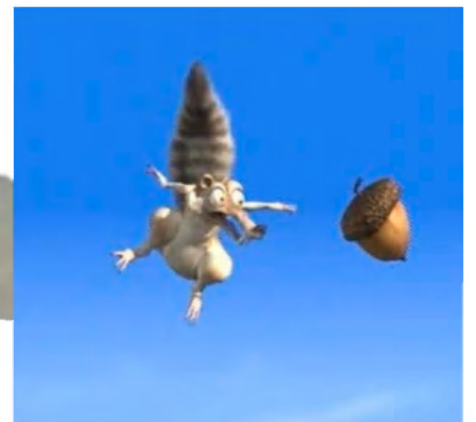
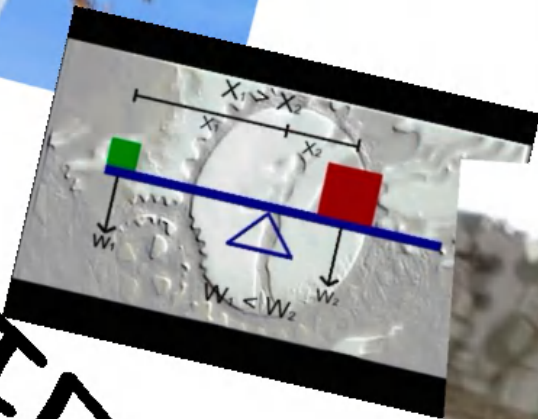


PHYSICS



VIDENS



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación



GRUPO DE INVESTIGACIÓN
DIVERSER
Pedagogía y Diversidad Cultural

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN.

PEQUEÑO PROYECTO

"PHYSIS VIDENS: IMPLICACIONES DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA EN LA
MOTIVACIÓN Y EN LA RESOLUCIÓN DE SITUACIONES PROBLÉMICAS DE LA
FÍSICA A PARTIR DE IMÁGENES EN MOVIMIENTO"

LUCIANY AUGUSTO NANCLARES SÁNCHEZ

EDWIN DAVID TAMAYO MARTÍNEZ

PAULA ANDRÉA PARRA ZULUAGA

JUAN MANUEL FERNÁNDEZ RUIZ

Medellín, enero de 2007



RECONOCIMIENTOS: ANTE TODO, NO ESTUVIMOS SOLOS

Al comenzar cualquier ejercicio investigativo, más aún cuando se parte únicamente del conocimiento teórico y lejos de las enseñanzas de la práctica, no es posible llegar a alguna conclusión coherente y fundamentada, sin el acompañamiento de muchas personas. Agradecemos especialmente al Colegio Nuestra Madre de las Mercedes, a las jóvenes del grado décimo (que actualmente terminaron sus bachilleratos) por sus aportes y acompañamiento, a la hermana Matilde Bravo Calva por su paciencia y al profesor Carlos Mario Gómez y demás docentes de esta institución, pues dispusieron espacios y recursos más que necesarios para llevar a cabo este trabajo investigativo; al Colegio Alcaravanes, a los y las estudiantes del grado décimo (actualmente cursando grado once) por sus críticas siempre sinceras, al profesor Mauricio Díaz, al resto del cuerpo docente, a Alexandra Agudelo, a Luis Fernando Estrada y al grupo administrativo, por disponer de los espacios y los recursos necesarios para poder evaluar la estrategia diseñada en este proyecto. Por los sistemáticos y ordenados ejercicios de análisis de la información, las ideas para el desarrollo de talleres y el acompañamiento en muchos de éstos, agradecemos profundamente a la co-investigadora Paula Andrea Parra, pues sin sus aportes no hubiera sido posible obtener este informe. Agradecemos a Juan Manuel Fernández, por su interés y acompañamiento en los primeros meses de la investigación (lamentamos que le haya sido imposible continuar). Por el seguimiento y el apoyo, primeramente moral y luego material, damos gracias a las y los integrantes del grupo de Investigación Diverser de la Universidad de Antioquia y especialmente a la profesora Zayda Sierra Restrepo, su coordinadora. A Oscar Meneses, profesor de la Facultad de Educación, le debemos nuestra gratitud, porque también nos acompañó desde el inicio allanando algunas partes del camino que anduvimos.

**CONTENIDO**

	Pp.
1. INTRODUCCIÓN: LO QUE NOS SIGNIFICÓ EL PROCESO	1
2. ANTECEDENTES: UNA IDEA PARA NO ESCAPAR DE CLASE	3
3. EL PROBLEMA BAJO ESTUDIO	6
4. OBJETIVOS	6
4.1. General	6
4.2. Específicos	6
5. FUNDAMENTOS TEÓRICOS: LA TRAMA QUE NOS DEVELA	7
5.1. La motivación y el aprendizaje	7
5.2. El concepto de imagen en movimiento	11
5.3. Ejercicios y problemas: una diferenciación necesaria	13
5.4. De la resolución de problemas a la investigación dirigida	15
5.5. Una concepción de la física	16
6. ENFOQUE METODOLÓGICO	17
7. DESARROLLO DEL PROYECTO Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN: ¿CON QUIÉNES, QUÉ Y CÓMO?	18
7.1. ¿Con quiénes?: Participantes	18
7.2. ¿Qué?: Caracterización de la estrategia didáctica	20
7.3. ¿Cómo?: Descripción del trabajo de campo	23
7.3.1. En el Colegio Nuestra Madre de las Mercedes	23
7.3.2. En el Colegio Alcaravanes	26
8. RESULTADOS: SE CORRE EL TELÓN	26



8.1. Ideas, actitudes y gustos frente al estudio de la física	26
8.2. Aspectos sobre la incidencia de la estrategia didáctica en la motivación, la resolución de problemas y la investigación dirigida	29
8.2.1. Incidencia de la imagen en la motivación	30
8.2.2. Potencialidad de la estrategia para la investigación dirigida	33
8.3. Poder de la imagen para la enseñanza de la física: Fortalezas y debilidades	34
8.3.1. Fortalezas	40
8.3.2. Debilidades	40
9. PERSPECTIVA: ¿QUÉ SE ESPERA CONTINUAR? ¿QUÉ PODRÍA SEGUIR?: ALGUNAS PERSPECTIVAS	42
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
11. ANEXOS	48
11.1. Anexo 1. Videos realizados antes del planteamiento de la pregunta de esta investigación.	48
11.2. Anexo 2. Ejemplos de guías de trabajo para orientar la aplicación de videos	49
11.2.1. Guía didáctica del video: "Las situaciones de scrat"	50
11.2.2. Guía didáctica del video: "Las máquinas"	53
11.2.3. Guía didáctica video: "Las palancas"	56
11.2.4. Guía didáctica del video: "Dinámica con scrat"	60
11.2.5. Guía didáctica del video: "Arquímedes y la hidrostática"	63
11.2.6. Guía didáctica del video: "Análisis de vectores"	67



11.3. Anexo 3. Instrumentos para la recolección de la información	69
11.3.1. Cuestionario "Alfabetismo visual"	69
11.3.2. Cuestionario cualitativo para recoger las opiniones de los y las estudiantes sobre el proceso llevado a cabo en el Colegio Alcaravanes (Trascripción de las respuestas dadas por una de las estudiantes)	77
11.4. Anexo 4. Análisis cuantitativo de algunas preguntas realizadas a los y las estudiantes participantes en diagnósticos iniciales	78



1. INTRODUCCIÓN: LO QUE NOS SIGNIFICÓ EL PROCESO



También esta noche, tierra, permaneciste firme.
Y ahora renaces de nuevo a mi alrededor.
Y alientas otra vez en mí
la aspiración de luchar sin descanso
por una altísima existencia.
Goethe, Fausto

Para quienes comienzan a leer este informe investigativo, ha de ser importante conocer lo que significó para nosotros el trabajo realizado ante el devenir que nos sugieren los resultados obtenidos. Por esta razón escribimos estos párrafos, esperando que, aunque sabemos cuan limitadas resultan en ocasiones las palabras, podamos presentar a ustedes nuestras percepciones frente a la investigación, en particular, en lo que atañe a la enseñanza de la física.

A partir de reflexiones derivadas de nuestro proceso, consideramos que embarcarse en una actividad investigativa requiere de largas horas de trabajo, discusiones (incluso acaloradas pero enriquecedoras), paciencia ante las circunstancias adversas, un ojo agudo y en lo posible libre de prejuicios, una mente con ideas, una voluntad inquebrantable, camaradería, competencia y perseverancia; para poder navegar, ante toda sombra, en un océano insondable como el campo de la educación y la formación humana. Los diferentes momentos de esta investigación, así como nuestra concepción de ciencia, que expondremos más adelante, nos hacen pensar en la tarea de Sísifo.

Se preguntarán: ¿Quién es Sísifo? y ¿qué tiene que ver con esta investigación?

Según la mitología griega, Sísifo era un rey de Corinto, un mortal que en ciertos instantes de su existencia, cometió algunas "ligerezas" con los dioses. Se cuenta que Sísifo en alguna oportunidad le contó al dios Asopo sobre el paradero de su hija Egina, quien había sido raptada por Zeus. Este hecho, como era de esperarse, alteró al dios de dioses, quien decidió enviarle la muerte para deshacerse de él. Sísifo, usando su ingenio, encadenó a la muerte en su patio, causándole así una furia mayor a Zeus. Cuando la muerte fue liberada, al primero que llevó al Hades fue a Sísifo. Al parecer, el rey de Corinto era muy hábil y logró escapar para reunirse con su esposa y disfrutar de nuevo del calor y las delicias de la tierra. Pero aquí no termina esta historia. Después de algún



tiempo, Sísifo fue capturado y condenado a subir una enorme roca hasta la cima de una montaña con una molesta complicación: la roca volvería a rodar cuesta abajo, cada vez que Sísifo lograra llevarla a la cúspide. Todavía se le puede imaginar en su eterna tarea.

Más allá del rey y los castigos de los dioses, en Sísifo podemos ver a un hombre con una tarea que se antoja absurda, sin sentido. Para Camus, Sísifo es el héroe absurdo; "lo es tanto por sus pasiones como por su tormento. Su desprecio por los dioses, su odio a la muerte y su apasionamiento por la vida le valieron ese suplicio indecible en el que todo el ser se dedica a no acabar nada" (2000:10). Esto nos lleva a concebir a un ser inquietante que se esfuerza al pie de la montaña, conciente de que su tarea no tendrá fin. Pero, ¿será acaso estéril "todo el esfuerzo de un cuerpo tenso para levantar la enorme piedra, hacerla rodar y ayudarla a subir una pendiente cien veces recorrida" (10)?, ¿tendrá sentido "la mejilla pegada a la piedra, la ayuda de un hombro que recibe la masa cubierta de arcilla, de un pie que la calza, la tensión de los brazos, la seguridad enteramente humana de dos manos llenas de tierra" (10)? Para nosotros no es una tarea fútil, tiene demasiado sentido. Al igual que Camus, nos imaginamos a un Sísifo dichoso, lo vemos retornar, una y otra vez por la roca. La historia se ha encargado de mostrarnos al Sísifo que habita en la humanidad desde hace mucho tiempo. Por ejemplo la física, que es una actividad humana que jamás estará terminada, ha sido construida varias veces a partir de las múltiples concepciones que la han forjado en el transcurrir de la historia. La humanidad ha visto cómo tambalean, e incluso caen, las teorías a medida que surgen nuevos planteamientos. Hemos sido el centro del universo, hemos estado estáticos y en movimiento, a grandes y pequeñas velocidades. La caída de los cuerpos dependió, por mucho tiempo, de su peso. El éter justificaba fenómenos que luego ocurrieron en el vacío; el átomo ha sido lo más pequeño y luego un universo con planetas girando alrededor de un núcleo con muchos secretos para ofrecer; la roca se ha rodado varias veces, tantas como ha sido llevada hasta la cima.

Con cada investigación que se realiza, con el esfuerzo y dedicación que implica realizarla, evocamos aquella tarea en la montaña, pero libre de todo fatalismo y desesperanza por la aparente inutilidad de este acto; no la consideramos como una condena eterna, sino como la posibilidad de reflexionar sobre cada construcción humana, una puerta abierta para que prevalezca la búsqueda del sentido donde se formulen preguntas que, aunque hagan deslizar la gran roca, nos brinden conocimientos que se pueden poner al servicio de las propias realidades escolares. El ser humano investigador se construye durante el proceso de su trabajo, el acto mismo de empujar la piedra sobre la inclinada colina lo transforma y lo enriquece, ese es su fin.

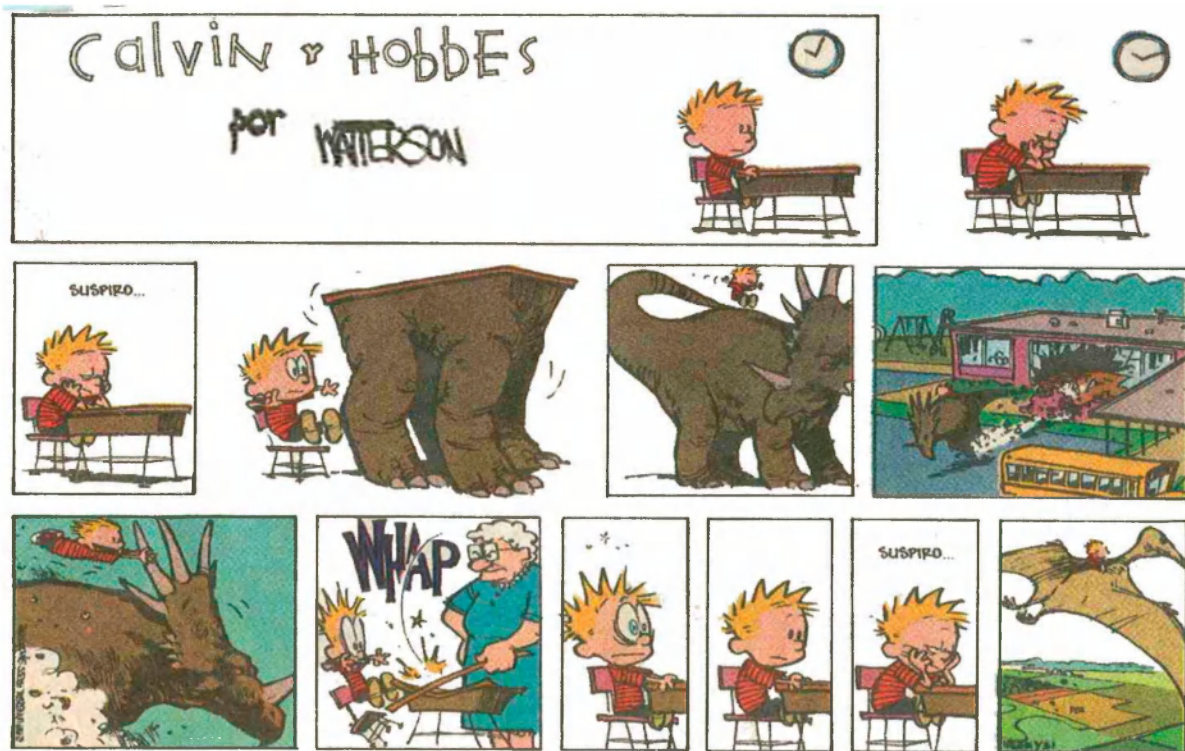
Tal como hemos visto en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, son muchas las estrategias usadas para enseñar; muchas veces han sido revaluadas, criticadas, derrumbadas y construidas de nuevo; es necesario hacerlo. Afortunadamente no existe una única manera de enseñar ciencia. Ante la tarea de enseñar física en los colegios de la ciudad, es preciso cuestionarse e indagar sobre todas las posibilidades que ofrece la época en la que vivimos; los medios audiovisuales como la televisión y el cine, por ejemplo, pudieron convertirse en una buena estrategia para enseñar todas esas fórmulas y



procedimientos que son necesarios para la comprensión de la física. Durante esta investigación, realizamos un esfuerzo por empujar la roca, aprendimos aspectos relevantes en cuanto a la motivación de los y las estudiantes hacia el aprendizaje de la física a partir de las imágenes que nos brindan la televisión y el cine, se concibió una forma alternativa para enseñar esta ciencia, explorando posibilidades que nos brindaron otras disciplinas. Estos aspectos fueron fundamentales para nuestro desarrollo profesional, nos llevaron a revisar nuestros conocimientos sobre la física y su enseñanza, a evaluar nuestro trabajo con la ayuda de unos rostros jóvenes dispuestos a enriquecer nuestra tarea.

Reflexionar sobre lo que está en construcción nos enaltece como humanos, regresar con la misma fuerza sobre los pasos y corregir lo ya realizado nos hace más profesionales; subir la roca en última instancia, como investigadores, es lo que nos mantiene vivos y dichosos.

2. ANTECEDENTES: UNA IDEA PARA NO ESCAPAR DE CLASE



En el amplio universo de las imágenes existe un lenguaje, una sintaxis que expresa toda una gama de sensaciones, ideas, situaciones y pensamientos en los que inevitablemente tenemos que reconocernos. Dinosaurios, vuelos interestelares, máquinas del tiempo y el espacio, velocidades, aceleraciones, hoyos negros, desastres naturales, en fin, todo aquello cuanto el ser humano pueda recrear mas allá de su insondable



imaginación. Ante el estudio de la física, posiblemente algunos estudiantes prefieran inventar una historia y agitarla en su cabeza para escapar del tedio que sienten en las clases de esta ciencia.

En la tira cómica *Calvin y Hobbes*, de Waterson, que encabeza este escrito, se puede observar que no hay proposiciones. Sin embargo, la tira hace uso de un lenguaje, porque nos expresa, con líneas y formas, intenciones comunicativas: el tedio del tiempo en un salón de clase, la posibilidad de escapar a un mundo imaginario, una profesora que siempre tendrá el boleto de regreso de aquel mundo y, en conclusión, el deseo de huir de alguna clase. Situaciones similares se pueden encontrar en el estudio de la física, dado que es una de las disciplinas que peores resultados académicos exhibe y menos interés despierta en las y los estudiantes a pesar del lugar que ocupa en el currículo (González y otros, 1996).

En algunos gratos momentos en el desarrollo del proceso investigativo que presentamos a ustedes, realizado en dos instituciones educativas, fue interesante descubrir el papel que juega la motivación y el gusto por el aprendizaje de esta ciencia en las actividades que se realizan en el aula. Durante los procesos de indagación (que profundizaremos más adelante) encontramos comentarios satisfactorios en cuanto al estudio de la física: "Siempre me ha gustado la física aunque no sé mucho sobre el tema, y hasta el momento he entendido y disfrutado los temas vistos, me gusta encontrarle lógica a lo que me están diciendo". Sin embargo, los comentarios que se escucharon en mayor proporción por parte de los y las estudiantes evidenciaron cierta apatía hacia el estudio de la física: "No me motiva nada la clase, entonces lo primero que sucede es que me estreso bastante. Nada de la materia me entra y finalmente pienso: ¡Qué carajos! Y me distraigo en la primera pendejada que se me ocurra"¹. En el colegio Nuestra Madre de Mercedes, como institución participante de esta investigación, encontramos que gran parte de las jóvenes del grado décimo realizaban comentarios desfavorables hacia la física. En el Colegio Alcaravanes, institución que también participó en esta investigación, contrario a lo que esperábamos, gran parte de las opiniones mostraban un gusto por el estudio de esta área; no obstante, también una gran proporción de estudiantes expresaban comentarios desfavorables.

