapidez angular es ω .



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera acerca de la velocidad de los puntos en el borde de la rueda con respecto a la carretera (ver la figura anterior)?

Seleccione una:

- ☐ a. Ninguna de las anteriores.
- ☐ b. Es más grande para los puntos en la parte inferior de la rueda que para los puntos en la parte superior de la misma.
- ☐ c. Es el mismo para todos los puntos, con una $v = \omega R$.
- ☐ d. Es más pequeño para los puntos en la parte inferior de la rueda que para los puntos en la parte superior de la misma.
- ☐ e. Es la misma para todos los puntos, con una $v = 2\omega R$.

Pregunta 8

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Una rueda rígida de radio R rueda sin resbalar en un camino horizontal. La velocidad lineal del centro de la rueda con respecto a la carretera es v y la rapidez angular es ω .



Ordena de mayor a menor las velocidades de los puntos A, B y C en el borde de la rueda con respecto a la carretera, (ver la figura anterior).

Seleccione una:

- ☐ a. $v_A = v_B = v_C$
- ☐ b. $v_C > v_A > v_B$
- ☐ c. $v_A > v_B > v_C$
- ☐ d. $v_C > v_B > v_A$
- ☐ e. $v_B > v_C > v_A$

Pregunta 9

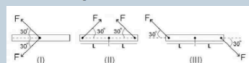
Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Sobre una barra rígida de longitud $2L$, actúan algunas fuerzas. Todas las fuerzas tienen la misma magnitud.



¿Qué casos tienen un torque neto cero actuando sobre la barra en torno a su centro?

Seleccione una:

- ☐ a. (I) solamente.
- ☐ b. (I) y (II) solamente.
- ☐ c. (II) solamente.
- ☐ d. (II) solamente.
- ☐ e. El torque neto es cero en todos los casos.

Pregunta 4

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta



Seleccione una:

- ☐ a. La parte interior del disco contribuye más a I que la parte exterior.
- ☐ b. La parte interior del disco contribuye menos a I que la parte exterior.
- ☐ c. Las partes interior y exterior del disco, cada una con masa $M/2$ (ver figura), contribuyen de igual manera a I (momento de inercia total).
- ☐ d. Ninguna de las anteriores
- ☐ e. La parte interior del disco puede contribuir más o menos a I que la parte exterior dependiendo del valor numérico de la masa M del disco.

Pregunta 5

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Cada vez que un torque neto constante (distinto de cero) actúa sobre un objeto rígido, se produce un

Seleccione una:

- ☐ a. velocidad angular constante
- ☐ b. cambio en la velocidad angular
- ☐ c. cambio en la aceleración angular
- ☐ d. momento angular constante
- ☐ e. Equilibrio rotacional

Pregunta 6

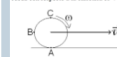
Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Una rueda rígida de radio R rueda sin resbalar en un camino horizontal. La velocidad lineal del centro de la rueda con respecto a la carretera es v y la rapidez angular es ω .



La dirección de la velocidad instantánea del punto B (véase la figura de arriba) con respecto a la carretera es más o menos

- (a) $\searrow$
 - (b) $\nearrow$
 - (c) $\rightarrow$
 - (d) $\leftarrow$
- Explicar:

Seleccione una:

- ☐ a.
- ☐ b.
- ☐ c.
- ☐ d.
- ☐ e.

Pregunta 10

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Sobre una barra rígida de longitud $2L$ actúan algunas fuerzas. Todas las fuerzas tienen la misma magnitud.



¿Qué casos tienen un torque neto cero sobre la barra en torno a su centro?

Seleccione una:

- ☐ a. (I) solamente
- ☐ b. (II) solamente.
- ☐ c. (I) y (II) solamente.
- ☐ d. (II) solamente.
- ☐ e. El torque neto es cero en todos los casos .

Pregunta 11

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Sobre una barra rígida de longitud $2L$ actúan algunas fuerzas. Todas las fuerzas tienen la misma magnitud.



Ordena los tres casos de acuerdo a la aceleración angular de la varilla en torno a un eje que pasa por su centro y es perpendicular al plano de la página.