Entre las causas de esta problemática y del fracaso escolar en torno a este saber se encuentra la personalidad y la forma de hacerse entender del o la educadora; que las clases hayan sido tediosas en la medida en que se aíslan de la realidad que rodea al estudiantado, sus problemas cotidianos y sus propios intereses (Santos, 1997; Gil y Guzman, 2001). En las y los estudiantes ha quedado casi siempre la pregunta por la utilidad de esta ciencia, dejando de lado el carácter investigativo que ésta posee. Entonces la motivación se hace insuficiente. Además de todo esto, consideramos que el aburrimiento y el tedio, también afectan directamente el aprendizaje.

¹ Comentarios tomados del diagnóstico aplicado al inicio del proceso, para recoger las percepciones de los y las estudiantes respecto al estudio de la física.



De manera paralela a estas situaciones, en la actualidad, con el florecimiento de los medios de comunicación, se ha instaurado un lenguaje que, con el transcurso de los años, ha provocado la aparición de un nuevo ser humano con otras operaciones de análisis y de sintaxis, con otra forma de percibir los esquemas significativos y la disposición ordenada de las secuencias, lo que necesariamente origina un nuevo modo de conocer (Ferres, 1997) y de aprender (Jurado, 2004).

A partir de todo lo anterior se vienen generando propuestas metodológicas que incluyen diversas herramientas y recursos con imágenes en movimiento (en especial los videos) para enseñar diferentes áreas, entre ellas la física, tratando de relacionarlas con la vida cotidiana (ver por ejemplo, Torres, 1994; Martínez y Parrilla, 1994; Ferrés, 1997; Santos, 1998; Jurado, 2004). Sin embargo, la proyección de videos algunas veces presupone pasividad por parte del espectador porque no hay posibilidad de interacción entre sus preguntas y lo que la imagen presenta, y el o la docente también asume una actitud contemplativa. Este aspecto nos ha hecho pensar en la posibilidad de que el cine, la televisión y los juegos de video pueden ser intervenidos por docentes con un objetivo pedagógico o por estudiantes, como una estrategia para aplacar dicha pasividad frente a la imagen y analizar estos medios desde la investigación y desde la física.

Asumidos estos como antecedentes, los autores de este texto hemos utilizado videos creados a partir de imágenes muy conocidas del cine (ver anexo 1), para explicar temas de exposiciones y trabajos académicos propuestos en cursos del pregrado y eventos académicos. La pregunta que surgió a partir de esas experiencias fue: ¿cómo la intervención de la imagen en movimiento puede incidir en la contextualización de la física y en la motivación de los y las estudiantes?

Además de esta experiencia inicial, reconocimos la utilidad del cine en la educación debido a su impacto comercial (así como el de la televisión y los computadores) que permitió constituirse en vehículo de socialización, vendiendo productos, ideas, hábitos y comportamientos (Zapata, 1998). De esta suerte, los y las jóvenes se identifican con personajes reconocidos del cine, la televisión o los juegos de video y sus acciones: superhéroes, personajes históricos o sencillamente personas como ellos y ellas. Indirectamente desde estos medios se construyen identidades y se cultivan modas, se comparten culturas que influyen en sus vidas. Descubrir dentro de las imágenes en movimiento a la física podría incidir en el interés y la curiosidad, comprendiendo que esta ciencia se refiere directa o indirectamente a aspectos concretos de la realidad (Gómez, 1998).

Realizar esta inclusión de la imagen en el aula, con un objetivo claro y con el interés de facilitar los procesos de pensamiento, nos permite pensar que es posible hacer del séptimo arte, la televisión, los juegos de video y las imágenes por ordenador, estrategias muy útiles en la enseñanza de una ciencia que ha generado "dolor de cabeza".



3. EL PROBLEMA BAJO ESTUDIO

Luego de las reflexiones que se han expuesto, surgieron preguntas que guiaron el proceso investigativo:

¿Cómo incide la aplicación de una estrategia didáctica en la motivación y en la resolución de problemas de física, partiendo de la intervención de imágenes en movimiento, en estudiantes de décimo de dos instituciones educativas ubicadas en Medellín y Envigado?

¿Cuáles son las ideas y gustos que tienen estas y estos estudiantes sobre la física, su construcción, su aprendizaje y su relación con la vida cotidiana?

¿Cuáles son las fortalezas o debilidades que posee la imagen en movimiento en el planteamiento y resolución de ejercicios y problemas para el abordaje de conceptos y conocimientos sobre la física?

¿Qué incidencia tiene la aplicación de esta estrategia didáctica en una actividad de investigación dirigida?

4. OBJETIVOS

4.1. General

Diseñar, aplicar y evaluar una estrategia didáctica para cursos de física del grado décimo de dos instituciones educativas ubicadas en Medellín y Envigado, partiendo de la intervención de imágenes en movimiento, para reflexionar sobre su incidencia en la motivación y en la resolución de problemas que se abordan en esta área.

4.2. Específicos

- Explorar actitudes, ideas y gustos que poseen los y las estudiantes frente al estudio de la física y la opinión que tienen sobre la relación de ésta con su vida cotidiana.
- Indagar con ellos y ellas sobre su relación con la imagen en movimiento, para reconocer sus gustos y percepciones en torno al cine, la televisión, los juegos de video y las imágenes por ordenador.
- A partir de las anteriores reflexiones, diseñar, aplicar y evaluar una propuesta didáctica sobre temas de interés para los cursos de física dictados en estos colegios, partiendo de la intervención de imágenes en movimiento, tomando en cuenta aspectos de la investigación dirigida.
- Reflexionar sobre la incidencia de esta propuesta en la motivación, en la resolución de problemas y en la investigación dirigida.



5. FUNDAMENTOS TEÓRICOS: LA TRAMA QUE NOS DEVELA

5.1. La motivación y el aprendizaje

"Me encantaría decir que en la escuela elemental, superior o universitaria tuve profesores de ciencias que me inspiraron. Pero, por mucho que buceo en mi memoria, no encuentro ninguno. Se trataba de una pura memorización de la tabla periódica de los elementos, palancas y planos inclinados, la fotosíntesis de las plantas verdes y la diferencia entre la antracita y el carbón bituminoso. Pero no había ninguna elevada sensación de maravilla, ninguna indicación de una perspectiva evolutiva, nada sobre ideas erróneas que el mundo había creído ciertas en otra época."

Carl Sagan, *El mundo y sus demonios*.

Los acontecimientos del mundo natural, y en muchas ocasiones también del mundo social, que determinan la vida humana, suelen adquirir un carácter absurdamente extraño en la escuela cuando se explican a partir de un sin número de principios, fórmulas o conceptos que las y los estudiantes ocasionalmente fingen entender (y que por desgracia algunos olvidarán fácilmente). Tanto más extraño resulta todo ello, cuanto que dichos conceptos, fórmulas y principios son cada vez más ajenos a las realidades construidas socialmente por estos y estas estudiantes y no despiertan en ellos y ellas ningún tipo de elevada sensación de maravilla.

El hecho de *estar maravillado* ha llevado al ser humano a interactuar con el mundo a partir del conocimiento construido culturalmente. Por ejemplo, la antigua sensación generada por la viva intensidad lumínica de la luna o de las estrellas, mientras en el mundo bailaban las luciérnagas fugaces, posiblemente llevó a cientos de individuos a fundamentar explicaciones sobre la existencia y condiciones de sistemas lejanos como planetas, estrellas y galaxias. Ese estado de maravilla ha llevado a un cúmulo milenar de respuestas sobre el universo natural y social, podría decirse que en todas las áreas y formas del conocimiento humano. Sin embargo, no ha sido fácil ahondar en preguntas sobre las características de ese estado inherente al ser humano. Dentro de la psicología, desde hace más o menos un siglo y primeramente en relación con las teorías darwinistas, se comenzaron a destinar esfuerzos investigativos para estudiar esa característica de los seres vivos que les "impulsaba" a hacer algo (Huertas, 1997). Sin embargo, y bajo el nombre relativamente nuevo de "motivación", sólo se prestó amplio interés a este fenómeno en relación con el aprendizaje desde hace poco más de una década (Rodríguez y Huertas, 2000).

De esta manera, dentro de las dificultades más importantes para el aprendizaje de las ciencias (y de las demás áreas) cuenta con un lugar relevante el hecho de que ordinariamente el estudiantado no se encuentra motivado para el aprendizaje de éstas. La contundencia de este hecho es sugerida por el número de publicaciones y producciones teóricas que relacionan la motivación y el aprendizaje. Pero, ¿qué significa "motivación", qué relación tiene con el aprendizaje, qué puede decirse sobre las



características necesarias para que los y las estudiantes estén o no motivados? ¿Puede medirse o evaluarse la motivación?

En las primeras investigaciones (en especial desde la psicología) sobre la motivación no se utilizaba propiamente este concepto, sino términos como "instinto", "impulso", "pulsión" o "motivo" para nombrar el interés por hacer algo o alcanzar una meta (Huertas, 1997). El concepto de *motivación*, más utilizado en las investigaciones enfocadas desde el plano pedagógico, se deriva del verbo latino *movere* que significa "moverse" o "estar listos para la acción". Esta aproximación a una definición es más acorde con las perspectivas de las investigaciones psicológicas iniciales, que fundamentaban sus resultados en experimentos con animales tanto como con humanos. Pero en el plano pedagógico hace falta disponer de una enunciación enfocada al aprendizaje. Motivación puede significar proporcionar o fomentar motivos, es decir, estimular la voluntad de aprender (Díaz y Hernández, 2002). De esta manera en un proceso de aprendizaje, además de atender, es necesario desear aprender (Álvarez y otros, 1998). Así, la motivación implica también reconocer la importancia de aprender y demostrar gusto por hacerlo. Esta definición, no obstante, muestra pobremente y de manera poco explícita la relación que la motivación tiene con el aprendizaje y no considera otros elementos que participan de ésta además de los motivos.

Por ejemplo, aprenderse la tabla periódica, como si fuera un abecedario extraño e inconsistente, deja como resultado en la memoria un lejano rastro de la idea del hidrógeno o del carbono como un conjunto de letras que a duras penas recordamos. Pero los aprendizajes asociados al significado de su composición atómica, a su peso, a la organización o la clasificación de los elementos, no parece ni rozar con alguna sensación de maravilla. Es como si esta tabla, para ser aprendida, no necesitara maravillarnos. ¿Es realmente importante o fundamental estar motivado para aprender?

Rodríguez y Huertas (2000) proponen una clasificación de los enfoques teóricos sobre el aprendizaje en términos de la relación que tiene el aspecto cognitivo con la afectividad (que se asocia con la motivación). Algunos enfoques proponen el aprendizaje como un proceso independiente de la motivación y que constituyen los modelos fríos o "cognición fría". Estos modelos están en contraposición a los identificados como "cognición caliente", que dan relevancia a la motivación como elemento fundamental para los procesos de aprendizaje. Una clasificación similar es ofrecida por Ausubel y otros (1991) frente al aprendizaje significativo. Sin embargo, estos autores, sin desconocer las potencialidades de la motivación, proponen de manera explícita una mayor relevancia de las variables cognitivas, en especial en el aprendizaje por recepción, que no requiere confiar tanto en las pulsiones y motivos de las y los estudiantes. Resaltan una reciprocidad latente entre motivación y aprendizaje cuando afirman que la relación causal entre ambas variables,

"antes que unilateral, es característicamente recíproca. Por esta razón, y también porque la motivación no es condición indispensable del aprendizaje, resulta superfluo posponer ciertas actividades de aprendizaje hasta que surjan intereses y las motivaciones adecuadas" (350).



Si se comienza con un proceso sin motivación tratándose de estrategias significativas por parte del o la docente, debe devenir algún tipo de aprendizaje, del cual a su vez debe devenir alguna motivación por aprender más. Esta perspectiva sugiere concentrarse principalmente en los procesos cognoscitivos, antes que en los motivacionales. Ellos dicen que la motivación cumple una función de impulso (es impelente) pero no de carácter específico en el aprendizaje. Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, estos autores sin embargo, reconocen que la actitud y la disponibilidad de los estudiantes es una condición necesaria para aprender de manera significativa (Ausubel y otros citados por Valle y otros, 1997).

Sin desconocer la importancia que tienen para el aprendizaje las variables cognitivas y metacognitivas, en términos de las preguntas planteadas para esta investigación, encontramos una mayor confianza en la propuesta de Rodríguez y Huertas (2000), cuando sugieren que si bien la motivación es diferente al aprendizaje, estas dos variables se vinculan, pues la motivación se aprende y el aprendizaje no se produce independientemente de la motivación. Quizá el reconocimiento de los principios que explican las palancas y los planos inclinados, adquieren mayor valor para las estructuras cognitivas, si los y las estudiantes pueden identificarlos en la construcción de un edificio, mientras se sube una carretilla a un segundo piso o cuando cortan un papel con una tijeras.

Además es necesario reconocer también la sustancialidad de modelos didácticos que enlazan ambos conceptos, en especial aquellos enmarcados en el cambio conceptual, tales como la investigación dirigida. Si no se parte del interés inicial surgido de quienes esperan aprender, entonces el aprendizaje podría truncarse o ser estructuralmente débil.

Si bien algunas veces resulta necesario orientar el abordaje de los conceptos físicos en el aula sin contar con las motivaciones necesarias (muy posiblemente en el inicio de cualquier estrategia didáctica), creemos que la motivación es un elemento fundamental para el aprendizaje, bien sea para la puesta en marcha de las capacidades y estrategias cognoscitivas de los y las estudiantes, o bien como una meta clara a la cual el o la docente debe dirigir también sus esfuerzos. Esto quiere decir que se deben tener como base además de las variables cognitivas para el aprendizaje, todas aquellas que intervienen en el interés, la disponibilidad y las actitudes favorables de los y las estudiantes (Valle y otros, 1997).

En relación también con el aprendizaje existen otros elementos que se ponen en juego en un proceso motivacional (Rodríguez y Huertas, 2000):

- *El motivo* que es el deseo de alcanzar la meta, da fuerza a la acción y se relaciona con el valor que para el sujeto tiene aprender, con sus creencias y sus expectativas.
- *La meta*, como representación mental del objetivo que el o la estudiante desea alcanzar, es la que da contenido a la motivación. Para que el sujeto esté motivado debe contar con una meta realizable, novedosa y acorde con sus propias habilidades.



- *Los planes de acción y las acciones* mismas, que deben ser comprensibles, es decir, además de saber cuál es el plan para llegar a la meta, el sujeto debe saber cómo aplicarlo.
- *Los resultados* que puedan los sujetos obtener después de alcanzar la meta y *las atribuciones o explicaciones* que hagan de éstos, determinan también la motivación.

Otros componentes están asociados, por un lado, a la percepción que el sujeto tiene de su capacidad o de su competencia y que se asocia directamente con las metas, y por otro lado, al autoconcepto o percepciones que el sujeto tiene sobre sí mismo como resultado de la propia experiencia y el ambiente (Álvarez y otros, 1998).

Una definición, como resultado de estos elementos, trasciende la que presentamos inicialmente: la motivación se entiende como un proceso psicológico, no sólo cognitivo, sino también afectivo y emocional, que determina la planificación y acción del sujeto, con un grado de voluntariedad dirigido a una meta (Huertas, 1997).

Las metas adquieren cierta importancia porque permiten explicar que la motivación no siempre cuenta con los mismos patrones. Algunas veces los y las estudiantes prestan mayor interés a la evaluación de sus competencias, porque ésta sea positiva y por mantener la imagen que los demás (profesores, padres o compañeros, por ejemplo) tienen de él; la meta aquí está centrada en su competencia, constituyen la "motivación por la ejecución" (Rodríguez y Huertas, 2000). Como este tipo de patrón motivacional está determinado por variables externas al sujeto, como la aprobación, la reprobación o la nota, se dice que el sujeto cuenta con una motivación principalmente extrínseca. Esta variable de la motivación es menos útil para llevar a cabo cambios conceptuales.

Por otro lado, cuando las metas se orientan al deseo de adquirir conocimiento, potenciar las propias capacidades y aumentar la inteligencia, decimos que hay una "motivación por el aprendizaje" (Rodríguez y Huertas, 2000). Este patrón de la motivación es más útil para llevar a cabo cambios conceptuales, porque no rechaza los errores y los conflictos, parte de la preferencia por tareas que maximicen el aprendizaje y se centran en el proceso. Dado que emerge de variables internas del sujeto, como la curiosidad, la autonomía y la autorregulación, decimos en este caso que la motivación es intrínseca.

Finalmente, una pregunta queda por abordar: ¿Puede medirse o evaluarse la motivación? Álvarez y otros (1998), tomando como referencia a autores como Maher, Alonso Tapias, Harter, Ryan, Connell, Gronlnick, Nuñez, entre otros, realizan un recuento amplio de instrumentos para evaluar el nivel de algunos de los elementos asociados a la motivación como por ejemplo, el MAPE, el AM, el CEMA, para evaluar las valoraciones sobre las metas; "The Perceived Competence Scale for Children" para determinar la percepción de competencia; el EAT, EMA y ECO para evaluar las atribuciones que los sujetos hacen, entre otros. Una clasificación similar la realiza Huertas (1997), presentando otros instrumentos como el TAT (Test de Apercepción Temática) y los que de éste se derivan.



Este autor ubica una primera categoría que abarca instrumentos asociados con el *análisis temático de la fantasía*, donde intervienen relatos de los sujetos evaluados surgidos de un test, seguido de un análisis de discurso. Como resultado de las críticas a estos instrumentos, que parecían descuidar los contextos, se proponen alternativas como las *medidas de autoinforme*, que consisten en preguntas directas en forma de cuestionario que permitan reflejar lo que piensa el sujeto. Debido a que los cuestionarios descuidaban las interacciones y los contextos en los que se usan las palabras, se propuso el *análisis del habla y del discurso*; este conjunto de instrumentos consiste en una reflexión sobre registros de las conversaciones empleadas en las clases entre docentes y estudiantes.

Acorde con Huertas (1997), creemos que todos estos instrumentos sugieren ventajas y desventajas a la hora de intentar medir la motivación. Por esta razón, hemos tomado algunos elementos de las diferentes técnicas expuestas: resaltamos la importancia de la observación, de lo que los y las estudiantes dicen que sienten y de los contextos en que se realizan las interacciones docente-estudiante. Nuestro interés, sin embargo, no estuvo centrado en medir por niveles o escalas la motivación de los y las participantes, sino más bien en evaluar la incidencia de la estrategia en ellas y ellos.

5.2. El concepto de imagen en movimiento

Desde tiempos inmemoriales, el ser humano buscó, de alguna manera, imprimir movimiento sobre las imágenes estáticas que representaban la realidad de su entorno. Por eso, anónimos artistas de la prehistoria dejaron plasmados en los muros de las grutas los animales que les rodeaban, en admirables síntesis de acción; los egipcios, los griegos y los diferentes pintores primitivos, en sus composiciones pictóricas, descomponían las sucesivas etapas del movimiento o superponían en un mismo cuadro distintas escenas sucesivas como integrantes de un momento único lleno de movimiento (Feldman, 1995).

En este trabajo investigativo la manera de representar la realidad física, como siempre tan compleja, también hace parte de esta incesante búsqueda de la humanidad. Por tanto, es necesaria una reflexión en torno a uno de los ejes principales de esta investigación: la imagen en movimiento.

Para comprender lo que significa este término, quizá tengamos que viajar hasta el 28 de diciembre de 1895 en el Salón *Indian café boulevard des Capucines*, París, donde ocurrió por primera vez algo que en lo sucesivo cambiaría, incluso, la esencia misma del ser humano. Sentadas en una sala, gran cantidad de personas presenciaron la puesta en escena de un gran invento con el título de "cinematógrafo Lumière".

Se apagaron las luces y se descorrió el telón. En un momento todo parecía normal: lo que vieron aquellas personas fue un montón de gente esperando el tren en alguna estación, en una imagen proyectada sobre el fondo del escenario. De pronto ocurrió algo que debió helar sus corazones. Desde el fondo de esa pared un tren se acercaba, aquella



máquina rodante de hierro venía hacia la multitud a gran velocidad. La gran parte de los asistentes saltaron de sus sillas e incluso salieron de aquel lugar.

La impresión de realidad que le suministró el movimiento a las imágenes produjo sensaciones que desbordaron las expectativas de aquella presentación para dar paso al espectáculo del cine. Lo que asombró a los espectadores parisinos, no fue en sí la llegada del tren: esto era algo que ya habían presenciado antes. Salieron de la sala por el efecto de realidad óptica sobre una pantalla, una representación que, aunque no poseía la gama de colores y tridimensionalidad de la estación del tren, estaba dotada de un movimiento que le dio vida a la imagen sobre un muro que jamás volvió a ser el mismo.

Según Morin citado por Metz (2002), "la conjunción entre la realidad del movimiento y la apariencia de las formas conlleva la sensación de vida concreta y la percepción de la realidad objetiva. Las formas proporcionan su base objetiva al movimiento, y el movimiento da cuerpo a las formas" (35). Así el fenómeno de la imagen en movimiento merece una explicación.

Jurado Valencia (2004) dice que la imagen en movimiento propiamente dicha es la que hallamos en la televisión o en el cine. Sin embargo, si entendemos como imagen en movimiento una sucesión de imágenes estáticas que dan la sensación de ejecutar una acción, éstas no sólo son las que percibimos en la televisión o en el cine, sino también aquellas que se encuentran en los juegos de video y las imágenes por ordenador. Así, cuando se habla en este proyecto de "imágenes en movimiento" nos referimos a los medios aquí mencionados.

Cuando hablamos de sucesión de imágenes estáticas, retomamos una explicación de la óptica: lo que ocurre es que nuestros ojos reciben los estímulos de la realidad, que llegan a la retina, para luego pasar a los centros cerebrales respectivos. Al pasar rápidamente de una imagen a otra se obtiene un efecto visual; una sobreimpresión que da la ilusión de movimiento. Es nuestra visión la que recompone el movimiento (Feldman, 1995).

De acuerdo con los planteamientos de Metz (2002) sobre la importancia del cine (extrapolándolo a otras clases de imágenes), la posibilidad de sentir que se vive el presente en frente de la pantalla sugiere la contundencia de los actos que pueden analizarse desde un saber específico (la física). La imagen, como transmisora de una impresión de realidad, alude a la posible relación que se puede encontrar con los y las estudiantes entre ciencia y mundo real o virtual. En lo que respecta al cine y demás imágenes en movimiento como narraciones, poseen la característica de presentar el saber desde una estrategia narrativa diferente a la tradicional evidenciada en la cátedra.

Con las imágenes en movimiento en medio del dinamismo y la velocidad del mundo se produjo algo que, como lo manifestábamos, cambió la esencia misma de los seres humanos.

De acuerdo con Ferrés (1998), fundamentado en teorías relacionadas con la dinámica cerebral, y Santos (1998), bajo reflexiones desde la pedagogía, con la evolución de los medios de comunicación y su relación con las imágenes, surge un nuevo ser humano,



un individuo con una configuración psicológica peculiar. Según Sartori (1997) la evolución de los primates estribó en su capacidad simbólica y la manera como pudieron transformar su lenguaje oral en escritura y que, junto con sus civilizaciones, evolucionaron gracias al lenguaje articulado. Pero lo que en realidad produce la ruptura en la historia, dice este autor, es la aparición del televisor, porque el *homo sapiens* pasa a ser el *homo videns* "el telespectador es más un animal vidente que un animal simbólico. Para él las cosas representadas en imágenes cuentan y pesan más que las cosas dichas con palabras" (26).

Es imperioso que la escuela no permanezca ajena a esta realidad, no sólo porque dejaría a sus estudiantes sin defensas ante las falacias, las manipulaciones y las influencias de la imagen, sino en especial porque desperdiciaría la posibilidad de utilizar unos recursos que, como hemos expuesto, resultan de gran utilidad educativa (Santos, 1998). Además, como lo plantean varios autores (Ferres, 1998; Campuzano, 1992; Sartori, 1997; Jurado, 2004), los niños y las niñas, debido al uso predominante de la imagen como lenguaje, han modificado sustancialmente sus capacidades, sus funciones cognitivas y, en síntesis, su manera de aprender.

Esta posición nos llevó a considerar la importancia de la imagen en movimiento en el aula de clase, más allá de la mera cátedra, debido a su peso en nuestra realidad cotidiana y que además puede convertirse en una herramienta didáctica, tanto para la motivación, como para facilitar el aprendizaje. Esto implica trascender la idea de que el *homo sapiens* tan sólo pasó a ser *homo videns* para considerar que *sapiens* y *videns*, saber y ver, son una fusión perenne en quien aprende.

En lo que respecta a la relación entre imagen en movimiento y motivación, basta con reflexionar sobre las funciones didácticas de la primera. De acuerdo con Rodríguez Diéguez (citado por Santos, 1998) una de estas funciones es la función motivadora que interviene cuando se intenta captar la atención, cortar la monotonía de un texto escrito o introducir una variante que despierte el interés. Además la imagen, dice este autor, también se utiliza para provocar una experiencia didáctica, reorganizando lo real, potencia la libre interpretación, alimenta la fantasía, desarrolla la creatividad y se conecta con el dominio afectivo de manera más espontánea y fuerte que con el cognitivo.

5.3. Ejercicios y problemas: una diferenciación necesaria

Reflexiones realizadas por varios autores (ver por ejemplo Gil y otros, 1990; García, 2000) permiten considerar que existe una tendencia en la enseñanza tradicional a considerar los ejercicios de matemática o de física como procesos de resolución de problemas y, en esos casos, problemas y ejercicios son la misma cosa. Sin embargo, hay una diferencia sustancial entre ambos conceptos que hace falta aclarar.

Un ejercicio consiste en un planteamiento que, si bien presenta dificultades para llegar a soluciones, puede resolverse aplicando correctamente fórmulas o algoritmos, las y los estudiantes no tienen que tomar decisiones importantes acerca de los procedimientos que deben seguir, porque estos están casi siempre explícitos en algún



lugar o basta con seguir la lección del docente (Pérez, 1998). De esta manera los ejercicios son herramientas a través de las cuáles se pretende que el estudiantado automatice "un grupo de rutinas y procedimientos, asimilen determinados algoritmos por la aplicación mecánica de los mismos o simplemente memoricen las formalizaciones" (García, 2000:6).

Por su parte, un problema es una situación en la que se encuentran obstáculos difíciles de sortear para alcanzar una meta propuesta. Aunque puede llegar a pensarse que cuando hay un algoritmo que garantiza soluciones, también existe un problema (estrategia algorítmica), en este proyecto consideramos que tal cosa es sólo un ejercicio. Un problema no tiene siempre un conjunto de reglas necesarias para resolverse, lo que implica la aplicación de una estrategia heurística, que no siempre garantiza la solución (Klein, 1994). Vale la pena aclarar que durante esta investigación no tuvo sentido la idea de "solución" o de "solución correcta", sino más bien la idea de que puede existir un conjunto de soluciones, igualmente válidas, que inciden en los procesos de pensamiento de los y las estudiantes. Acorde con esto, para García (2000), un problema es una situación que presenta una oportunidad para poner en juego esquemas de conocimiento, análisis de factores o variables, reflexiones cualitativas, cuestionamiento de ideas, construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales.

Una propuesta que presenta a nuestro parecer importantes posibilidades, desde la posición de Guzmán (1989), parte de un cuestionamiento directo de la idea del proceso de resolución de problemas como la exposición de contenidos, la presentación de ejemplos, de ejercicios sencillos y finalmente de ejercicios más complicados y plantea el concepto de situación problémica.

Con base en estas concepciones, hicimos un paralelo, a modo de resumen, entre las características que permiten determinar qué planteamiento es un ejercicio o es un problema (ver tabla 1).

Tabla 1. Características para determinar si un planteamiento es un ejercicio o un problema.

EJERCICIO	PROBLEMA
Existen datos directamente relacionados (es decir, que pueden relacionarse de manera inmediata) con fórmulas que llevan a la solución.	Existen datos, pero éstos no pueden relacionarse de manera inmediata con una fórmula para hallar la solución.
Los datos son generalmente numéricos y están dados en el planteamiento.	La información está planteada generalmente en variables y no basta con reemplazarlas por datos numéricos.
Siempre tiene datos.	Por lo general no se sugieren datos.
Sugiere respuestas generalmente dicotómicas.	Sugiere respuestas generalmente abiertas, es decir, con múltiples posibilidades.
Las respuestas pueden catalogarse de erróneas o acertadas. Importa el resultado obtenido.	No interesa determinar si las respuestas son erróneas o acertadas. No importa tanto el resultado como el procedimiento que se siguió para encontrar una respuesta.



Existe una pregunta (o pocas preguntas) que lleva a una única respuesta.	Existen preguntas que pueden dirigir a un proceso de indagación.
Está bien redactado y se comprende lo que se quiere.	Está bien redactado y se comprende lo que se quiere.

Cuando se trata de que los y las estudiantes realicen planteamientos, algunas veces éstos no adquieren ninguna de las características expuestas, porque presentan incoherencias que, a partir de una orientación a los y las estudiantes, se pueden convertir en fuente de problemas o ejercicios para analizar en clase.

5.4. De la resolución de problemas a la investigación dirigida

Otra mirada al proceso de resolución de problemas es la planteada por la propuesta del aprendizaje como una investigación dirigida. Esta propuesta (desde el trabajo de Gil y otros, 1990; Gil y Valdés, 1996) concibe a las y los estudiantes como investigadores autónomos y como *investigadores noveles*, cuya actividad consiste en una réplica de investigaciones bien conocidas por el experto que dirige y apoya el trabajo de los y las estudiantes. Según lo anterior, la enseñanza de la física supone una relación estrecha entre la teoría, las prácticas de laboratorio y los problemas de lápiz y papel.

La investigación realizada en el aula es una cosa muy diferente a la resolución de problemas debido a su carácter más divergente (Oliveira y otros, 1997; Oliveira y otros, 1996), implica el planteamiento de problemas abiertos, que no sean accesibles a procesos de resolución inmediatos, como base de investigaciones cortas, que lleven necesariamente a enriquecer la presentación de las imágenes en movimiento con procesos de experimentación física, consultas bibliográficas, análisis, discusiones y aprendizajes conceptuales.

Sin embargo, la investigación dirigida presenta unas exigencias sustanciales en especial en lo referente a las condiciones que son necesarias para generar un cambio conceptual: que el o la estudiante inicie su aprendizaje a partir del conflicto entre sus concepciones alternativas, la experiencia y la nueva teoría; que, por medio de la experimentación y la investigación requiera transformar esas concepciones alternativas. Todo esto requiere tiempo, y un cambio conceptual no puede surgir de la noche a la mañana. Incluso, los cambios conceptuales algunas veces no son permanentes y con el tiempo tienden a primar las concepciones alternativas que antes se tenían.

Concientes de estas exigencias por parte del cambio conceptual, como enfoque de aprendizaje que enmarca la investigación dirigida, en este proyecto sólo retomamos algunos elementos de esta estrategia didáctica: 1) el reconocimiento del conflicto cognitivo como fuente del aprendizaje, 2) la importancia de plantear preguntas abiertas que abran la reflexión y la investigación; 3) el valor de la experimentación y la indagación autónoma en relación con los problemas de lápiz y papel y la teoría.



5.5. Una concepción de la física

Una mirada a la naturaleza de la ciencia, y por ende de la física, permite asumirla como un sistema cultural que puede ser cuestionado, discutido, afirmado, formalizado, contemplado e incluso enseñado (Elkana, 1983) y como un sistema que en su historia evidencia profundos problemas teóricos, conceptuales y epistemológicos que tardaron inclusive cientos de años en ser resueltos. Estos aspectos son generalmente olvidados en el aula y la física se presenta como un sistema fijo de conocimientos que no ameritan ser cuestionados ni interrogados. Asumir la ciencia como sistema cultural implica, por el contrario, no separar la teoría, la práctica y los problemas, como tradicionalmente se ha hecho (Gil y otros, 1990), sino asumir la enseñanza de la física como un proceso activo e histórico de conocimiento, en el cual se articulan permanentemente los conceptos, la experimentación, el planteamiento y la resolución de problemas.

Comprender la ciencia como un contexto diferente al que se define en el aula de clase, donde se construye de manera colectiva conocimiento (como en la historia de la física), una pregunta importante que surge es si se puede hablar de una actividad científica en el aula o de "hacer ciencia" en el aula. Y es una pregunta pedagógicamente importante si nos detenemos un momento en las palabras *actividad científica*. Cuando se dice *actividad* se comprende que, como dicen Luz Dary Rodríguez y Ángel Romero (1999), la ciencia es una actividad en sí misma; es el proceso mediante el cual se da significado a los fenómenos, se resignifican las teorías existentes y se ponen en discusión los resultados. Los productos de la ciencia histórica vendrían a ser, desde esta perspectiva, una herramienta para la interacción y la representación del conocimiento en el aula de clase, y nunca la "verdad" absoluta a la cual es necesario llegar con los y las estudiantes.

Cuando se habla de *científica* (es decir, *actividad científica*), hay una referencia inmediata a la perspectiva que plantea Stephen Toulmin (1979) al hablar de los criterios de la ciencia: la confiabilidad predictiva, la coherencia entre las teorías y la conveniencia de estas teorías². Con esto se quiere decir que esos criterios *científicos*, no son los mismos que se disponen o podrían disponerse de manera consensuada en el aula, o por lo menos, no en términos de las teorías científicas, históricamente construidas. El hecho de ser de otra manera implicaría por parte de docentes y estudiantes un conocimiento especializado de la disciplina y un compromiso sólido con la teoría (Khun, 1980), camino a la innovación; implicaría, en otras palabras, que los estudiantes y los profesores fueran científicos de profesión, lo que resultaría sumamente difícil en el aula de clase. Estos

² Toulmin plantea tres criterios para determinar "lo científico": la predicción, la coherencia y la conveniencia. La confiabilidad predictiva determina si las observaciones pasadas fueron tal y como se esperaba que fueran, pero además que las observaciones futuras van a ser de tal o cual manera. La coherencia determina la forma cómo las nuevas teorías se relacionan con teorías ya existentes, descartando unas u otras, o integrándolas. La conveniencia implica que si hay dos teorías igualmente predictivas y coherentes (científicamente hablando), se debe escoger la que menos esfuerzo (matemático o comprensivo) implique.



criterios son válidos en el contexto de la ciencia. En el aula de clase, estos criterios pierden mucha validez, porque se enmarcan en un contexto diferente.

Más bien, en el aula de clase sería posible definir unos criterios propios del contexto del aula, consensuados y contruidos de manera análoga a como se hace en la ciencia. Pero el conocimiento del aula, bajo esos nuevos criterios, no podría ser llamado científico en términos de los criterios dispuestos por la ciencia en la historia. Esto implica ser consecuente con la idea de que la física es una actividad y no los productos derivados de dicha actividad.

Esta perspectiva nos lleva a asumir también la enseñanza de la física como una actividad que relaciona los conceptos que se estudian en el aula de clase con los videos, así como con la experimentación y la resolución de problemas, planteados también a través de imágenes en movimiento.

6. ENFOQUE METODOLÓGICO

La pregunta planteada en párrafos anteriores "¿se puede o no medir la motivación?" supone además de una claridad teórica, develar cuestiones metodológicas. Una comprensión y una postura al respecto, manifiesta directamente un interés, una concepción de la realidad, de la forma de conocerla y de la relación que, como seres humanos, podemos tener con ella; esto quiere decir, un paradigma (Sandoval, 2002).

Si el interés fuera medir numéricamente, a partir de la recolección de datos y el análisis estadístico, la incidencia que la imagen en movimiento tiene sobre la afectividad de los y las estudiantes y de su intención o no de aprender, las reflexiones metodológicas se asociarían con la suposición de que dicha afectividad puede ser medida y que por ende la motivación de estos y estas estudiantes puede explicarse con cifras. Si, de una manera diferente, el interés fuera comprender cómo la imagen incide sobre la motivación, implicaría suponer que la realidad afectiva resulta difícil de medir debido a la complejidad del ser humano y que es posible comprenderla parcialmente desde la reflexión sobre las interacciones observadas y las experiencias personales.

Sin embargo, esta dicotomía entre lo cuantitativo y lo cualitativo, abordada hace más de medio siglo y como respuesta al dominio de paradigmas y postulados positivistas de la ciencia, ha tomado hoy en día tales proporciones que resulta desatinado defender una u otra postura separadamente. La realidad de la vida, así como la de la escuela, es tan compleja que no se puede realizar un estudio de ésta partiendo de un solo método, que pueda considerarse como "único", "mejor", "real" y "válido" (Ver Hernández y otros, 2003; Glesne y Peshkin 1992; Denzin y Lincoln 1994; Guba y Lincoln 1994; Bonilla y Rodríguez 1997; Dos Santos Filho 1997; Creswell 1998; Coffey y Atkinson 2003).

Así pues, considerando que lo social es una realidad construida por los sujetos y que se rige por leyes culturales y sociales (Bonilla y Rodríguez, 1997), prestamos especial interés al carácter de las producciones realizadas por estudiantes, a sus percepciones frente al estudio de la física y su relación con la vida cotidiana, a las interacciones e interpretaciones surgidas en el aula, a la estructura y a la forma de los



planteamientos que realizaron en el momento de interactuar con las imágenes en movimiento y de efectuar sus propias indagaciones sobre fenómenos físicos.

La investigación-acción educativa, cuyos objetivos están centrados en conocer y comprender un aspecto de la realidad, contextualizado, para actuar sobre ella, nos presenta herramientas metodológicas y epistemológicas que enriquecen el diseño y la evaluación de la propuesta planteada. Sobre todo, cómo la búsqueda de datos y elaboración de teorías están dirigidas en primer lugar a guiar la acción (Sagastizabal y Perlo, 2002); este enfoque permite una reflexión sobre nuestro quehacer docente y la aplicación de esta propuesta didáctica, para enriquecerla.

Dentro del enfoque cuantitativo reconocimos el valor descriptivo de herramientas enfocadas al análisis estadístico. Si bien no compartimos el supuesto de que una realidad que es independiente de los sujetos (realidad objetiva) puede ser abordada, conocida y analizada por los sujetos mismos, retomamos elementos de la estadística, cuya tarea es describir los datos, los valores o puntuaciones obtenidos para alguna variable (Hernández y otros, 2003). El interés en este tipo de análisis estuvo enfocado principalmente a la descripción, lo que nos permitió analizar las perspectivas de los y las estudiantes frente a la imagen en movimiento, sus gustos, sus condiciones sociales y personales. También nos permitió evaluar la incidencia de la propuesta didáctica planteada, como estrategia de triangulación frente a los resultados obtenidos con herramientas cualitativas.

7. DESARROLLO DEL PROYECTO Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN: ¿CON QUIÉNES, QUÉ Y CÓMO?

7.1. ¿Con quiénes?: Participantes

En medio del apacible ambiente del barrio Santa Mónica II de la ciudad de Medellín, se encuentra el Colegio Nuestra Madre de las Mercedes, de carácter privado y femenino: un jardín con flores y árboles frutales, con senderos de piedras, y unos metros más adentro, algunos salones grandes, habitados temporalmente de estudiantes mujeres, profesores, profesoras y religiosas. Las estudiantes siempre con una sonrisa y un uniforme a cuadros rojo o de sudadera verde.