Seleccione una:

- ☐ a. (I) = (II) > (II).
- ☐ b. (II) > (II) > (I).
- ☐ c. (II) = (II) > (I).
- ☐ d. (I) = (I) = (II).
- ☐ e. (II) > (I) > (I).

Pregunta 12
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

Sobre una barra rígida de longitud $2L$ actúan algunas fuerzas. Todas las fuerzas tienen la misma magnitud.



Ordene de mayor a menor los tres casos de acuerdo con la aceleración angular de la barra alrededor de un eje que pasa por su centro y perpendicular al papel

Seleccione una:

- ☐ a. La aceleración angular es cero en los tres casos.
- ☐ b. $(II) > (I) > (III)$.
- ☐ c. $(I) = (II) > (III)$.
- ☐ d. $(II) > (III) > (I)$.
- ☐ e. $(I) > (II) > (III)$.

Pregunta 13
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

Dos canicas rígidas idénticas ruedan sin deslizar a través de superficies horizontales rígidas. Una de ellas rueda sobre un suelo de piedra cuyo coeficiente de fricción estática es $\mu_s = 0.80$, y el otro rueda sobre un suelo de vidrio con $\mu_s = 0.40$. ¿Cuál canica se detiene más por la fricción y por qué? Ignore la resistencia del aire.

Seleccione una:

- ☐ a. La canica que rueda sobre piedra se desacelera más, porque a mayor μ_s la fuerza de fricción también es mayor sobre la canica.
- ☐ b. Ninguna de las canicas se frenan por la fricción debido a que ruedan sin resbalar.
- ☐ c. Es imposible responder sin conocer el coeficiente de fricción cinética μ_k porque las canicas se están moviendo.
- ☐ d. Ambas canicas se frenan por igual porque las canicas son idénticas.
- ☐ e. La canica que rueda sobre vidrio se desacelera más, porque la naturaleza resbaladiza del vidrio impide rodar.

Pregunta 14
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

Si una bola esférica rígida está rotando sin resbalar por un plano inclinado, entonces



Seleccione una:

- ☐ a. la bola tiene una aceleración angular despreciable.
- ☐ b. la pelota tiene un momento de inercia despreciable.
- ☐ c. la fricción estática entre la bola y el plano no es despreciable.
- ☐ d. el coeficiente de fricción entre la bola y el plano es exactamente igual a 1.
- ☐ e. el plano desciende abruptamente, a más de 45° sobre la horizontal.

Pregunta 18
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

La fuerza gravitacional debe ser tomada en cuenta.

Una rueda de bicicleta es libre de girar alrededor de un eje horizontal sin fricción. Un pequeño trozo de arcilla está unido a la llanta como se muestra en la figura, y la rueda se libera desde el reposo. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones con relación al movimiento de la rueda es verdadera?



Seleccione una:

- ☐ a. Ninguna de las anteriores.
- ☐ b. El número de vueltas completas (ángulo 2π) que la rueda hace que antes de llegar al reposo depende de la masa del trozo de arcilla.
- ☐ c. La rueda permanecerá en reposo si la masa del trozo de arcilla es menor que un cierto valor crítico.
- ☐ d. La rueda oscilará en torno al punto más bajo.
- ☐ e. La rueda girará y llegará al reposo cuando el trozo de arcilla se encuentra en el punto más bajo posible.

Pregunta 19
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda puede aproximarse a un aro que gira) tienen el mismo radio R y masa M como se muestra a continuación. Cada uno es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos objetos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos en sus bordes, como se muestra en la figura.



Considere el torque neto que actúa sobre el sistema de la rueda+arcilla y el disco+arcilla, en torno a un punto en su eje. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

Seleccione una:

- ☐ a. El torque neto es mayor para el sistema del disco+arcilla.
- ☐ b. Los torques netos en ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.
- ☐ c. El torque neto es mayor para el sistema de la rueda+arcilla.
- ☐ d. No existe un torque neto en ninguno de los sistemas.
- ☐ e. Cual sistema tenga un mayor torque neto depende de los valores numéricos reales de R y M .