En este colegio implementamos la estrategia didáctica con 30 jóvenes que cursaban el grado 10, gracias al apoyo y apertura de la institución y del profesor de física. Con ellas realizamos el trabajo de campo durante el último semestre de 2005, abordando contenidos de cinemática y dinámica. Estas jóvenes habían tenido un acercamiento a la física desde el grado octavo.



Estudiantes participantes y espacios del Colegio Nuestra Madre de las Mercedes

Luego de un largo viaje a las afueras de la ciudad, en la vereda Las Palmas (Envigado), se encuentra el Colegio Alcaravanes, de carácter privado y mixto: un espacio amplio y campestre, con salones fríos y separados por senderos y pastos. Los y las estudiantes, asisten a las clases sin uniforme, siempre alegres. 24 estudiantes del grado décimo, durante el último trimestre de 2006, fueron partícipes de la implementación de la estrategia didáctica, abordando todos los contenidos referidos al trabajo y la energía.



Estudiantes participantes y espacios del Colegio Alcaravanes



Las personas participantes de ambos colegios fueron seleccionadas dada la disposición de las instituciones y el interés de sus directivas. Inicialmente, se había planeado realizar todo el trabajo de campo con las jóvenes del Colegio Nuestra Madre de las Mercedes, pero para el año 2006, la institución tuvo cambios administrativos y docentes, con una nueva rectora y un nuevo profesor de física, que implicaría, de continuar allí el proceso investigativo, cambios estructurales que modificarían sustancialmente el proyecto concebido. Con el interés de continuar con una pregunta similar a la que se propuso inicialmente y también de contrastar los resultados parciales obtenidos en esta institución, decidimos continuar la investigación en el Colegio Alcaravanes, dada la apertura de la rectora, el coordinador académico, el profesor de física y el estudiantado.

7.2. ¿Qué?: Caracterización de la estrategia didáctica

En los párrafos siguientes realizaremos una descripción de la estrategia didáctica que fue objeto de evaluación durante el proceso investigativo. Esta descripción fue considerada como una guía general de trabajo que orientó la elaboración de videos y la estructuración de las clases de física. Durante su aplicación y evaluación, esta estrategia se ha enriquecido, sin embargo, no sugerimos un esquema común que pudiese servir de receta a cualquier creación hecha por docentes, puesto que la mejor forma de diseñar las propuestas didácticas en torno a películas es adaptarse a cada caso (Gómez, 1998):

1. Plantear los objetivos con base en las exigencias del contexto educativo brinda la posibilidad de orientar de manera clara y ordenada el trabajo que ha de realizarse.
2. Estructurar y jerarquizar el contenido de la clase partiendo de una reflexión profunda sobre los conceptos, trascendiendo las propuestas de los libros de texto. En ocasiones es necesario repasar temáticas anteriores para poder proyectar un video y que resulte comprensible para las y los estudiantes. Otras veces los planteamientos que ellas y ellos realizan a partir de las imágenes, exigen conocimientos profundos de las temáticas y de los conceptos que se abordan. Se deben tener en cuenta sus intereses y sus gustos respecto a la imagen y en lo posible sus concepciones alternativas.
3. Durante el abordaje de los conceptos asociados a la clase es importante pensar en imágenes del cine, la televisión, los juegos de video o de computador, que puedan ejemplificarlos y problematizarlos. Luego se debe realizar una selección de las imágenes con base en producciones conocidas o bien revisando títulos y temáticas. Importa considerar las imágenes de acuerdo con las edades y los grados académicos. Esto exige docentes observadores, que presten atención a las imágenes en movimiento, que relacionen continuamente los contenidos del área con las acciones de las producciones visuales.
4. Para la realización del video existen programas de edición elementales como Movie Maker de Windows XP o Pinnacle Studio, así como herramientas profesionales (El Premier, por ejemplo); sin embargo, todos estos programas requieren equipos costosos y



especializados para importar y exportar video, a los cuales no siempre se tiene acceso. En casos como estos, se pueden utilizar dos VHS y un televisor para realizar ediciones sencillas grabando imágenes consecuentes con los objetivos propuestos; o bien reproducir de manera directa con un DVD o un VHS imágenes analizadas y seleccionadas previamente, procedimientos que no restarían importancia a la estrategia didáctica. En el caso de esta experiencia utilizamos el programa Pinnacle Studio 9, que permitió lograr ediciones estructuradas.

Independientemente de los recursos con que se disponga, es necesario partir de la elaboración de un guión, que oriente la secuencia de imágenes, el orden de proyección, sonidos, textos (en el video o en el tablero) y posibles discusiones. El lenguaje audiovisual está conformado, como cualquier otro tipo de lenguaje, de una coherencia única que permite la comunicación, por ello una forma sencilla de realizar este guión es crear un mapa, en el cual se depositan datos sencillos como el minutaje, los planos a utilizar y el tratamiento u orden que se le otorgará a las imágenes para que logren comunicar el mensaje deseado.

Algunas sugerencias para elaborar este guión son:

- Superponer, en lo posible, la voz del profesor en los diversos diálogos de las imágenes seleccionadas, exponiendo introducciones, explicaciones, conceptos, preguntas que despierten la curiosidad, pensamientos diversos frente al tema, aspectos históricos y epistemológicos que contextualicen el saber que se está enseñando.
- Excitar el buen humor con la puesta en escena de frases graciosas, historias descabelladas o imágenes cómicas.
- En el caso de contar con programas para la edición, insertar textos encima de las imágenes, bien sean literales o numéricos, especificando velocidades, distancias, volúmenes, conceptos, nombres, etc.
- Aprovechar la realidad cotidiana del aula, anécdotas, utilizar personajes de la clase que se parezcan a los de las imágenes, utilizar sus nombres.
- Disponer de una banda sonora en lo posible con música del gusto del o la estudiante.

Se debe realizar la edición o la secuenciación de imágenes a partir del guión estructurado. Durante esta experiencia investigativa fue importante presentar en los videos imágenes que contextualizaran las situaciones, para lograr la atención y permitir que los y las estudiantes percibieran todo cuanto era necesario para plantear problemas que incluso no estaban dispuestos en el guión o en la guía de trabajo.

5. La elaboración del guión orienta la construcción de una guía de trabajo o plan (Ver en el anexo 2 algunos ejemplos de las guías aplicadas durante la investigación). En este caso se trata de estructurar la clase y sus momentos, determinando el tiempo de proyección y de trabajo grupal o individual; plantear preguntas que guíen diálogos o conversaciones con los y las estudiantes hacia la comprensión de las temáticas y su problematización a partir de las imágenes; talleres para la fijación de conceptos que retomen acciones físicas representadas en el video; estrategias de evaluación también



con base en las imágenes; consultas, presentación de experimentos y demás aspectos requeridos para el logro de los objetivos propuestos.

Durante el trabajo con las y los jóvenes participantes encontramos que las guías o planes propuestos, aunque permitían un desarrollo claro de la clase, no siempre se podían llevar a buen término, pues las imágenes frecuentemente desbordaban sus ideas y sus ocurrencias.

6. Antes y durante la presentación del video es de suma importancia recoger las concepciones alternativas de las y los estudiantes, la formulación de principios iniciales, hipótesis o conjeturas que permitan abordar los conceptos. Se debe realizar una introducción al video de manera verbal, con carácter motivacional y aclaratorio para generar un ambiente propicio.

La proyección se puede realizar de dos formas de acuerdo con Gañan y Sánchez (2000):

- De forma "lineal" donde se proyecta la película sin interrupciones. Esta opción permite contextualizar las acciones de los personajes y motivar hacia el trabajo y la reflexión posterior. También puede utilizarse para recoger hipótesis, problemas y conjeturas de estudiantes.
- De forma "estructurada", adelantando, atrasando, pausando el video, siempre que se considere necesario. Esta estrategia permite analizar los conceptos, problematizar situaciones y realizar discusiones mientras hay una imagen en el televisor que represente los fenómenos físicos.

7. Para esta estrategia didáctica el o la docente debe diferenciar con los y las estudiantes los conceptos de problema y ejercicio. Esto puede hacerse partiendo de ejemplos planteados durante la proyección.

8. Con el fin de contrastar el carácter virtual de las imágenes con los fenómenos propiamente físicos y la vida cotidiana de los y las estudiantes, desde esta investigación se propone el diseño de laboratorios que deben aplicarse en clases posteriores a la proyección de los videos. Esta estrategia permite generar conflictos cognitivos y posteriores conceptualizaciones.

9. Para la fijación de los conceptos se pueden abordar problemas y ejercicios planteados por los y las participantes. En algunas ocasiones quién orienta la clase también debe programar talleres con problemas o ejercicios que podrían partir de imágenes en movimiento presentadas con antelación o de otras fuentes como libros y situaciones de las clases.

10. Que los y las estudiantes planteen problemas es sólo el principio. Para la estrategia es necesario que muchos de los problemas planteados sean resueltos o estudiados en el aula. Para evaluar el nivel de aprendizaje se pueden retomar ejercicios y problemas surgidos en las clases con base a los videos, o bien presentar nuevas producciones con problemas y ejercicios pensados por docentes. Además de evaluar los resultados a nivel cognitivo, es importante para la estrategia didáctica evaluar las producciones de los y las estudiantes después de abordar con un análisis físico sus propios planteamientos;



estas producciones pueden considerarse como memorias de las reflexiones realizadas y una estrategia para comunicar los resultados. Una alternativa más para evaluar los procesos, consiste en pedir a los y las estudiantes que seleccionen imágenes que hayan visto en el cine o la televisión y que las socialicen explicando temas del área.

7.3. ¿Cómo?: Descripción del trabajo de campo

7.3.1. En el Colegio Nuestra Madre de las Mercedes

Con el interés de explorar las actitudes, ideas y gustos de las estudiantes frente al estudio de la física y la opinión que tienen sobre la relación de ésta con su vida cotidiana, se realizaron dos diagnósticos. El primero, que llamamos "Los rostros y la física", permitió recolectar información en cuanto a las percepciones de las jóvenes hacia la física. Este diagnóstico consistió en un conjunto de láminas con rostros que expresaban diferentes gestos y sentimientos y algunas en blanco para que ellas pudieran dibujar gestos de su preferencia (ver figura 1).



Figura 1. Dibujos de rostros que expresan distintos sentimientos.

Estas láminas iban acompañadas de seis hojas tamaño carta dispuestas según el siguiente formato:

Pregunta
Espacio para los rostros.
Explica las razones por las cuales escogiste esa o esas caritas

Las preguntas que encabezaban las hojas (una por cada hoja) fueron las siguientes:

- ¿Cómo han sido tus clases de física?
- ¿Qué piensas sobre la física en tu vida cotidiana?
- ¿Cómo te sientes realizando problemas relacionados con la física?



- ¿Cómo te sientes a la hora de comprender la física?
- De acuerdo con tus afectos, ordena las caritas para cada una de las materias que cursas actualmente.
- ¿Cómo quisieras que fueran tus clases de física?

Se pidió a las jóvenes que se organizaran en grupos de cinco personas y que, partiendo de un consenso, expresaran sus sentimientos, primero usando los rostros y luego explicando su selección.

El análisis de este diagnóstico presentó una dificultad inicial que consistió en los posibles prejuicios nuestros como investigadores con respecto a lo que cada lámina quería expresar. Dada la amplia posibilidad de interpretaciones de cada persona frente a una misma lámina (un rostro podría expresar indistintamente petulancia, tristeza, afinidad, indiferencia u otro sentimiento, incluso opuestos) decidimos realizar el análisis únicamente con base en las justificaciones y explicaciones ofrecidas por las jóvenes y no por lo que suponíamos que expresaban los rostros. Éstos cumplían únicamente la función de motivarlas a la escritura de sus ideas partiendo de las imágenes.

Se aplicaron dos instrumentos de indagación al principio y al final de la experiencia, que llamamos "La alfombra mágica": Previamente se recortaron y unieron varios pliegos de papel en forma de una gran alfombra, que posteriormente se extendió en el suelo para que las estudiantes pusieran allí concepciones y conceptos previos frente a la física. En la primera alfombra se les pidió que escribieran todo aquello que recordaban sobre el curso de física. Desbordando el propósito propuesto para este diagnóstico, en la alfombra las jóvenes manifestaron opiniones frente a la física, el profesor y la forma de enseñar y aprender. En la segunda alfombra se realizó una evaluación del proceso llevado a cabo con ellas, donde se recogieron también algunas ideas sobre la estrategia aplicada.

El análisis de este diagnóstico consistió en una lectura de lo escrito allí por las jóvenes, identificando los errores conceptuales, la estructura, la consistencia y el carácter de los escritos, fórmulas y conceptos. Los comentarios sirvieron para contrastar resultados obtenidos con otros instrumentos que se analizaron en el programa HyperRESEARCH®. Este programa fue diseñado para realizar especialmente análisis cualitativos de información y permitió ordenar los textos producidos por las estudiantes en diferentes categorías de análisis, para luego agruparlas en otras más generales; el programa situaba luego la categoría solicitada indicando su frecuencia, la fuente de donde proviene y otras características para su ubicación.

Para indagar sobre la relación que tenían las jóvenes con la imagen en movimiento y para reconocer sus gustos y percepciones en torno al cine, la televisión, los juegos de video y las imágenes por ordenador, se realizaron dos actividades. En una de las actividades se proyectó una película realizada por nosotros sobre la evolución del ser humano desde el surgimiento de la vida hasta la invención del televisor, haciendo especial énfasis en esta última parte. Se pidió a un grupo de jóvenes que salieran del salón, mientras las demás observaban el video. La tarea consistía en que éstas últimas explicaran, sin usar las palabras, todas las imágenes observadas a las jóvenes que se



habían ausentado del aula, quienes a partir de las indicaciones debían reconocer el tema central de la película. Esta actividad no fue objeto de análisis, pero arrojó reflexiones sobre lo sucedido en esta clase, las actitudes de las jóvenes y la manera como resolvieron la situación.



Las mercedarias preparando y representando el video sobre evolución

En una segunda actividad las estudiantes debían contestar una encuesta, que llamamos "Alfabetismo visual" (ver anexo 3) y que tenía como propósito indagar sobre la relación que ellas tenían con la imagen. El análisis de esta encuesta consistió en describir las puntuaciones (frecuencias) obtenidas para cada variable.

Partiendo de los resultados obtenidos con los anteriores instrumentos, se editaron algunos videos (ver DVD anexo a este informe), tomando en cuenta los elementos de la estrategia didáctica y los temas que las jóvenes venían estudiando (caída libre, movimiento rectilíneo uniforme, diagramas de cuerpo libre, sumatoria de fuerzas, leyes de Newton, tipos de máquinas simples, planos inclinados y palancas). Con base en estos videos se abordaron problemas, conceptos y ejercicios de los temas propuestos; posteriormente se les pidió que resolvieran y plantearan problemas a partir de las imágenes presentadas.

Como estrategia de experimentación, de planteamiento y de resolución de problemas, y como parte de la estrategia diseñada, se realizó con las jóvenes un laboratorio sobre el tema de palancas, que fue evaluado por parte nuestra y bajo la autorización del profesor.

La sistematización de las anteriores experiencias se llevó a cabo por medio de observaciones, diarios de campo, recolección de documentos (de talleres y ejercicios realizados por las jóvenes) y fotografías. Los diarios de campo y las observaciones fueron elaboradas por los investigadores del proyecto y por otras personas invitadas a las sesiones. Con base en esta sistematización se realizó un análisis cualitativo a partir de la búsqueda de temas y patrones, y el desarrollo de categorías, haciendo también uso del programa HyperRESEARCH®.

Finalmente se aplicaron entrevistas individuales a gran parte de las jóvenes, con preguntas dirigidas en especial a conocer su opinión sobre la estrategia aplicada, los efectos sobre su motivación y gusto hacia a la física y sus posibles aprendizajes. Estas entrevistas también fueron analizadas, como estrategia de triangulación con los diarios y observaciones, con el mismo programa.



7.3.2. En el Colegio Alcaravanes

Con el interés de obtener resultados que pudieran contrastarse y triangularse con los obtenidos en el Colegio Nuestra Madre de las Mercedes, en el Colegio Alcaravanes se aplicaron algunos de los instrumentos mencionados, retomando los propósitos y procesos de análisis propuestos para cada uno de ellos: los diagnósticos "Los rostros y la física" y "La alfombra mágica", la encuesta "Alfabetismo visual", la aplicación de la estrategia a partir de otros videos y temáticas, laboratorio, los diarios de campo y las observaciones. Para este grupo de participantes se editaron otros videos (ver DVD anexo), sobre el tema de trabajo y energía (diagramas de cuerpo libre, elementos de dinámica, introducción al tema de trabajo, concepto de trabajo, concepto de energía mecánica, conservación de la energía, máquinas simples y palancas). Además de estas actividades se realizó con ellos y ellas un taller sobre el tema tratado, una evaluación final como abordaje del indicador de logro propuesto por el plan de estudios de la institución, 23 cuestionarios cualitativos individuales (ver anexo 3) y una entrevista grupal. Estos instrumentos fueron analizados, junto con los demás y en contraste con ellos, en el HyperRESEARCH®.

8. RESULTADOS: SE CORRE EL TELÓN

8.1. Ideas, actitudes y gustos frente al estudio de la física

Una brecha incognoscible existe entre los supuestos y las conclusiones surgidas de la confrontación de estos con la teoría y la complejidad de la realidad. Un antecedente que motivó el desarrollo de esta investigación, a manera de impreciso supuesto, fue considerar que el estudio de la física no parecía ser del agrado de los y las estudiantes. Cuando nos aproximamos a los referentes teóricos asociados con el aprendizaje de la física y en ocasiones con la matemática, hallamos conclusiones que confirmaban este antecedente. Sin embargo, sólo cuando nos acercamos a la realidad del aula, comprendimos la complejidad del asunto. No bastaba con describir, a partir de un conteo estadístico de frecuencias, el número de estudiantes a quienes les gustaba la física y a quiénes no. Fue necesario además dedicar una atención especial a las características de estos comentarios, para ampliar cualquier tipo de conclusión.

En los siguientes párrafos expondremos, después de un análisis descriptivo, los resultados obtenidos a partir de los diagnósticos "Los rostros y la física", de manera separada en cada una de las instituciones participantes, en lo referente a la motivación inicial que estos y estas estudiantes tenían hacia las clases de física, los procesos de aprendizaje, la relación del área con la vida cotidiana y frente a la resolución de problemas.

Como una estrategia de categorización de la información en el diagnóstico "Los rostros y la física" aplicado a estos y estas jóvenes, consideramos los comentarios



realizados por ellos y ellas como favorables, desfavorables o neutros, en lo referente al estudio de la física. Esto es, qué decían en lo que se refiere a las clases, el aprendizaje de los temas, la realización de problemas y la relación que la física tiene con la vida cotidiana. Un comentario lo consideramos como favorable cuando expresaba de manera directa un sentimiento de bienestar, de tranquilidad y gusto hacia el estudio de esta área, como por ejemplo "las clases han sido buenas", "realizando problemas me siento bien, entiendo y hasta es entretenido", "la mayoría de veces comprendo muy bien" o "super bueno, ya entiendo cómo es el fenómeno y por qué pasa" (Comentarios de estudiantes participantes, como todos los siguientes).

Los comentarios que consideramos desfavorables expresaban algún sentimiento de malestar, inconformidad y desgano hacia la física: "a la mayoría nos da asco esa materia", "no entendemos nada y no nos gusta", "a veces siento cierto tedio de resolver problemas" o "se trata de una clase que no siempre aplicamos en la vida cotidiana".

Algunos comentarios se tornaban ambiguos, porque parecían expresar aspectos favorables y desfavorables tales como "nos gustan los temas, pero las clases no tanto", "Las clases me han parecido buenas pero se me dificulta el aprendizaje" o "a veces me siento bien y otras mal, regular". Este tipo de comentarios los catalogamos como neutros.

Partiendo de estas consideraciones, encontramos que un 65% de los comentarios expresados por las jóvenes participantes del Colegio Nuestra Madre de las Mercedes eran desfavorables respecto al estudio de la física y sólo un 20% de los comentarios expresaban aspectos favorables. El 15% restante correspondían a la categoría de comentarios neutros.

En el caso del Colegio Alcaravanes³ un 47% de los comentarios realizados en el diagnóstico eran desfavorables, un 34% de los comentarios los consideramos favorables, mientras el 19% restante eran comentarios neutros (ver anexo 4).

Este análisis descriptivo muestra inicialmente que hubo estudiantes a quienes les gustaba el estudio de la física, pero la mayoría de sus comentarios evidenciaron algún tipo de insatisfacción. Este resultado confirma, descriptivamente, los supuestos que expresábamos en los antecedentes que motivaron este proyecto y los resultados de otras investigaciones en contextos diferentes (ver Santos, 1997; González y otros, 1996; Gil y Guzman, 2001). Aunque estos resultados tienen un valor descriptivo interesante, para los intereses de este proyecto no serían suficientes. Fue necesario realizar un análisis cualitativo de las posibles causas que llevaron a estos y a estas estudiantes a manifestar por medio de sus comentarios estas insatisfacciones más recurrentes.

En este diagnóstico encontramos, en la voz de los y las estudiantes, que existe una relación entre entender y estar motivado. Este resultado está de acuerdo con

³ En adelante ocasionalmente nos referiremos al Colegio Nuestra Madre de las Mercedes como CNMM y al Colegio Alcaravanes como CA, por cuestiones de redacción y por la alta recurrencia de los dos nombres.



algunos de los planteamos de Ausubel y otros (2001), citados en el marco teórico, cuando afirman que dado un aprendizaje se espera algún tipo de motivación. Si bien consideramos que motivación y aprendizaje presentan una relación recíproca, los comentarios de estas y estos estudiantes evidenciaron una unilateralidad entre estas dos variables: "si entiendo me gusta la física". Por ejemplo, una estudiante del Colegio Alcaravanes expresó que "cuando entiendo me siento superada, feliz y motivada con la materia". Un grupo de jóvenes en el Colegio Nuestra Madre de las Mercedes, por su parte, expresaron: "si entendemos lo hacemos con ganas, pero como no entendemos nos disgusta no saber como solucionar [los problemas] y nos termina dando sueño".

No obstante, encontramos en algunos de los planteamientos realizados por ellos y ellas, un tipo de relación recíproca entre aprender y estar motivado: a la hora de entender física "si uno pone cuidado entiende y se facilitan los temas", "siento que si me disperso medio minuto ya me perdí de la clase" (estudiantes CA).

Encontramos también, a partir del análisis de estos diagnósticos, que se evidenciaba una demanda por parte de ellos y ellas porque las clases de física fueran, en sus palabras, "dinámicas". Demanda que está en relación con la monotonía de las clases que manifestaban en sus opiniones: quisiera que las clases de física fueran "más dinámicas", que "no fueran tan monótonas, tan solamente temáticas y que se encontrara una forma de enseñanza de esta [materia] más comprensible" (estudiantes CNMM).

Una de las causas de la desmotivación hacia el estudio de la física, y que citamos en los antecedentes (ver Santos, 1997; González, García, Mesa y Perdomo, 1996; Gil y Guzman, 2001), es la personalidad y la forma de hacerse entender del educador o de la educadora. En el diagnóstico y en notas de campo realizadas durante la aplicación de este instrumento encontramos comentarios que planteaban dificultades en la relación que tenían con el o la docente y el aprendizaje del área: "Siempre que no entendemos [el profesor] se pone bravo. Al no entender le preguntamos para que nos explique y él nos ignora, entonces quedamos siempre con incógnitas" (Estudiantes CNMM); "no le entiendo al profesor ni la metodología de la clase" (estudiante CA). Esto nos permitió reflexionar sobre la importante mediación que tiene la carga afectiva de los y las estudiantes con el o la docente.

El diagnóstico "Los rostros y la física" también nos permitió observar otros elementos, que resultaron importantes respecto a las preguntas de esta investigación. Si bien, la mayoría de los y las estudiantes reconocían que "la física se encuentra en todo", manifestaban que las actividades de las clases presentaban muy poca relación con la realidad que les rodea, con sus problemas cotidianos, con sus propios intereses y las posibles aplicaciones en el "vida cotidiana": "En realidad todo lo regido por la vida se encuentra relacionado con la física, pero en blanco, porque se convierte en sólo una clase más que aplicamos en su momento y no siempre en la vida cotidiana" (Estudiante CNMM).

Expresaron también comentarios de indiferencia ante la relación de la física con su vida: "Es indiferente, no pienso ni aplico los conceptos en la vida cotidiana" (Estudiante CA). Ambos resultados, que se resumen en una aparente ausencia de relación



entre la física y la vida de los y las estudiantes, se constituye, de acuerdo con Gil y Guzmán (2001) en una causante más de la desmotivación hacia el estudio.

8.2. Aspectos sobre la incidencia de la estrategia didáctica en la motivación, la resolución de problemas y la investigación dirigida

En un periodo tan corto de trabajo con las dos instituciones participantes, consideramos que no serían significativos los resultados de un diagnóstico final que pudieran contrastarse descriptivamente con los resultados del diagnóstico "Los rostros y la física" y decidimos que durante el proceso investigativo nuestro interés no estaría centrado en medir por niveles o escalas la motivación, sino imprimir especial interés en los comentarios y los diferentes momentos de las clases, indagando sobre aspectos que permitieran comprender la incidencia de la estrategia didáctica en las y los participantes. Esta decisión se fundamentó en el supuesto, surgido en el desarrollo del proyecto, de que en tan corto plazo difícilmente algún proceso podría evidenciar resultados significativos sobre la motivación de ellos y ellas hacia el estudio de la física en general: para tal efecto se requerirían ejercicios pedagógicos a más largo plazo, sistemáticos, recurrentes y más directamente integrados al aula, es decir, con una mayor inversión en el trabajo de campo.

Una lectura comprensiva del proceso, por su parte, posibilitó recoger las opiniones, ideas y actitudes que estos y estas estudiantes tenían frente a la estrategia y que permitieron evaluarla y enriquecerla. El diagnóstico "Los rostros y la física" también enriqueció el diseño de la estrategia didáctica, pues permitió considerar, en resumen, los siguientes aspectos:

- Los y las participantes en su mayoría presentaron insatisfacciones hacia el estudio de la física.
- Se evidenció una relación de carácter consciente por parte de los y las estudiantes entre el aprendizaje y la motivación.
- Existía una demanda por resolver la monotonía de las clases.
- La actitud del o la docente incide de alguna manera en la motivación y el aprendizaje.
- Los y las estudiantes esperaban que la física tuviera alguna relación con la vida cotidiana.

Los resultados obtenidos por los demás instrumentos (entrevistas a profundidad individuales y grupal, alfombra mágica, observaciones y diarios de campo, cuestionarios cualitativos, talleres y evaluaciones) permitieron ya no reflexionar sobre la incidencia de la estrategia exclusivamente en la motivación, sino también en otros aspectos relacionados con este proyecto: la resolución de problemas y la investigación dirigida. A continuación se realizará un recuento de los aspectos analizados, que permitirán profundizar sobre la incidencia de la estrategia aplicada en estas tres variables.



8.2.1. Incidencia de la imagen en la motivación

Tal como lo sugerimos en párrafos anteriores, no podríamos afirmar con base en los instrumentos aplicados durante el trabajo de campo, que los y las estudiantes se motivaron al estudio de la física en general. Muchos de ellos y ellas, como se verá, encontraron en la estrategia elementos que posibilitaron su aprendizaje y su disposición para el estudio. Sin embargo, fue muy recurrente, tanto en las observaciones como en las entrevistas y cuestionarios, que muchos y muchas de ellas aún manifestaban actitudes y comentarios desfavorables hacia la física.

Y es que la motivación, además de contar con los elementos descritos en el marco teórico, depende sustancialmente de las experiencias anteriores a cualquier proceso que busque motivar (Huertas, 1997, Rodríguez y Huertas, 2000). De esta manera, si las primeras experiencias en torno al estudio de la física han sido "infortunadas", es difícil que en periodos cortos de tiempo la disposición cambie significativamente.

Al final del proceso investigativo fue posible descubrir que gran parte de los y las participantes que inicialmente manifestaron comentarios desfavorables hacia la física, continuaban expresando sentimientos similares. Sus historias, las vivencias anteriores, fueron determinantes en su motivación, tal como lo declaran directamente algunos y algunas estudiantes del Colegio Alcaravanes, con comentarios como "no me ha gustado nunca la física" o "la motivación es algo muy difícil, le tiene que gustar a uno mucho la física para tener buena motivación". Otros comentarios demuestran de una manera más contundente que en ocasiones resulta muy difícil quebrantar esquemas adquiridos con anterioridad:

"Yo no soy capaz de hablar sólo de la materia, yo tengo que hablar de mí: simplemente yo odio la física, odio los números, los detesto con todo mi ser [...]. No sólo porque sea física, matemáticas, química. Pues no me gusta, entonces no puedo. No es porque los métodos sean malos, o la gente sea mala, es porque simplemente yo no lo acepto. Pues, no me gusta, no me trama, no me encarreta. Nada. Me podrán traer circos, no me va a gustar, porque es algo que llevo dentro de mí" (Estudiante CA).

Por otra parte, existen varios factores que permiten explorar la motivación en relación con la imagen en movimiento. Más allá de arrojar información sobre los niveles de motivación alcanzados, estos factores permiten evaluar la estrategia y su aplicación en el aula.

Para comenzar, ante la petición explorada en el diagnóstico inicial de que la monotonía de las clases fuera resuelta, es decir, que las clases de física fueran "más dinámicas", encontramos al final del proceso que la estrategia didáctica aplicada logró este propósito. Al principio, la concepción de una *clase dinámica* estaba asociada con la ruptura de la monotonía, que las clases no fueran tan temáticas o que fueran "entendibles". Al culminar el proceso, la idea de *clase dinámica* la asociaron además con que ésta fuera divertida, clara y que les mantuviera en una actitud activa: "Me pareció muy dinámico [el trabajo con los videos], algo nuevo, pues no todo era monótono... siempre



nos mantuvo activas" (estudiante CNMM). Con base en esta idea, resultaron recurrentes comentarios asociados a esta estrategia como un procedimiento dinámico.

Además de considerar que las actividades realizadas poseen un carácter *dinámico* asociaron este término con una mejor comprensión de los conceptos y una mayor memorización de los procesos. Un estudiante por ejemplo, propuso que las imágenes que observó de "La era del hielo" y de "Robots" resultaban especialmente entretenidas, condición que captaba su atención; el hecho de estar atento, decía, le facilitaba entender y evidenciar los problemas físicos.

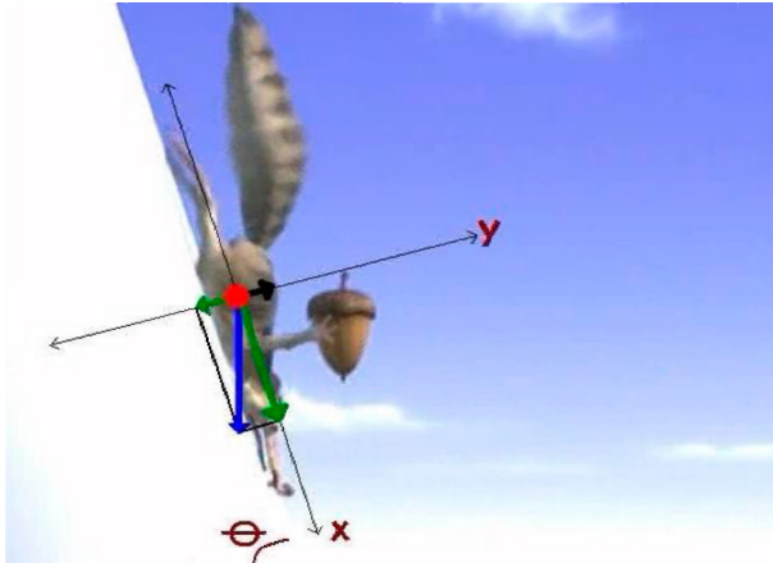


Imagen tomada y editada de "La era del hielo" para una clase de dinámica

Ellos y ellas asociaron el interés por la materia, en el cual incidió la estrategia aplicada, con el hecho de parecer más claros y divertidos los temas tratados. Como se vio en el marco teórico, ante las discusiones frente a la existencia o no de una relación entre lo afectivo y los aspectos cognitivos, las observaciones de estos y estas estudiantes parecen evidenciar que el hecho de las clases ser divertidas o el hecho de que haya interés (lo que se asocia con su afectividad) está en relación con el nivel de comprensión o de "memorización" de los temas abordados, es decir, los aspectos cognitivos.

Estas reflexiones parecen relacionarse con los planteamientos propuestos por Ausubel y otros (1991), pues si la actitud y disponibilidad son esenciales para el aprendizaje significativo, esta estrategia parece incidir directamente en dichos aspectos, es decir, en los términos planteados por estudiantes, la estrategia influye en el interés por aprender: "Uno está interesado en la imagen y el hecho de estar interesado hace que uno la pueda entender y evidenciar ahí el problema" (estudiante CA). Opiniones como estas parecen dar prueba de una relación unilateral entre motivación y aprendizaje: si hay interés se aprende. En contraste con los resultados obtenidos en el diagnóstico "Los rostros y la física", se demuestra nuevamente ya no una



unilateralidad entre motivación y aprendizaje, sino una relación recíproca tal y como lo plantean Ausubel y otros: si aprendo me motiva, si estoy motivado puedo aprender.

Una situación que explica esa reciprocidad entre motivación y aprendizaje es que la meta, en términos de la teoría sobre motivación, es para ellos más clara, contextualizada y realizable. Cuando se les presentan ejercicios o problemas, ellos y ellas los relacionan con situaciones de los videos, que consideran correspondientes a la vida práctica, a pesar de ser en sí mismas representaciones (en ocasiones mera ciencia ficción). Tenían la posibilidad de poner en práctica conocimientos físicos.

Por añadidura, estas potencialidades de la estrategia se relacionan con una característica más: las imágenes presentadas, tal y como opinó un estudiante del Colegio Alcaravanes, se relacionan con sus gustos e intereses. Reconocen en los videos presentados personajes que les gustan, realizando acciones que, si bien nunca habían observado con un interés físico, permiten abordar problemas asociados a esta área. En observaciones y diarios de campo, se describe cómo cambiaban su disposición y actitud ante la imagen cuando reconocían a un personaje como, por ejemplo, a Homero o Bart Simpson. Incluso, el hecho de verse a sí mismas o a sí mismos como parte del video, generó interés por las imágenes, en ocasiones riéndose o comentando lo que veían, pero siempre en expectativa ante lo que podría continuar.

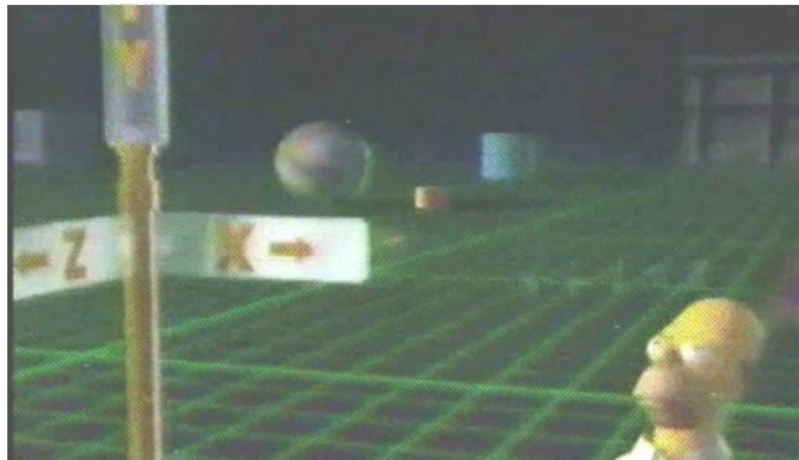


Imagen tomada de "Los Simpson" para la presentación del proyecto a estudiantes participantes

En relación con el incremento de la motivación, autores abordados en el marco teórico mencionan aspectos que pueden ser útiles en las clases. En especial Ausubel y otros (1991), proponen de manera explícita algunos de estos aspectos, sobre lo cuales durante el proceso de investigación descubrimos que la estrategia incide positivamente:

- La motivación es efecto y causa del aprendizaje: es decir, como se ha planteado, la estrategia permitió motivar para aprender, así mismo, cuando aprendían resultaban motivados.
- Es necesario hacer explícito el objetivo de las tareas en clase: con la implementación de los videos, los y las estudiantes podían observar más claramente de qué se trataban las situaciones, encontrándoles sentido.



- Contar con los intereses y metodologías existentes: la estrategia parte de los gustos e intereses de los y las estudiantes y retoma elementos de estrategias que con anterioridad ellas y ellos estaban familiarizados.
- Promover la motivación por el aprendizaje (motivación intrínseca): las imágenes en movimiento logran llamar la atención de los y las estudiantes y despertar su curiosidad por los fenómenos estudiados.
- Asignar tareas apropiadas de acuerdo con el nivel de los y las estudiantes, metas realistas y que pongan a prueba sus límites: dentro de este aspecto cobra especial interés que ellos y ellas planteen y resuelvan sus propios problemas a partir de las imágenes observadas.

8.2.2. Potencialidad de la estrategia para la investigación dirigida

Desde inicios de la investigación, concebimos como parte de la estrategia didáctica, hacer uso de la investigación dirigida como una fuente de cambios conceptuales en los y las estudiantes. Sin embargo, con base en la profundización teórica, descubrimos que procesos efectivos de cambio conceptual requieren tiempos considerables para la aplicación de actividades sistemáticas como las propuestas por la investigación dirigida. En el trabajo de campo se contó con tiempos cortos y en ocasiones distanciados, lo que disminuía las posibilidades de evaluar efectos en los y las estudiantes frente a sus concepciones alternativas. Por esta razón no fue posible aplicar sistemáticamente la investigación dirigida como estrategia de cambio conceptual. Se retomaron, sin embargo, elementos que fueron útiles para el diseño y aplicación de la estrategia Phisys Videns.

El hecho de considerar estos elementos, permitió evaluar las posibles potencialidades de la imagen en movimiento para el desarrollo y la implementación de investigaciones dirigidas en el aula sobre la física, a partir de elementos sustanciales para este tipo de actividades: la recolección de concepciones previas, la posibilidad de generar discusiones en busca de conflictos cognitivos y la facilidad para que surjan problemas abiertos. Más adelante, en la reflexión sobre las fortalezas y las debilidades de la estrategia, se ampliarán estos aspectos.



Investigadores y estudiantes discutiendo sobre las imágenes presentadas.



Por otra parte, durante la actividad investigativa, la intervención del o la docente seguía siendo fundamental, como en el caso del desarrollo de una investigación dirigida: tiene que pensar en el tiempo de duración, en los contenidos, la frecuencia en que deben surgir las actividades; tiene que definir los objetivos, el modo de trabajo (individual o grupal) y la estructura de la clase (introducción, realización, presentación de resultados y discusión); debe tener una actitud investigativa que permita a los y las estudiantes desarrollar sus propias preguntas, influenciar la curiosidad, la motivación y la reflexión sobre el conocimiento. Esto significa que el video por sí mismo no es únicamente una herramienta, es una estrategia que posibilita el aprendizaje bajo unos objetivos pedagógicos claros y un ejercicio docente crítico y de carácter mediador.