Pregunta 20
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda puede aproximarse a un aro que gira) tienen el mismo radio R y masa M como se muestra a continuación. Cada uno es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos objetos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos en sus bordes, como se muestra en la figura.



¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de las aceleraciones angulares es cierta?

Seleccione una:

- ☐ a. La aceleración angular es mayor para el sistema disco+arcilla.
- ☐ b. No hay ninguna aceleración angular en los sistemas.
- ☐ c. Cual sistema tenga una mayor aceleración angular depende de los valores numéricos de R y M .
- ☐ d. La aceleración angular es mayor para el sistema rueda+arcilla.
- ☐ e. Las aceleraciones angulares de ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.

Pregunta 15
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

Una rueda de bicicleta rueda sin resbalar sobre un suelo horizontal. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera en relación al movimiento de los puntos de la llanta de la rueda, con respecto al eje en el centro de la rueda?



Seleccione una:

- ☐ a. Puntos cerca del borde superior se mueven más rápido que los puntos cerca del borde inferior.
- ☐ b. Puntos cerca del borde superior se mueven más rápido que los puntos cerca del borde inferior.
- ☐ c. Todos los puntos tienen vectores de aceleración que son tangentes a la rueda.
- ☐ d. Todos los puntos tienen vectores de velocidad que apuntan en la dirección radial hacia el centro de la rueda.
- ☐ e. Todos los puntos sobre el borde de la rueda se mueven con la misma velocidad.

Pregunta 16
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

El momento de inercia de un cilindro rígido

Seleccione una:

- ☐ a. no depende de la masa del cilindro.
- ☐ b. depende de la aceleración angular del cilindro.
- ☐ c. se puede expresar en unidades de kg.
- ☐ d. no depende de la radio del cilindro.
- ☐ e. depende de la elección del eje de rotación.

Pregunta 17
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

Se aplica una fuerza horizontal, F , sobre centro de una rueda rígida que está inicialmente en reposo sobre un suelo horizontal. Si la rueda comienza a rodar sin resbalar, a continuación:



Seleccione una:

- ☐ a. Ninguna de las anteriores.
- ☐ b. El coeficiente de fricción estática entre la rueda y el suelo debe ser exactamente igual a 1.
- ☐ c. Rodará mejor en un suelo sin fricción.
- ☐ d. Toda su energía cinética es solo rotacional.
- ☐ e. El coeficiente de fricción estática entre la rueda y el suelo no puede ser cero.

Pregunta 16
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

El momento de inercia de un cilindro rígido

Seleccione una:

- ☐ a. no depende de la masa del cilindro.
- ☐ b. depende de la aceleración angular del cilindro.
- ☐ c. se puede expresar en unidades de kg.
- ☐ d. no depende de la radio del cilindro.
- ☐ e. depende de la elección del eje de rotación.

Pregunta 17
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

Se aplica una fuerza horizontal, F , sobre centro de una rueda rígida que está inicialmente en reposo sobre un suelo horizontal. Si la rueda comienza a rodar sin resbalar, a continuación:



Seleccione una:

- ☐ a. Ninguna de las anteriores.
- ☐ b. El coeficiente de fricción estática entre la rueda y el suelo debe ser exactamente igual a 1.
- ☐ c. Rodará mejor en un suelo sin fricción.
- ☐ d. Toda su energía cinética es solo rotacional.
- ☐ e. El coeficiente de fricción estática entre la rueda y el suelo no puede ser cero.

Pregunta 18
Sin responder aún
Puntúa como 1,00
⚑ Marcar pregunta
✎ Editar pregunta

La fuerza gravitacional debe ser tomada en cuenta.

Una rueda de bicicleta es libre de girar alrededor de un eje horizontal sin fricción. Un pequeño trozo de arcilla está unido a la llanta como se muestra en la figura, y la rueda se libera desde el reposo. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones con relación al movimiento de la rueda es verdadera?