8.3. Poder de la imagen para la enseñanza de la física: Fortalezas y debilidades

Hasta el momento hemos reflexionado sobre los resultados que las imágenes en movimiento presentan en la motivación de los y las estudiantes: permite que los temas sean claros, de más fácil "memorización" o de mayor interés. Pero, ¿qué lleva a estos y estas estudiantes a considerar la estrategia como "dinámica"?: Quizá sea el poder de la imagen.

¿Cuántas personas conocen lo que es un vampiro, saben quién es Drácula, y reconocen sus poderes?; de esas personas, ¿cuántos han leído el libro de Bram Stoker? Tal vez reconocen estos personajes fantásticos de otros lugares como el cine o la televisión que, con la fortaleza que tienen sus imágenes, se encargan de resucitar los mitos clásicos de la literatura, para dejarlos de manera colectiva en las mentes de los individuos durante un tiempo prolongado, tal como lo manifiesta Jaime García (2003). Este autor además dice que el sendero abierto por el Drácula de Bram Stoker bajo la interpretación y dirección de Francis Ford Copola, ha desembocado en la puesta en escena de muchas de las obras literarias que, según Víctor Gaviria (2003), tratan de saldar el obstáculo del limitado poder de asociación de las lecturas de textos, como las novelas y los cuentos.



El conde Drácula, del director Francis Ford Copola⁴

⁴ Imagen tomada de <http://www.dunwich.org/draculea/photos/album/9-dracula/index.html>



Todo aquello que envuelve al personaje de Bram Stoker: el conde Drácula (lo siniestro de sus formas, su apetito por la sangre, y demás características), poseen ahora un referente en los cientos de películas que sobre él y sus descendientes, los vampiros, se han creado y se siguen produciendo en la industria del cine.

Con base en varias observaciones de los y las estudiantes, se pueden considerar algunos aspectos que confirman estas y otras potencialidades de la imagen. Un primer aspecto es que el cine y la televisión poseen un poder de síntesis en la inmensa riqueza de sus imágenes (Mora, 2003); y es precisamente en el salón donde evidenciamos este poder. La estrategia didáctica permitió hacer "la física más cotidiana" o mostrar sus conceptos y principios "en lo real". De esta manera, los ejercicios o problemas no son tan abstractos como los que se realizan en el tablero con dibujos a manera de representaciones simples de la realidad, sino que están contextualizados en situaciones específicas (la caída libre de una ardilla y no sólo de un cuerpo, masa o grave, por ejemplo) y son visualmente más claros. Ellos y ellas pueden tener fácilmente una representación compleja de la realidad.

De acuerdo con estos aspectos, expresaron, por ejemplo, que les resultaba más sencillo identificar cada caso físico, que los problemas eran más cotidianos o cercanos, que "no se tenían que hacer a la idea" de que algunas fórmulas se aplicaban en la realidad, sino que lo veían explícitamente, de manera gráfica y efectivamente visualizado:

"Me parece una forma mucho más fácil como de aprender, además uno lo visualiza mucho más. Y deja uno de verlo como tan abstracto y a mí eso me parece muy importante, no verlo abstracto sino tenerlo ahí como muy visualizado" (estudiante CA).

Además, la imagen en movimiento parece instaurarse en sus mentes para ponerla posteriormente en juego en la comprensión de fenómenos físicos,

"porque uno la ve en la vida cotidiana o en problemas ficticios, es decir, uno se puede dar cuenta de que la física la puede ver y no sólo tener un imaginativo. Uno esta más cercano a lo físico y es más fácil entender la temática (...) si me acuerdo del problema o tema de física generalmente la relaciono con una imagen" (estudiante CA).



Estudiantes del Colegio Alcaravanes observando un video en clase de física.

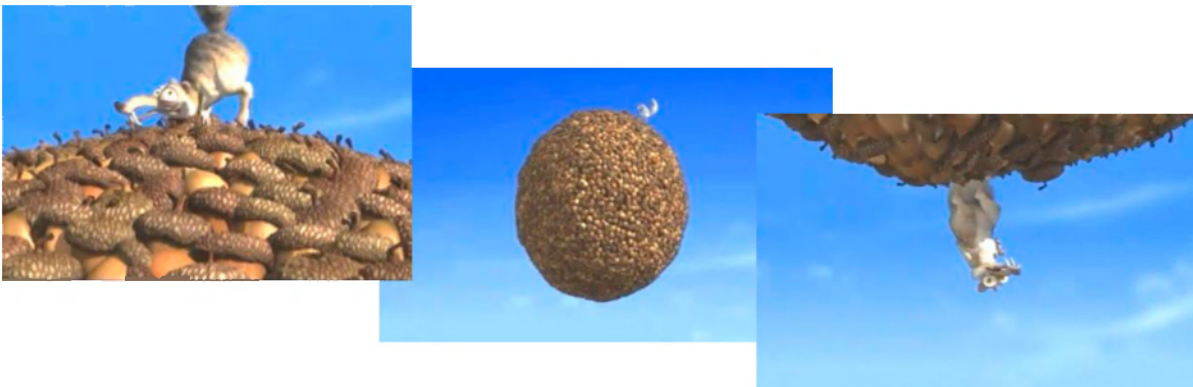


De acuerdo con lo que manifestaron, observar los fenómenos físicos en la televisión les brindó la posibilidad de tener más referentes, que permitían asociar los conocimientos adquiridos sobre física en el aula con lo que ven constantemente en la icono-esfera en la que están inmersos.

En este sentido, la imagen demuestra la potencialidad de ampliar el poder de asociación que tienen los textos escritos, los ejercicios, las fórmulas y la teoría que observan en el tablero. Este proyecto proporcionó referentes visuales que generaron muchos comentarios y situaciones que nos permitieron evaluar esta estrategia como alternativa a la forma como se enseña física en los Colegios Nuestra Madre de las Mercedes y Alcaravanes. Una alternativa que, como se verá, no necesariamente desconoce el valor de las estrategias que venían implementándose.

En una de las clases desarrolladas en el Colegio Nuestra Madre de las Mercedes, por ejemplo, se mostró una situación de "La era del hielo" en la que una ardilla prehistórica cae desde un risco con cientos de bellotas que quiere recuperar. Una de las jóvenes dijo que no era posible recoger todas la bellotas en el aire tal y como se veía en la imagen y preguntó que cómo era posible mantenerlas unidas, situación que generó una discusión grupal al respecto. Mientras pasaban las imágenes del video, otra joven afirmó que no era posible recoger las bellotas en forma de una esfera gigante y hablamos sobre cómo el aire evitaría eso. Explicamos que los cuerpos caían siempre con la misma velocidad, dado el caso de que no hubiera aire. La joven planteó que, a pesar de todo, ella consideraba que no era posible recoger las bellotas de esa manera (Tomado de los diarios de campo).

Esto demuestra que la imagen transformaba en sus mentes algo que los llevaba a estar motivados. De esta manera, el poder de la imagen está directamente relacionado con la motivación. En efecto, con respecto al comportamiento de los grupos, la imagen propició un espacio para la discusión, una actitud para trabajar, un interés por aprender. Los cambios que generó este proceso, al parecer, surgieron a partir de las bondades de las imágenes en movimiento, "porque para mí fue más entretenido aprender física viendo televisión y partes de películas, que estar pegados de un tablero" (Estudiante CA).



Escenas de "La era del hielo" que generaron discusiones grupales sobre la caída libre



Estudiantes del Colegio Nuestra Madre de las Mercedes, mostraron un cambio en la concepción que tenían inicialmente hacia las clases de física, decían que ya no era algo aburrido sino que, en los momentos finales del trabajo de campo, les parecía una clase divertida, donde daba gusto aprender:

"Sí, yo la física la veía como algo aburrido, algo maluco, que jamás voy a aprender en mi vida, que jamás lo voy a utilizar, que jamás lo voy a necesitar; pero ya que lo vi, es algo que todos los días pasa, por ejemplo el movimiento de un carro, todo eso que diariamente uno ve y necesita".



Estudiantes del colegio Nuestra Madre de las Mercedes observando un video sobre palancas.

Con la implementación de las imágenes en movimiento, pudimos observar cómo una física más cotidiana se instauraba en sus mentes, así como la eterna figura de Drácula en las mentes de la humanidad; advertimos cómo los cuestionamientos a partir de la imagen causaban cierto acercamiento hacia la física, de igual manera que la atrayente y enigmática sensualidad de los vampiros, e incluso, logramos percibir que las fórmulas y los procedimientos necesarios en las clases, ya no eran tan siniestros como al comienzo de la actividad investigativa.

En el Colegio Alcaravanes, por su parte, un caso en particular nos llamó la atención: los cambios surgidos en Juan, un estudiante que, en los momentos iniciales manifestaba que no le gustaba la física, incluso su rendimiento académico en esta área, era deficiente. Durante las clases, con la imagen como protagonista, pudimos observar en Juan una metamorfosis en lo que respecta a la idea que tenía: "no me apasiona (...), pero como se trabajó me gustó la física, pues a mí me gustó mucho", "es más, me llegó a llamar más la atención así [con esta estrategia]". Conforme transcurrió el tiempo nos demostró ser un estudiante excepcional con una mentalidad muy aguda, con unos planteamientos sustanciales y una gran capacidad para argumentarlos. Su rendimiento académico mejoró significativamente en nuestras clases. En algunos momentos de las discusiones grupales, en talleres o durante los exámenes, por ejemplo, se levantó de su silla para explicarle a sus compañeros o compañeras los conceptos y operaciones que se estaban abordando.



Por otro lado, al analizar los instrumentos de indagación, descubrimos que existen algunos elementos importantes en cuanto a la implementación de la propuesta, que posteriormente nos llevaron a discusiones en torno a las diferencias, fortalezas y debilidades con respecto a los métodos convencionales de la enseñanza de la física.

De acuerdo con las estudiantes del Colegio Nuestra Madre de las Mercedes, las opiniones en las entrevistas mostraron una gran recurrencia en cuanto a sentirse más a gusto con la estrategia implementada que como lo venían haciendo, sin embargo, consideramos que sus primeras aproximaciones al área y las relaciones un tanto deterioradas con sus profesores de física, pudieron mediar en sus consideraciones. En el Colegio Alcaravanes obtuvimos resultados similares, pero esta vez aparecieron con gran recurrencia otros comentarios que expresaban indiferencia, como por ejemplo:

"No vi gran diferencia entre esta forma de explicarla y la otra, ya que, antes siempre explicábamos y poníamos ejemplos reales, y de la otra manera igual la explicación la daban ustedes, y las imágenes eran sólo para evidenciar, lo cual ya se lograba hacer con los ejemplos [en la forma que se hacía antes]".



Estudiantes del Colegio Nuestra Madre de las Mercedes

Otros comentarios fueron más directos en cuanto a la indiferencia sugerida: "Me parece que no me dificultaron [el aprendizaje] pero tampoco me lo facilitaron. Sin imágenes o con imágenes me da igual: nunca entiendo. Así que ni facilitan ni tampoco dificultan", "Me da igual, de todos modos al final siempre entiendo". En algunas ocasiones lo que expresaron denotaba inclusive una comodidad con el "método tradicional", como lo llamaron al referirse a la tiza y al tablero: "Yo no sé, a mí me gusta más de la forma tradicional", "hasta ahora me ha ido bien de la otra forma, o sea, no con videos". Retomando las reflexiones anteriores sobre la importancia de la mediación afectiva entre docentes y estudiantes, en el Colegio Alcaravanes, en varios comentarios ellos y ellas expresaban que extrañaban a su profesor y que no nos entendían; particularmente, quienes realizaron estos comentarios, son aquellas y aquellos que resultaron, de acuerdo con las entrevistas y observaciones de campo, menos motivados. De nuevo, se confirmó una reciprocidad entre aprendizaje y motivación.

En el salón de clase, de acuerdo con las voces de los y las participantes, se presentó una especie de batalla entre Phisys Videns y el "método tradicional". Como respuesta a esto, pudimos apreciar las virtudes de los métodos "tradicionales" para la enseñanza de la física: las clases magistrales en las que se copian en el cuaderno, con



ejercicios resueltos en el tablero, talleres y evaluaciones escritas, que también utilizamos, pero en el marco de la estrategia y con propósitos diferentes.

Como resultado de las reflexiones sobre las diferentes situaciones y comentarios expresados por ellos y ellas frente al contraste de la estrategia implementada y los procedimientos convencionales, es posible inferir dos aspectos:

- Phisys Videns proporciona, a partir de las imágenes en movimiento, referentes para lograr una mejor comprensión de los conceptos, permite ilustrar de manera concreta los diferentes fenómenos estudiados en la física y logra incentivar a los jóvenes hacia el estudio de la misma. Sin embargo, no es posible desconocer la importancia del discurso del o la docente, pues sigue siendo fundamental para el desarrollo de las clases, donde es preciso utilizar el tablero para mostrar las fórmulas, operaciones y "piruetas" necesarias en el estudio de la física.
- Phisys Videns brinda la posibilidad de generar discusiones en el aula que ayudan a conceptualizar y comprender la física, las clases se tornan dinámicas, los procedimientos no generan aprendizajes mecánicos, pues se parte de preguntas abiertas que no siempre tienen una respuesta "correcta". No obstante, parece ser que cuando el o la docente resuelve muchos ejercicios en el tablero le proporciona a las y los estudiantes herramientas que ayudan a memorizar y comprender diferentes procesos, necesarios en el aprendizaje de la física; lo que implica que en la estrategia que implementamos, resulta fundamental resolver más ejercicios operativos con ellos y ellas y no sólo problemas abiertos.

Concientes de todo esto, los y las estudiantes sugirieron que esta estrategia debe ser aplicada de forma paralela con los procesos que se vienen realizando en la "enseñanza tradicional", debido a que una fusión sería más productiva; en sus propias palabras: "Me parece muy bueno este método, incluso mejor que el tradicional; tal vez le añadiría más cosas de lo tradicional, por ejemplo lo teórico y práctico, una mezcla de ambas metodologías", "Se puede utilizar esta estrategia, de vez en cuando, no siempre" (Estudiantes CA). Mariana, estudiante del Colegio Alcaravanes, nos propuso que debería tomarse algo de los dos métodos; sugirió que para introducir un tema, para motivar a los estudiantes, para proponer una situación o para explicar un concepto, esta estrategia tenía ventajas, pero cuando se pretendía resolver problemas o ejercicios, el método tradicional era más ventajoso.

Como resultado de las anteriores reflexiones y de otros comentarios de los y las participantes, presentamos a continuación una síntesis de las fortalezas y debilidades que identificamos y que pueden sugerir aspectos importantes cuando se trate de implementar esta estrategia. En el caso de las debilidades, que hasta ahora no se han profundizado, fue necesario ampliar las reflexiones. Esperamos que las siguientes consideraciones puedan enriquecer futuras aplicaciones de la estrategia diseñada.



8.3.1. Fortalezas

- Las imágenes en movimiento, tal como fueron utilizadas en esta estrategia, generan espacios propicios para el aprendizaje y brindan elementos que motivan a los y las estudiantes hacia el estudio de la física.
- Implementar esta propuesta facilita en especial enseñar los conceptos de la física, siempre y cuando se relacionen constantemente con la realidad que presentan las imágenes y la vida cotidiana de los y las estudiantes.
- Con las imágenes de la televisión y el cine, las ideas que tienen los y las estudiantes, todo cuanto imaginan con respecto a ciertos fenómenos, aparecen de manera espontánea, permitiendo así conocer fácilmente sus concepciones alternativas.
- Esta estrategia resulta más explícita, es decir ayuda a ejemplificar y problematizar las diferentes situaciones y fenómenos que son presentados en las clases. Los y las estudiantes aprendieron a interpretar los fenómenos a partir de las imágenes presentadas.
- Las imágenes en movimiento se convierten en una fuente de ideas para realizar planteamientos de ejercicios y problemas.

8.3.2. Debilidades

- Una de las debilidades más grandes que consideramos en la implementación de esta estrategia está en relación con el poder que poseen las imágenes. Al respecto, los y las estudiantes expresaron que en algunas ocasiones lo que observaban en el televisor durante la clase, les generaba distracción en lugar de provocar su concentración en la actividad, lo que afectaba directamente su aprendizaje: "Uno ve la imagen y se distrae, (...) entonces uno se tarda para conectar todo", "con las películas me disperso un poco y esto hace que pierda un poco la motivación" (Estudiantes CA). Ante la imagen parecen reaccionar inmediatamente; les impulsa a manifestar lo que sienten y lo que piensan, lo que ocasiona que se pierdan dentro de algunas imágenes y sonidos o en medio de sus propios comentarios; aspectos que, lejos de enfocar la atención, desbordaban las intenciones de la clase. Frente a esta debilidad, consideramos que es el o la docente quien puede poner las cosas del otro lado de la balanza cuando selecciona muy bien las imágenes, enfocando las situaciones físicas y cuando, en sus clases, relaciona continuamente los contenidos del área con las imágenes proyectadas. Debe además, durante sus clases, estar muy atento para detener, adelantar o atrasar el video, realizar las preguntas pensadas con anterioridad, puntualizar lo que sea necesario y buscar que la atención no se desvíe de los propósitos pedagógicos. Una estrategia que funcionó durante el proceso para resolver esta dificultad, consistió en presentar inicialmente las imágenes de forma lineal, donde ellos y ellas podían distraerse, reír o comentar; posteriormente se volvía a presentar el video, pero esta vez de manera estructurada, recogiendo sus observaciones, planteando las explicaciones y resolviendo los problemas y ejercicios planteados.



Estudiantes del Colegio Alcaravanes observando un video

- Ante la proyección de los videos, se generó otra dificultad en lo que respecta al tiempo. Al parecer, esta estrategia, por sus diferentes componentes, se torna más lenta en el abordaje de los temas, en comparación con los procesos que se realizaban usualmente en aquellos Colegios. Natalia (estudiante del colegio Alcaravanes), por ejemplo, decía que la "forma tradicional" le parecía más rápida, "tal vez porque con esta estrategia tenemos que parar, devolvemos y analizar las imágenes". Cuando decimos que se torna lenta, nos referimos a que nos quedamos mas tiempo analizando los fenómenos que se estudian en los diferentes contenidos que abarca la física. Por esta razón, quienes orienten las clases, tal como lo sugerían los y las estudiantes, no deben desconocer la utilización de elementos que aporta "la forma tradicional", realizando, paralelo al trabajo con los videos, clases magistrales donde se explique la teoría, se resuelvan ejercicios, talleres y evaluaciones, en fin, todo aquello que permita aplicar todo cuanto han analizado durante la proyección de las imágenes.
- Lejos de toda la teoría que puede leerse con respecto a la educación y sus diferentes componentes, la práctica en las aulas desborda cualquier concepción inicial del trabajo que implica. La implementación de esta estrategia didáctica, debido a la exigencia de la realización de videos por parte del o la docente, implica mucho tiempo y dedicación. Exige de quien esta al frente un tiempo, que la mayoría de las veces se lo consumen las diferentes instituciones en medio de las ocupaciones y funciones cotidianas. Sin embargo, como lo manifestamos en la introducción de este escrito, el ser humano se construye durante el proceso de su trabajo, todo lo que se requiera para enriquecer el campo de la educación y la formación humana enaltece la existencia de los y las docentes.
- Para nosotros resultó sencillo editar los videos por la disposición del programa Pinnacle Studio 9 ®. No obstante consideramos que sin herramientas de edición como esta, la implementación de la estrategia resultaría más difícil. Este hecho, tal como lo sugerimos antes, no le resta importancia ni virtudes a la estrategia, sólo le cambia



algunos procesos operativos que necesariamente exigen, de quien planea la clase, tiempo y recursividad.