Seleccione una:

- ☐ a. Ninguna de las anteriores.
- ☐ b. El número de vueltas completas (ángulo 2π) que la rueda hace que antes de llegar al reposo depende de la masa del trozo de arcilla.
- ☐ c. La rueda permanecerá en reposo si la masa del trozo de arcilla es menor que un cierto valor crítico.
- ☐ d. La rueda oscilará en torno al punto mas bajo.
- ☐ e. La rueda girará y llegará al reposo cuando el trozo de arcilla se encuentra en el punto más bajo posible.

Pregunta 19

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda puede aproximarse a un aro que gira) tienen el mismo radio R y masa M como se muestra a continuación. Cada uno es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos objetos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos en sus bordes, como se muestra en la figura.

Considera el torque neto que actúa sobre el sistema de la rueda-arcilla y el disco-arcilla, en torno a un punto en su eje. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- Selección una:
- El torque neto es mayor para el sistema del disco-arcilla.
 - Los torques netos en ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.
 - El torque neto es mayor para el sistema de la rueda-arcilla.
 - No existe un torque neto en ninguno de los sistema.
 - Cual sistema tenga un mayor torque neto depende de los valores numéricos reales de R y M .

Pregunta 20

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda puede aproximarse a un aro que gira) tienen el mismo radio R y masa M como se muestra a continuación. Cada uno es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos objetos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos en sus bordes, como se muestra en la figura.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de las aceleraciones angulares es cierta?

- Selección una:
- La aceleración angular es mayor para el sistema disco-arcilla.
 - No hay ninguna aceleración angular en los sistemas.
 - Cual sistema tenga una mayor aceleración angular depende de los valores numéricos de R y M .
 - La aceleración angular es mayor para el sistema rueda-arcilla.
 - Las aceleraciones angulares de ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.

Pregunta 21

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Un disco de aluminio y una rueda de hierro (la rueda puede aproximarse a un aro que gira) tienen el mismo radio R y masa M como se muestra a continuación. Cada uno es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos discos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos a sus bordes, como se muestra en la figura.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de sus velocidades angulares máximas es cierto?

- Selección una:
- Cual objeto tenga una velocidad angular máxima mayor está determinado por los valores numéricos de R y M .
 - La máxima velocidad angular es mayor para el sistema disco-arcilla.
 - La máxima velocidad angular es mayor para el sistema rueda-arcilla.
 - No existe una velocidad angular en ninguno de los sistemas.
 - Las máximas velocidades angulares de ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.

Pregunta 24

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Dos discos de cobre de diferentes espesores tienen el mismo radio pero diferentes masas como se muestra a continuación. Cada disco es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos discos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos a sus bordes, como se muestra en la figura.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre sus aceleraciones angulares es verdadera?

- Selección una:
- La aceleración angular es mayor para el sistema en el que el disco tiene la mayor masa.
 - Que sistema tiene una mayor aceleración angular depende de los valores numéricos reales de sus masas.
 - No hay aceleración angular en los sistemas.
 - La aceleración angular es mayor para el sistema en el que el disco tiene menor masa.
 - Las aceleraciones angulares de ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.

Pregunta 25

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Una rueda de masa M y radio R es libre de girar alrededor de un eje horizontal fijo. Un pequeño trozo de arcilla de masa m está unido a su borde, como se muestra en la figura. Tenga en cuenta la magnitud del torque neto τ que actúa sobre el sistema rueda-arcilla en torno a un punto en el eje como se muestra en la siguiente figura, y sea g la magnitud de la aceleración debida a la gravedad. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- Selección una:
- $\tau = (m + M)gR$.
 - ninguna de las anteriores.
 - $\tau = mgR$.
 - $\tau = (m + M)gR$.
 - $\tau = (m + M/2)gR$.