- Se debe contar con un aula dispuesta para favorecer la acústica y la expectación, lo que no siempre es posible en una institución educativa. Durante el proceso investigativo, comentarios de estudiantes y observaciones de campo sugirieron que la disposición de las sillas, la comodidad y la acústica (la imposibilidad de escuchar los diálogos del video y la música) generaba distracción y en ocasiones cansancio.

9. PERSPECTIVA: ¿QUÉ SE ESPERA CONTINUAR? ¿QUÉ PODRÍA SEGUIR?: ALGUNAS PERSPECTIVAS

De nuevo Sísifo, un Sísifo renovado y alegre, apunta su mirada a la cima de la montaña, tan conocida y a su vez extraña. Prepara sus fuerzas para subir su piedra por aquella cuesta y aunque ha tropezado y sus hombros han sangrado, no pretende sentirse vencido.

Como Sísifo, después de concluir un proceso investigativo como este, sentimos que es necesario subir de nuevo la piedra y no por ello nos sentimos vencidos o cansados. Por el contrario, una extraña felicidad nos maravilla y esperamos ansiosos escalar por encima del tedio. Comprendemos que sobre la riqueza de la imagen en movimiento para la enseñanza de las ciencias, aún hace falta reflexionar demasiado y sentimos que aquella eternidad que corresponde a Sísifo tampoco bastaría para terminar nuestro trabajo. Ante esta necesidad, aquí queremos presentar algunas reflexiones y preguntas que sugieran líneas para futuras investigaciones o experiencias en torno a las imágenes en movimiento y su aplicación en el aula.

Un lugar predominante lo sigue ocupando, sin duda, la motivación, como fuente de reflexiones pedagógicas. En esta investigación realizamos un esfuerzo orientado a la comprensión de esta condición para el aprendizaje, pero dicho esfuerzo no bastó, ni con mucho, para abarcar ese universo complejo. Nuevos ejercicios investigativos pueden enfocarse a profundizar la relación existente entre la afectividad de los y las estudiantes y sus procesos cognoscitivos cuando aprenden física por medio de imágenes en movimiento.

En esta dirección, consideramos que es de especial interés profundizar aún más, de manera específica, en torno a las fortalezas y debilidades que se encontraron en la estrategia didáctica aplicada durante este ejercicio investigativo. Ahondar en dichas fortalezas y debilidades podría derivar en ejercicios pedagógicos que se acerquen de manera directa a los intereses de los y las estudiantes y, en este sentido, a su cotidianidad, actualmente cercada por los medios de comunicación, la virtualidad, la alta tecnología y la ficción convertida en ciencia.

Aspectos que fueron difíciles de abordar de manera lo suficientemente sistemática, están referidos al desarrollo de investigaciones dirigidas como estrategia para cambios conceptuales a largo plazo. Consideramos que no es suficiente reconocer la potencialidad que la estrategia aplicada tiene para el desarrollo de una enseñanza que



parta de los conocimientos previos o concepciones alternativas de los y las estudiantes. Dado el auge de los estudios constructivistas en la actualidad, casi de manera paralela a la influencia del cine, es sumamente importante ahondar en la manera en que pueden mediar estrategias que hagan uso de la imagen en movimiento en el desarrollo de cambios conceptuales y procesos de investigación dirigida.

En los procesos investigativos suelen aparecer condiciones que determinan cambios inesperados en los diseños iniciales, en especial cuando se trata de investigaciones cualitativas de carácter emergente. Uno de los cambios más significativos durante la experiencia llevada a cabo en el Colegio Alcaravanes, consistió en el trabajo con jóvenes que presentaban necesidades educativas especiales (NEE). Esta experiencia nos sugirió algunas especulaciones y preguntas en torno a la relación entre imagen en movimiento, motivación y el aprendizaje de las ciencias, en especial de la física, con estos y estas estudiantes. Por ejemplo, la experiencia con Sara Tejada, estudiante con NEE asociadas a síndrome de Down, implicó realizar adaptaciones a los videos y a la estrategia misma. Para conceptualizar o ejemplificar con ella el tema de trabajo y energía, modificamos en el video las preguntas que aparecían en forma de títulos, con un nivel de complejidad adaptado a sus necesidades, con preguntas concretas, referidas a situaciones del video y diferenciadas de las demás preguntas por el color. Pareció mucho más sencillo y práctico realizarle preguntas concernientes a la física haciendo uso de las imágenes presentadas, pues éstas aparentemente concentraban su atención y facilitaban sus respuestas. En otro video, que representaba el efecto en cadena ocasionado por la caída sucesiva de fichas de dominó, pareció generar en Sara la necesidad de reproducir el fenómeno con fichas reales. Este hecho nos llevó a conjeturar que los videos podrían incidir favorablemente en la transferencia de lo abstracto a lo concreto. Todo esto nos permite suponer que el cine, la televisión y los juegos de video presentan un gran potencial para la flexibilización curricular de las instituciones. Sin embargo, debido al desconocimiento de las características implícitas al aprendizaje y la motivación de estos y estas jóvenes con NEE, evidentes durante el proceso, consideramos que resulta indudablemente necesario profundizar al respecto con otros ejercicios investigativos.

Un resultado difícil de verificar, pero que no fue posible obviar, es que esta estrategia didáctica estimula, de alguna manera, procesos de escritura, que parecen ser una dificultad para los y las estudiantes. De acuerdo con las producciones y comentarios realizados por ellos y ellas en esta experiencia, los procedimientos utilizados llevan a buscar hipótesis, realizar consultas y escritos, cuando ciertos aspectos de las imágenes los inquietan. Este resultado permite considerar, para futuras experiencias, las imágenes en movimiento como dispositivos de integración de las diferentes áreas que componen el currículo.

En el desarrollo de nuestra práctica profesional se llevó a cabo otra investigación surgida del mismo interés que impulsó el diseño y la evaluación de la estrategia didáctica aplicada aquí y que pretendía comprender la relación entre la imagen en movimiento y el planteamiento de problemas. En esta investigación se concluyó que la estrategia parecía



estimular más el planteamiento de problemas que de ejercicios. Además, arrojó nuevas preguntas en torno a dichos aspectos.

Como resultado de todo lo anterior, algunas preguntas que pueden orientar futuras investigaciones, pueden plantearse de manera similar a las siguientes:

¿Qué relaciones existen entre la motivación y los procesos cognitivos cuando se aprende física a partir de imágenes en movimiento?

¿Cómo las fortalezas y debilidades de la estrategia aplicada en esta investigación influyen en la contextualización de las ciencias dentro de la cotidianidad de los y las estudiantes? ¿Qué otros ejercicios pedagógicos pueden derivarse de dichas fortalezas y debilidades?

¿Cómo puede aportar esta estrategia didáctica al desarrollo de investigaciones dirigidas dentro del aula y a procesos de cambio conceptual a largo plazo?

¿Cómo incide esta estrategia didáctica en los procesos de aprendizaje de la física de los y las jóvenes con necesidades educativas especiales?

¿Qué estrategias se pueden implementar para posibilitar que los y las estudiantes realicen estudios de una película intervenida por el docente desde las áreas de español, filosofía, historia, entre otras, y contrastar dicho estudio con los resultados obtenidos de análisis físicos o matemáticos?

¿Cuál es la incidencia del planteamiento de problemas de la física a partir de imágenes en movimiento en la resolución de ejercicios tradicionales y otros tipos de planteamientos asociados a la física?

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, Luis; Nuñez, José Carlos; Hernández, Jesús; González-Pienda, Julio Antonio y Soler, Enrique. (1998). Componentes de la motivación: evaluación e intervención académica. Aula abierta, N° 71, págs. 91-120.
- Ausubel, David P.; Novak, Joseph D. y Hanesian, Helen. (1991). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Editorial Trillas.
- Bonilla Castro, Elsy y P. Rodríguez, Sehk (1997). Más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales. Bogotá, Uniandes-Norma.
- Campuzano Ruiz, Antonio. (1992). Técnicas audiovisuales y educativas. Una visión desde la práctica. Madrid: Akal.
- Camus, Albert. (2000). El mito de Sísifo. Madrid: Alianza 2000.
- Coffey, A. y P. Atkinson (2003). Encontrar el sentido de los datos cualitativos. Medellín, Universidad de Antioquia.
- Creswell, J. (1998). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions. Thousand Oaks, CA, Sage.
- Denzin, N. y Y. Lincoln (1994). Handbook of qualitative research. Thousand Oaks, CA, Sage Publications.



- Díaz Barriga, Frida y Hernández Rojas, Gerardo. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Dos Santos Filho, J. C. (1997). Investigación cuantitativa *versus* investigación cualitativa. El desafío paradigmático. Investigación educativa, cantidad-cualidad: Un debate paradigmático. J. C. Dos Santos Filho and S. Sánchez Gamboa. Santafé de Bogotá, Magisterio.
- Elkana, Yehuda. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. Boletín Sociedad Colombiana de Epistemología. Volumen 3, Número 10-11, Págs. 65-80. Bogotá.
- Feldman, Simón. (1995). La composición de la imagen en movimiento. Barcelona: editorial Gedisa SA.
- Ferrés, Joan. (1997). Video y educación. Barcelona: Paidós.
- Gañán Rojo, Lina y Sánchez Trujillo, Guillermo. (2000). Pedagogía y medios audiovisuales. Medellín: Universidad Autónoma Latinoamericana.
- García García, José Joaquín. (2000). La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Gaceta didáctica. No 4. Págs. 6-7 y 10-11.
- García Saucedo, Jaime. (2003). La articulación literaria en el cine. En: Escobar Mesa, Augusto (Editor). (2003). Literatura y cine, una tradición de pasiones encontradas. Medellín: Confama.
- Gaviria, Víctor. (2003). La adaptación de la literaria al cine. En: Escobar Mesa, Augusto (Editor). (2003). Literatura y cine, una tradición de pasiones encontradas. Medellín: Confama.
- Gil Pérez, Daniel; Furió Más, Carles; Valdés, Pablo; Salinas, Julia; Martínez-Torregrosa, Loquin; Guisasala, Jenaro; González, Eduardo; Dumas-Carré, Andrée; Goffard, Monique y Pessoa de Carvalho, Anna M. (1990). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. Enseñanza de las ciencias. No 17, Vol 2.
- Gil Pérez, Daniel y Valdés Castro, Pablo. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. Enseñanza de las ciencias. No 14, Vol 2: 155-163.
- Gil Pérez, Daniel y Guzmán Ozámiz, Miguel de. (2001). La enseñanza de las ciencias y la matemática. Tendencias e innovaciones. Madrid: Púpolar.
- Glesne, C. y A. Peshkin (1992). Becoming Qualitative Researchers: An introduction. New York, Longman.
- Gómez Mendoza, Miguel Ángel. (1998) Enseñanza con el cine: los tiempos Modernos de Charles Chaplin un filme de la modernidad. . Revista Educación y Pedagogía. Vol. X, No 22, Págs. 127-135. Medellín.
- González Pérez, Orlando E.; García Trápaga, Cesar E.; Mesa Hormaza, Joel y Perdomo Almeida, Armando. (1996). ¿Cómo reforzar la función descriptiva de la teoría física con ayuda del ordenador? Revista Pedagogía Universitaria. Vol. 1 No. 3.



- Guba, E. y Y. Lincoln (1994). *Competing paradigms in qualitative research*. Handbook of qualitative research. N. Denzin and I. Lincoln. Thousand Oaks, CA, Sage publications: 105-117.
- Guzmán, Miguel de. (1989). Tendencias actuales de la enseñanza de la matemática, Studia Paedagogica. Revista de Ciencias de la Educación, 21,19-26.
- Hernández Sanpieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos & Baptista Lucio, Pilar. (2003). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.
- Huertas, Juan Antonio. (1997). Motivación: Querer aprender. Buenos Aires: Aique, Grupo Editor S.A.
- Jurado Valencia, Fabio. (2004). La lectura de la imagen "fija" y de la imagen en movimiento como experiencia previa en el dominio de la convención escrita. Revista Colombiana de Educación. Número 46, págs. 64-77.
- Klein, S. B. (1994). *Aprendizaje. Principios y aplicaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Hulse, S.H., Egeth, H. y Deese, J. (1982). *Psicología del aprendizaje*. México: McGraw-Hill. (Orig. 1980).
- Kuhn, Thomas. (1980). La tensión esencial. México: Fondo de Cultura Económica.
- Martínez, Hernán C. & Parrilla Parrilla, J. L. (1994). La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. Enseñanza de las ciencias. Vol. 12, No 3, Págs. 393-399.
- Metz, Christian. (2002). *Ensayos sobre la significación en el cine (1964-1968)*. Barcelona: Paidós.
- Mora, Orlando. (2003). La literatura y el cine: una relación de amor y odio. En: Escobar Mesa, Augusto (Editor). (2003). Literatura y cine, una tradición de pasiones encontradas. Medellín: Confama.
- Oliveira, Hélia Margarida; Segurado, Maria Irene y da Ponte, João Pedro. (1996). Explorar, Investigar e Discutir na Aula de Matemática. En Actas do ProfMat96. Lisboa: APM.
- Oliveira, Hélia Margarida; Segurado, Maria Irene; da Ponte, João Pedro y Cunha, Maria Helena. *Investigações Matemáticas na Sala de Aula: Um Projeto colaborativo*. Artículo publicado originalmente en inglés con el título *Mathematical investigations in the classroom: A collaborative project*, como capítulo del libro de V. Zack, J. Mousley, & C. Breen (Eds.). (1997). Developing practice: Teachers' inquiry and educational change (pp. 135-142), Geelong, Australia: Centre or Studies in Mathematics, Science and Environmental Education.
- Pérez Echeverría, María del Puy. (1998). La solución del problemas en matemáticas. En: Pérez Echeverría, María del Puy; Domínguez Carrillo, Jesús; Gómez Crespo, Miguel Ángel & Postigón Argón, Yolanda. La solución de problemas. Madrid: Santillana.
- Rodríguez, Luz Dary & Romero, Ángel. (1999). La construcción de la historicidad de las ciencias y las transformación de las prácticas pedagógicas. Física y cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias. Número 6, pp. 3-20.



- Rodríguez Moneo, María y Huertas, Juan Antonio. (2000). Motivación y cambio conceptual. Tarbiya. Número 26, págs. 51-71.
- Sagastizabal, María Ángeles y Perlo, Claudia. (1999). La investigación-acción como estrategia de cambio en las organizaciones. Buenos Aires: Ediciones La Crujía.
- Sandoval Casilimas, Carlos Arturo. (2002). Investigación cualitativa. Bogotá: ICFES/ASCUN. En:
<http://www.icfes.gov.co/esp/fomento/gcfom/pub°/libros/serinvsoc/modulo4.pdf.julio2306>
- Santos Gómez, Piedad. (1997). ¿Por qué la matemática es un "dolor de cabeza"? Reflexiones. Revista de la Facultad de Educación Universidad Autónoma de Bucaramanga. Vol. 6, No. 7, Págs. 49-54.
- Santos Guerra, Miguel Ángel. (1998). Imagen y educación. Buenos Aires: Magisterio del Río de Plata.4
- Torres Quiroz, Ángel. (1994). Video-escuela. Fundamentos para una propuesta. Actualidad Educativa. Año 1, No. 2, págs. 71-78.
- Toulmin, Stephen. (1979). El puesto de la razón en la ética. Madrid: Alianza Editorial.
- Valle Arias, Antonio; González Cabanach, Ramón; Barca Lozano, Alfonso y Núñez Pérez, José Carlos. (1997). Motivación, cognición y aprendizaje autorregulado. Revista española de Pedagogía. Año LV, Número 206, Págs. 137-164.
- Woods, Peter. (1995). La escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa. Barcelona: Piadós.
- Zapata V, Vladimir. (1998). Cine, Pedagogía e Infancia. Revista Educación y Pedagogía. Vol. X, No 22, Págs. 49-60. Medellín.



11. ANEXOS

11.1. Anexo 1. Videos realizados antes del planteamiento de la pregunta de esta investigación.

Título del video: Colisiones (Física).

Guión: Luciany Nanclares.

Duración: 6 minutos.

Edición: Diego León Zapata, Cooperación Simón Bolívar.

Año: 2002.

Descripción: Aparece en escena la imagen de un helicóptero hecho pedazos y se escucha una fuerte explosión. Aparece el título del video. Ante un público expectante aparece un expositor (la voz de Luciany) haciendo una presentación de lo que va a suceder (escena tomada de la película "Crash. Extraños placeres"). Los conductores asumen nombres de personajes que están en la clase en la que se expone este video. Delante del público ocurre un choque frontal entre dos vehículos (suena en el fondo "The Unforgiven" de Metallica, interpretado por Apocalíptica). Segundos después un hombre se estrella con el parabrisas de un vehículo y aparece el siguiente texto: "Hemos observado diferentes colisiones en el transcurso de nuestras vidas, pero...¿qué parte le compete a la física?" (Suena la canción de "Enter Sandman", de Metallica, interpretado por Apocalíptica) y se sucede una seguidilla de imágenes que muestran diferentes tipos de colisiones (imágenes tomadas de películas como "Matrix", carreras de fórmula 1, "Los Ángeles de Charley", "Rápidos y Furiosos").

Se concluye con una imagen de una ciudad con una cámara que se aleja y enfoca la tierra, pasando por Júpiter, Saturno, abandonando la Vía Láctea, enfocando finalmente una canica que toma un extraterrestre para tirarla sobre otra (imagen tomada de "Hombres de Negro I").

Título del video: Physis videns

Guión: Edwin Tamayo Y Luciany Nanclares

Duración: 5 minutos

Edición: Píxel producciones.

Año: 2003

Descripción: Se relata una historia de la humanidad desde el Big Bang hasta la actualidad a partir de imágenes seleccionadas del cine, haciendo hincapié en la invención del televisor.

Titulo del video: La primera ley de Newton

Guión: Edwin Tamayo y Luciany Nanclares

Duración: 5:30 minutos

Edición: Píxel producciones.

Año: 2004



Descripción: Retomando imágenes de la serie de televisión "Los Simpson" se explica el concepto de la inercia y se expone, utilizando imágenes de la película "Spiderman", la primera ley de Newton. Se anexan apartes de un documental.

Título del video: Caída libre.

Guión: Edwin Tamayo y Luciany Nanclares

Duración: 2:30 minutos

Edición: Píxel producciones.

Año: 2004

Descripción: Jue, la protagonista de una historia futurista en la película "Animatrix", se suelta desde una viga a determinada altura. A medida que cae aparecen datos de tiempo y altura. Con la misma escena se plantea un ejercicio con datos dados en la imagen que se presenta.

Otras producciones. Por medio de una edición realizada con un VHS y un reproductor de DVD, se exponen diferentes escenas donde se evidencian fenómenos de caída libre de cuerpos:

1. **El Señor de los anillos: Las dos torres.** En este video Gandalf, un mago, golpea un puente con su bastón amenazando a Balrog, un monstruo gigante de fuego, para que no pase. Balrog trata de pasar el puente y cae, pero con su látigo de fuego hala a Gandalf con él. El mago alcanza a sostenerse un momento antes de caer, pero pierde su espada y su bastón que caen detrás de Balrog. Luego Gandalf se suelta, alcanza su espada y luego a Balrog. Al final de la escena estos dos personajes caen en un río subterráneo.