Pregunta 26

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Una persona pone a girar una pelota de tenis con una cuerda en un círculo horizontal (para que el eje de rotación sea vertical). En el punto que se indica en la figura de abajo, a la bola se le imprime un golpe firme en la dirección mostrada. Esto causa que el cambio en el momento angular ΔL este en la dirección

- Selección una:
- dirección +z
 - dirección +x
 - dirección -x

Pregunta 22

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Un disco de cobre y un disco de plástico tienen diferentes radios masa M como se muestra a continuación. Cada disco es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal fijo sin fricción. Ambos discos están inicialmente en reposo. Idénticos pequeños trozos de arcilla están pegados en sus bordes, como se muestra en la figura. Considere que actuar un torque neto en cada sistema disco-arcilla, en torno a un punto en su propio eje. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- Selección una:
- El torque neto es mayor para el sistema con el disco de cobre.
 - El torque neto es mayor para el sistema con el disco de plástico.
 - No existe un torque neto en ninguno de los sistema.
 - El sistema tiene un mayor torque neto depende de los valores numéricos de las masas y los radios de los discos.
 - Los torque netos en ambos sistemas son iguales y que diferente de cero.

Pregunta 23

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Dos discos de cobre de diferentes espesores tienen el mismo radio pero diferentes masas como se muestra a continuación. Cada disco es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos discos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos a sus bordes, como se muestra en la figura.

Considera el torque neto que actúa sobre cada sistema disco-arcilla alrededor de un punto en su propio eje. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- Selección una:
- Los torques netos en ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.
 - El torque neto es mayor para el sistema en el que el disco tiene la masa más grande.
 - El torque neto es mayor para el sistema en el que el disco tiene menor masa.
 - Que el sistema tenga un mayor torque neto depende de los valores numéricos reales de sus masas.
 - No existe un torque neto en ninguno de los sistemas.

Pregunta 24

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Dos discos de cobre de diferentes espesores tienen el mismo radio pero diferentes masas como se muestra a continuación. Cada disco es libre de girar alrededor de su propio eje horizontal sin fricción fijo. Ambos discos están inicialmente en reposo. Pequeños trozos idénticos de arcilla están unidos a sus bordes, como se muestra en la figura.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre sus aceleraciones angulares es verdadera?

- Selección una:
- La aceleración angular es mayor para el sistema en el que el disco tiene la mayor masa.
 - Que sistema tiene una mayor aceleración angular depende de los valores numéricos reales de sus masas.
 - No hay aceleración angular en los sistemas.
 - La aceleración angular es mayor para el sistema en el que el disco tiene menor masa.
 - Las aceleraciones angulares de ambos sistemas son iguales y diferentes de cero.

Pregunta 27

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Una persona pone a girar una pelota de tenis con una cuerda en un círculo horizontal (para que el eje de rotación sea vertical). En el punto que se indica en la figura de abajo, a la bola se le imprime un golpe firme en la dirección mostrada. Esto causa que el cambio en el momento angular ΔL este en la dirección

- Selección una:
- queda en la misma dirección (pero la magnitud del momento angular cambia)
 - dirección +y
 - dirección +x
 - dirección -y
 - dirección -x

Pregunta 28

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Una maleta contiene un disco que esta girando en torno a un eje vertical como se muestra en la figura (1). Cuando se pone a rotar la maleta como se muestra en la figura (2), la maleta se mueve afuera y hacia arriba como se ve en la figura. De esto, se puede concluir que el disco en su interior, como se muestra en la figura (1), esta girando

- Selección una:
- en sentido antihorario
 - en sentido horario

Pregunta 29

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

✓ Marcar pregunta

✎ Editar pregunta

Una varilla delgada y ligera, de masa despreciable de longitud d tiene masas de metal de 400 gramos en cada uno de sus extremos. Un aro de metal de 800 gramos tiene el mismo diámetro d como la varilla.

¿Cómo podríamos hacer que giren los dos cuerpos con el fin de darles el mismo momento angular alrededor de un eje a través de sus centros?

- Selección una:
- El aro debe girar más lentamente debido a que su masa esta concentrada en el borde más que la mancuerna.
 - Los dos cuerpos deben girar con la misma velocidad angular debido a que tienen la misma masa.
 - La mancuerna debe girar más lentamente porque su masa es más concentrada.
 - Los dos cuerpos deben girar con la misma velocidad angular debido a que tienen la misma inercia de rotación.

Pregunta 30

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

⚑ Marcar pregunta

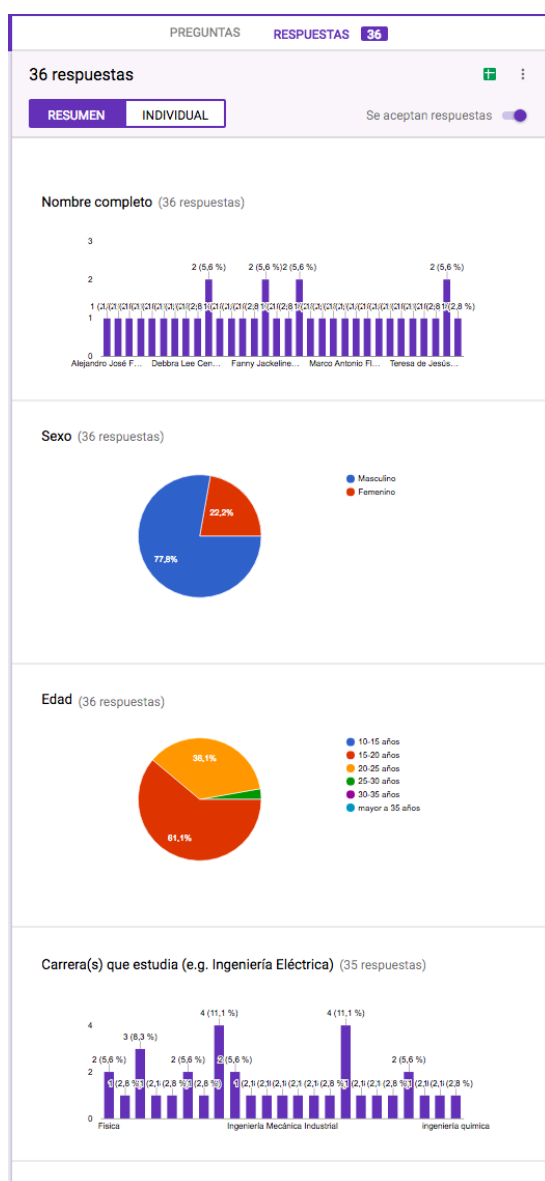
✎ Editar pregunta

Un estudiante tiene dos grandes bolsas de arroz y gira sobre una silla rotatoria sin fricción. Mientras el estudiante y el arroz están girando, el estudiante deja caer los 2 sacos de arroz. Considere que el momento justo antes de que el estudiante deja caer las bolsas como inicio y finaliza en el instante justo después de que deja caer las bolsas. ¿Cuales afirmaciones describen correctamente el evento si el sistema incluye al estudiante, la silla rotatoria y las bolsas de arroz?

Seleccione una o más de una:

- ☐ a. Las bolsas de arroz "se llevaron" su momento angular con ellos y el estudiante tiene el mismo momento angular que tenía antes de liberar las bolsas.
- ☐ b. El estudiante debe mantener la misma velocidad angular.
- ☐ c. La velocidad angular del estudiante debe aumentar.
- ☐ d. El impulso angular entre las bolsas de arroz y el estudiante causa un cambio en la velocidad angular del estudiante.
- ☐ e. Las bolsas de arroz al caer redujeron la masa del sistema así que la velocidad angular del estudiante se reajusta a este cambio.
- ☐ f. La velocidad angular del estudiante debe disminuir.

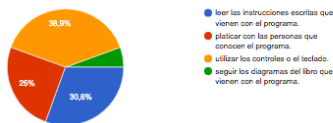
Anexo 4: Encuesta



5) Un grupo de turistas desea aprender sobre los parques o las reservas de vida salvaje en su área. Ud.:
(36 respuestas)



9) Desea aprender un nuevo programa, habilidad o juego de computadora. Ud. debe:
(36 respuestas)



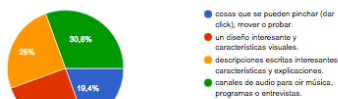
13) Prefiere a un profesor o un expositor que utiliza: (36 respuestas)



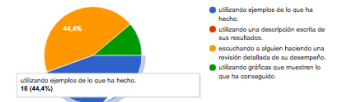
6) Está a punto de comprar una cámara digital o un teléfono móvil. ¿Además del precio, qué más influye en su decisión?
(36 respuestas)



10) Le gustan los sitios web que tienen: (36 respuestas)



14) Ha acabado una competencia o una prueba y quisiera una retroalimentación. Quisiera tener la retroalimentación
(36 respuestas)



7) Recuerde la vez cuando aprendió a hacer algo nuevo. Evite elegir una destreza física, como montar una bicicleta. ¿Cómo aprendió mejor?
(36 respuestas)



11) Además del precio, ¿qué influiría más en su decisión de comprar un nuevo libro de no ficción?
(36 respuestas)



15) Va a elegir sus alimentos en un restaurante o café. Ud.: (35 respuestas)



16) Tiene que hacer un importante discurso para una conferencia o una ocasión especial. Ud.:
(36 respuestas)

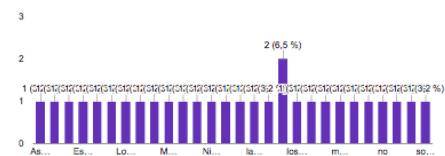


8) Tiene un problema en su rodilla. Preferiría que el doctor: (36 respuestas)



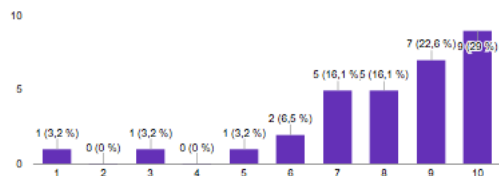
12) Está utilizando un libro, CD o sitio web para aprender cómo tomar fotografías con su nueva cámara digital. Le gustaría tener:
(36 respuestas)





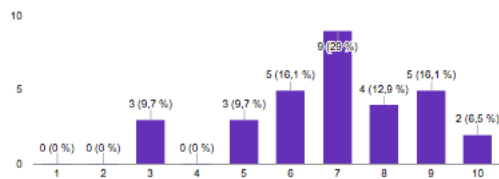
13. Sobre las actividades de preparación en el Aula Virtual (Movimiento de rotación, Cálculo de momento de inercia, Momento angular y Conservación del momento angular) que realizaron previamente y luego se discutieron en clase para clarificar dudas a nivel conceptual, ¿consideras que fueron útiles herramientas de aprendizaje para comprender los temas? 1: para nada, 10: bastante.

(31 respuestas)



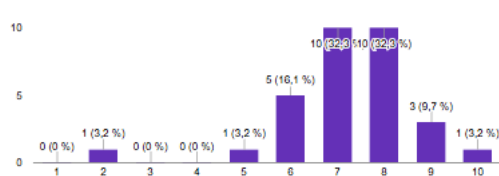
14. ¿Cual fue el nivel de dificultad presentada en las Actividades de Preparación del Aula Virtual? 1: poca, 10: muy difícil.

(31 respuestas)



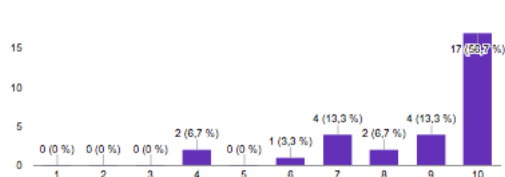
15. Al realizar las Actividades de Preparación en el Aula Virtual, en promedio, ¿cuánto esfuerzo mental o concentración invertiste?, siendo 10 la máxima inversión.

(31 respuestas)



16. ¿En qué medida la sesión presencial ayudó para aclarar las dudas de las Actividades de Preparación del Aula Virtual? 10: bastante.

(30 respuestas)



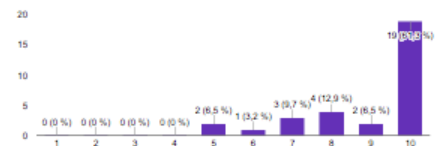
17. ¿Algún comentario adicional sobre las actividades de preparación en el aula virtual?

(27 respuestas)

ninguno
ninguno
no
no
Mas orden
Son excelentes para ampliar el concepto.
Si es de un día para otro que sean máximo 2 videos
una actividad fuera del tradicionalismo explotando nuestro potencial de razonamiento.

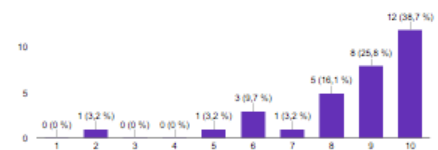
18. ¿Del 1 al 10, qué tan conveniente consideras ver un video corto de la temática como apoyo a la clase? siendo 10 totalmente conveniente

(31 respuestas)



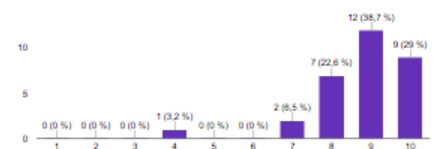
19. ¿Consideras que los videos de rotaciones sirvieron para fortalecer lo estudiado en las sesiones presenciales? siendo 10: definitivamente, 1: no sirvieron para nada

(31 respuestas)



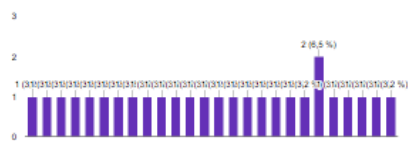
20. Los momentos presenciales estaban diseñados para explicar conceptos y resolución de problemas para fortalecer el aprendizaje. Del 1 al 10, ¿consideras que estas sesiones te sirvieron en ese sentido? 10: definitivamente, 1: no me sirvieron en absoluto

(31 respuestas)



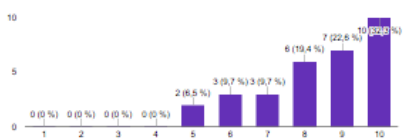
21. Sobre la autoevaluación en Aula Multimedia sobre la temática (dada en el Aula de Maestría en física), que permitió autoevaluarte y retroalimentar en vivo al instructor sobre problemas conceptuales y corregirlos de inmediato, ¿qué opinión te merece?

(27 respuestas)



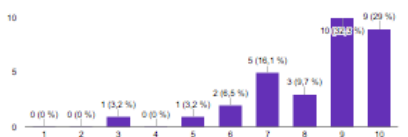
22. Sobre la evaluación final de Rotaciones, dada en Aula Virtual, ¿qué te pareció su nivel?

(31 respuestas)



23. En general, del 1 al 10, ¿cual fue tu percepción del enfoque utilizado en Rotaciones? Siendo 10 excelente

(31 respuestas)



24. En relación a un curso tradicional de enseñanza solamente presencial, tal como se sirve FS100 generalmente, consideras que este enfoque fue:

(31 respuestas)



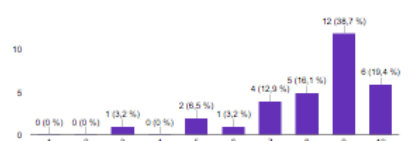
25. En relación al método de enseñanza del segundo parcial en colisiones (Aula Invertida), consideras que el enfoque del tercer parcial fue:

(31 respuestas)



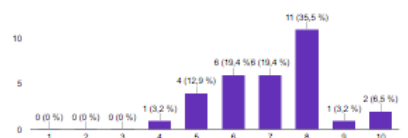
26. ¿Consideras que las pruebas, controles de lectura y tareas del Aula Virtual sirvieron para fortalecer lo estudiado en clase previamente? Siendo 1: Nada, 10: totalmente.

(31 respuestas)



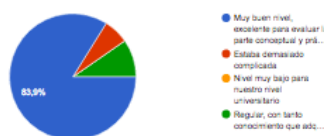
27. En general, ¿qué nivel de dificultad identificas en los controles de lectura y pruebas (no especiales) hechas en el Aula Virtual? Siendo 1: ninguna dificultad, 10: demasiado difícil.

(31 respuestas)



28. Con relación a la Prueba Especial de Rotaciones, ¿qué nivel de dificultad presento?

(31 respuestas)



29. ¿Algún comentario adicional que tengas sobre el enfoque utilizado? ¿Que le agregarías o le quitarías?

(26 respuestas)