2. **Matrix Revolutions.** Trinity, la protagonista de la película, se lanza por la ventana disparando luego en la dirección de donde salió: un Agente la está siguiendo y también se lanza, en su persecución. Trinity dispara desde abajo y el Agente desde arriba mientras caen y sólo después de un momento este último logra herir a Trinity. Al final de la escena Neo rescata a Trinity y el agente cae sobre un automóvil que pasaba por la calle.

Imágenes varias. De algunos juegos de video se extrajeron escenas de interés: un muñeco en una cometa que pierde velocidad y se precipita hacia el mar, aparecen datos de velocidad, tiempo y altura; un muñeco con un propulsor que se eleva verticalmente acelerando y desacelerando, aparecen los mismo datos; Jue que se eleva desde una viga a una velocidad dada y llega hasta una altura a determinar en un tiempo dado; un ninja que se suelta de cierta altura en caída libre.

11.2. Anexo 2. Ejemplos de guías de trabajo para orientar la aplicación de videos

Las presentes guías consisten en estrategias de orientación para implementar en clase de física videos que abordan diversas temáticas. Deben entenderse justamente como una orientación y no necesariamente deben seguirse al pie de la letra; por el contrario, de acuerdo con las necesidades del contexto del aula, el procedimiento a



seguir debe ser modificado críticamente por el o la docente, para quien ha sido especialmente elaborada.

Los videos que se citan en estas guías se anexan en DVD dentro de este informe, además de otros cuyas guías de trabajo no se especifican aquí.

11.2.1. Guía didáctica del video: "Las situaciones de scrat"

Objetivo general de enseñanza

Analizar y reflexionar con los y las estudiantes en torno al fenómeno de la caída libre y las condiciones física asociadas a éste.

Objetivos específicos de enseñanza

- Repasar y profundizar en los principios físicos asociados al fenómeno de la caída libre.
- Potenciar en los y las estudiantes la capacidad para abordar preguntas abiertas y no meramente operativas en torno al fenómeno de la caída libre.
- Incrementar en los y las estudiantes la capacidad de resolver problemas y ejercicios operativos que exigen la intervención de las leyes y principios asociados a este fenómeno.

Prerrequisitos del estudiante

Para que sea posible el logro de los objetivos propuestos en esta guía de trabajo, el o la estudiante debe contar con conocimientos conceptuales o haber realizado reflexiones en torno a los siguientes temas:

- Movimiento rectilíneo.
- Los conceptos y las formalizaciones asociadas a la posición, la velocidad, la rapidez y la aceleración en el movimiento rectilíneo uniforme y con aceleración constante.
- Caída libre.

Descripción del video

Scrat, la ardilla prehistórica de la película "La era del hielo", aparece con una bellota en su mano, pasa un río, trepa una montaña y llega hasta un árbol en el que tiene escondido centenares de estos frutos. Pero al tratar de incrustar la bellota que traía en su mano en medio de todas las demás, provoca una reacción en cadena y todas éstas salen expulsadas con Scrat, lejos del árbol. La ardilla, tratando de recuperar su comida, es aplastada por el mar de frutos y empujada por un precipicio al borde de una alta montaña. Mientras cae, la ardilla recupera sus bellotas una por una haciendo "surfing"



sobre ellas, hasta formar una esfera gigante al juntarlas. Luego queda parada debajo de la esfera y al descubrir que está demasiado cerca del suelo trepa por una escalera de estos frutos que han quedado sueltos. Sin embargo, al final cae sobre el suelo y la bellota más rezagada, encendida por el calor causado por la fricción del aire, cae sobre su cabeza.

En la segunda parte del video, se retoman las escenas de la caída, pausándose las imágenes en movimiento y apareciendo preguntas asociadas con la velocidad o aceleración en determinados puntos, el tiempo que tardó en caer o la posibilidad de que la ardilla alcance sus bellotas o pueda realizar determinadas acrobacias en el aire haciendo uso de ellas.

Estrategia para la presentación del video

El presente video se puede presentar de dos formas distintas: de manera lineal, en la que el video no se detiene en ningún momento, y de manera estructurada, que hace las imágenes más dinámicas e interesantes deteniendo el video, adelantándolo, atrasándolo, pausándolo, siempre que sea necesario (Gañán y Sánchez, 2000)⁵. De manera lineal se debe presentar la primera parte, en la que Scrat esconde sus bellotas y cae desde la montaña (minutos 00:05 hasta 03:43). Esta escena servirá en el inicio de la clase para motivar a los y las estudiantes y reconocer la situación completa que se representa. Al final, esta parte también puede ser utilizada para que los y las estudiantes planteen problemas asociados con la caída libre.

La segunda parte del video (minuto 03:52 hasta 06:53) debe ser presentada de manera estructurada pausándolo en los momentos que se sugieren a continuación para abrir espacios para la discusión, la profundización conceptual y la participación de los y las estudiantes:

- La primera y las últimas preguntas que aparecen, es decir, cuál es la velocidad de Scrat cuando comienza a caer (minuto 03:52), cuál es la velocidad con que llega al suelo (minuto 06:08) y cómo podríamos averiguar el tiempo que Scrat tardó en caer (minuto 06:14), permitirán reflexionar sobre el cambio de velocidad asociado con la caída libre, pues en este instante Scrat tiene velocidad cero, pero al final de la caída la ardilla caerá con mucha velocidad. Estas preguntas puede ser discutidas con los y las estudiantes, comparando este instante con la situación final de Scrat. Asimismo, con base en estas escenas, se puede poner en práctica la relación $x = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$, y discutir la importancia de asumir un sistema de referencia. De esta manera, si se asume y_0 como el punto más alto, entonces Scrat parte de una altura mucho mayor que cero, pero si asume y_0 como el punto inicial, Scrat inicia su caída desde cero. Abordando esta pregunta se pueden retomar también las demás ecuaciones asociadas a la caída libre, realizar

⁵ Gañán Rojo, Lina y Sánchez Trujillo, Guillermo. (2000). Pedagogía y medios audiovisuales. Medellín: Universidad Autónoma Latinoamericana.



suposiciones o medidas con cronómetro para obtener la variable del tiempo y resolver operativamente la situación.

- La pregunta sobre la aceleración de Scrat cuando comienza a caer (minutos 04:05 hasta 04:09), permitirá reflexionar con los y las estudiantes sobre el hecho de que esta es una constante y así aunque está comenzando a caer, la aceleración es la misma que cuando llega al suelo. Otras preguntas que pueden guiar la reflexión al respecto son: ¿las bellotas llevan otra aceleración?, ¿por qué parecen caer primero?, ¿es físicamente posible que caigan primero?

- Para abordar la pregunta relacionada con la altura desde la que cayó la ardilla (minuto 04:12), se pueden retomar las ecuaciones trabajadas antes y también es posible suponer o medir el tiempo de la caída para hallar la respuesta.

- En la siguiente pregunta, "Es posible que Scrat alcance sus bellotas en la caída" (minutos 04:26 hasta 04:40), se puede reflexionar sobre las condiciones que se exigen para hablar de caída libre y determinar si la situación que se ve el video es en realidad este tipo de fenómeno físico. Algunas preguntas que pueden guiar esta discusión son: ¿Cómo influye el aire en la caída de Scrat?, ¿cómo influye en la caída de las bellotas respecto a la ardilla?, ¿la velocidad de Scrat, a pesar del aire, aumentaría constantemente?, ¿la aceleración en esta situación es constante?

- Cuando Scrat está de cabeza (minuto 05:30) se puede analizar la pregunta "cómo explicaríamos que no se separe de sus bellotas en la caída". De nuevo se pueden realizar reflexiones con los y las estudiantes sobre la incidencia del aire.

Evaluación del aprendizaje obtenido por los y las estudiantes

Al final de la clase se espera que los y las estudiantes puedan demostrar capacidad para abordar problemas relacionados con la caída libre y realizar operaciones y análisis conceptuales sobre este fenómeno. Para ello el o la docente puede implementar las siguientes estrategias:

- Que los y las estudiantes seleccionen escenas de películas, de juegos de video, de la televisión o del mismo video presentado para realizar diagramas de cuerpo libre tomando como referencia algún personaje. En el caso de este video se puede por ejemplo proponer como ejercicios o como evaluación, alguna de las preguntas planteadas, o bien que ellos y ellas propongan valores a las variables y realicen las operaciones a modo de taller.

- Resolver con los y las estudiantes por grupos o de manera individual los ejercicios planteados por ellos y ellas o bien abordar los problemas planteados por medio de indagaciones, experimentaciones, socializaciones y memorias.

- Realizar un laboratorio en el que se demuestren los principios abordados.

Otras actividades con base en el video

- Con este video se pueden realizar reflexiones y análisis sobre otros temas de la cinemática tal como la velocidad media, la velocidad instantánea, diferencia entre velocidad y rapidez, aceleración promedio y aceleración instantánea.



- A partir de la primera parte del video (minutos 00:05 hasta 03:43) se puede pedir a los y las estudiantes que planteen problemas que pueden convertirse en investigaciones dirigidas.

- El docente también puede plantear algunos problemas abiertos o ejercicios operativos. Los problemas abiertos propuestos por el docente también pueden convertirse en pequeños proyectos de investigación dirigida. Algunos ejemplos son: ¿Es posible que Scrat suba por sus bellotas como si fueran una escalera en el aire?, ¿qué explicaría el hecho que la última bellota se encienda? O bien analizar qué es posible y qué no lo es en el video.

11.2.2. Guía didáctica del video: "Las máquinas"

"Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo".
Arquímedes

Objetivo general de enseñanza

Establecer un marco conceptual y motivacional para el abordaje de los conceptos de trabajo y máquinas simples.

Objetivos específicos de enseñanza

- Definir el concepto de máquinas simples.
- Reconocer algunos tipos de máquinas simples y su relación con la física.
- Reflexionar sobre el concepto de trabajo en la vida cotidiana en contraste con el concepto físico.

Prerrequisitos del estudiante

Para que sea posible el logro de los objetivos propuestos de esta guía de trabajo, el o la estudiante no debe contar con conocimientos conceptuales específicos en el área de la física. Se debe partir, sin embargo, de las concepciones previas que ellos y ellas tienen, para enriquecer las discusiones sobre los temas propuestos.

Descripción del video

Este video comienza con una reflexión en torno a la invención de las máquinas gracias a la capacidad que tiene el ser humano de pensar y razonar, mientras las imágenes muestran la composición su nerviosa, en especial su cerebro. Con imágenes de "Robots", donde se muestra una reacción en cadena de un dominó activando algunas máquinas simples como tornillos, péndulos, palancas y poleas, se aborda la funcionalidad de éstas y la definición formal del concepto.



Seguidamente se muestra, como ejemplo directo de máquinas simple, un plano inclinado en el que unos robots de la película "animatrix" suben una caja gigante de material para construcción, indicando que dicho plano facilita el transporte de un gran peso de un lugar a otro más elevado.

Finalmente, una seguidilla de imágenes de engranajes y maquinaria, introduce una escena en la que un robot es puesto en una esfera de acero y transportado por medio de poleas, catapultas y sistemas simples en un largo viaje por una ciudad metálica, mientras se expone la funcionalidad de la polea, los engranajes y las palancas.

Estrategia para la presentación del video

El presente video fue creado para presentarse de dos formas distintas: de manera lineal, en la que el video no se detiene en ningún momento, y manera estructurada, que hace las imágenes más dinámicas e interesantes deteniendo el video, adelantándolo, atrasándolo, pausándolo, siempre que sea necesario (Gañán y Sánchez, 2000).

Para abordar el concepto de máquinas simples desde las concepciones previas que tengan los y las estudiantes, el video se puede presentar de manera lineal. Después de dicha presentación algunas preguntas que pueden guiar la discusión son:

- ¿Qué es entonces una máquina simple?
- ¿Qué función cumple una máquina simple?
- ¿Qué otras máquinas simples existen de acuerdo con la definición?
- ¿Qué relación tienen las máquinas simples con el estudio de la física?
- ¿Qué es trabajo?

Para abordar conceptos específicos, como la definición formal de máquinas simples, los tipos de máquinas presentadas en el video, las funcionalidades específicas y el concepto de trabajo, se sugiere presentar el video esta vez de manera estructurada tomando en cuenta las siguientes sugerencias:

- En la primera parte de la introducción (minutos 00:07 hasta 00:30) se puede preguntar cuál podría ser la máquina simple más antigua y cuáles han sido algunas de sus funcionalidades. En la segunda parte de esta introducción se menciona la rueda (minuto 00:33) y a partir de este momento se puede pedir a las y los estudiantes que realicen un registro de los tipos de máquinas, las funcionalidades y las definiciones que se abordarán.

- Los siguientes ejemplos de máquinas que pueden analizarse con ellos y ellas son el tornillo (minuto 00:42), las palancas (minuto 00:46) y las poleas (minuto 00:49). Se les puede preguntar cuáles son las propiedades de estas máquinas y qué funciones encuentran en la vida cotidiana, que sería imposible realizar con el cuerpo únicamente.

- La definición de máquina simple (minutos 01:02 hasta 01:12) puede servir de introducción para abordar el concepto intuitivo que los y las estudiantes tienen de trabajo. También se puede, a partir de los ejemplos vistos hasta el momento y de la definición abordada, reflexionar con ellos y ellas sobre la relación entre las máquinas y



el trabajo. Las imágenes siguientes pueden servir para guiar estas discusiones, por ejemplo:

- Con la imagen en que los robots suben la caja gigante de material (minutos 01:15 hasta 01:30) es posible abordar las siguientes preguntas: ¿Con el plano inclinado se realiza más, menos o igual trabajo que si se subiera la caja por ejemplo con cuerdas de manera vertical?, ¿qué relación existe entre el trabajo, la fuerza y la distancia que se mueve la caja de material?, ¿cómo influye el plano inclinado en la inversión de fuerza y en la distancia que se mueve la caja gigante?, ¿qué sucede con respecto al trabajo que se realiza si se invierte más fuerza para mover la caja o cuando se avanza más distancia con ella?, etc.

- Con la polea que sube al robot en la esfera (minutos 01:58 hasta 02:11) o con la catapulta que lo envía por los aires (minutos 02:12 hasta 02:29) es posible explorar las mismas preguntas y profundizar en la comprensión del concepto de trabajo, incluso presentado una definición formal y construir con los y las estudiantes las ecuaciones relacionadas.

Evaluación del aprendizaje obtenido por los y las estudiantes

Al final de la clase se espera que los y las estudiantes comprendan la definición de maquinas simples, algunos de los tipos de máquinas simples existentes y relacionen intuitivamente estos aspectos con una idea intuitiva de trabajo. Para evaluar estos aprendizajes se proponen las siguientes actividades:

- Que los y las estudiantes seleccionen escenas de películas, de juegos de video, de la televisión o del mismo video presentado para ejemplificar la utilización de maquinas simples en diferentes situaciones, realizando socializaciones y reflexiones relacionadas con los temas tratados.

- Realizar un laboratorio en el que se pueda experimentar el funcionamiento de palancas, poleas o planos inclinados.

Otras actividades con base en el video

- El docente puede plantear problemas abiertos o ejercicios operativos a partir de este video cuando realice una formalización del tema de trabajo y energía. Estos problemas abiertos propuestos por el docente también pueden convertirse en pequeños proyectos de investigación dirigida. Un ejemplo de este tipo de problema es:

- Indagar, a partir de suposiciones físicamente coherentes, el trabajo realizado por el robot durante todo el viaje.



11.2.3. Guía didáctica del video: "Las palancas"

"Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo".
Arquímedes

Objetivo general de enseñanza

Realizar análisis y reflexiones conceptuales con los y las estudiantes en torno a los principios físicos, propiedades y géneros de las palancas como máquinas simples.

Objetivos específicos de enseñanza

- Fundamentar un enfoque teórico en torno a los principios físicos, propiedades y géneros de las palancas como máquinas simples, partiendo de imágenes en movimiento y el planteamiento de problemas abiertos.
- Potenciar en los y las estudiantes la capacidad para abordar preguntas abiertas y no meramente operativas en torno al funcionamiento y a las propiedades de las palancas, partiendo de sus presupuestos teóricos e intuitivos.
- Incrementar en los y las estudiantes la capacidad de resolver problemas y ejercicios operativos que exigen la intervención de palancas como máquinas simples.

Prerrequisitos del estudiante

Para que sea posible el logro de los objetivos propuestos en esta guía de trabajo, el o la estudiante debe contar con conocimientos conceptuales o haber realizado reflexiones en torno a los siguientes temas:

- Qué es una máquina simple, qué tipos de máquinas simples hay y cuáles conceptos físicos están asociados a ellas.
- Concepto de fuerza y unidades de medida relacionadas a ésta.
- Diagramas de fuerzas o diagramas de cuerpo libre.

Descripción del video

El video comienza realizando una definición de palanca y sus componentes (la fuerza, la resistencia y el punto de apoyo) por medio de dibujos en movimiento. Se presenta un ejemplo de palanca a partir de una escena de "¿Quién engañó a Roger Rabbit?", en la que un bebe deja caer un tarro de galletas sobre una tabla accionando una palanca que arroja unos cuchillos hacia Rabbit, quien queda atrapado contra la pared después de que los cuchillos se clavan a su alrededor.



Partiendo de una representación estática de una palanca se muestra cuando ésta se encuentra en equilibrio a partir de dos pesos iguales W_1 y W_2 con el punto de apoyo en el centro.

Planteado preguntas abiertas, se abordan otras situaciones de las palancas, a partir de imágenes estáticas. Las preguntas son las siguientes:

- ¿Qué pasaría si $W_1 > W_2$?
- ¿Qué pasaría si $X_1 > X_2$?
- ¿Qué pasaría si cambiamos la distancia en un lado y el peso en el otro?

En el último caso se describe como podría lograrse el equilibrio si se varía proporcionalmente el peso y la distancia a ambos lados de la palanca.

Se define posteriormente el concepto de momento de la fuerza o torque y su formalización: $\tau = F \times x$. Haciendo uso de este concepto se presenta el principio fundamental de equilibrio de una palanca.

Se explica luego los diferentes tipos de palancas. Para ejemplificar las palancas de primer género se presenta la imagen de los cuchillos, la tabla y el tarro de galletas que se mostró al inicio del video, pues el punto de apoyo está entre la resistencia y la fuerza. Se muestra otro ejemplo de este tipo de palancas con una escena de "El correacamino" cuando el coyote cae sobre una piedra plana que es accionada como una palanca por otra piedra que golpea en el extremo opuesto.

Para abordar las palancas de segundo género, el coyote prepara una trampa para el correacamino en la que utiliza una palanca en la que la resistencia está entre el punto de apoyo y la fuerza. Con esta palanca el coyote pretende arrojar sobre el correacamino una piedra gigante desde una montaña.

Las palancas de tercer género se ejemplifican partiendo de una escena de "Animatrix" en la que una mujer cae sobre la lanza de su contrincante, quien la sostiene mientras intercambian algunas palabras. En este caso la mujer es la resistencia, su contrincante realiza una fuerza sobre la lanza con un brazo y con el otro hace las veces de punto de apoyo: la fuerza está entre el punto de apoyo y la resistencia.

Finalmente el video muestra dos situaciones de la película "Robots", para que los y las estudiantes planteen problemas. En la primera escena una ficha de dominó acciona una serie de palancas arrojando otras fichas de manera consecutiva. En la segunda escena un robot cae sobre varias palancas, accionándolas y haciendo golpear a varios robots enemigos.

Estrategia para la presentación del video

De acuerdo a Gañán y Sánchez (2000) la presentación de un video de manera estructurada permite al docente utilizar las posibilidades instrumentales para hacer dicho video más dinámico e interesante deteniendo, adelantando, atrasando, pausando, siempre que lo considere necesario. Esta estrategia se trata de que el profesor no presente el video de manera lineal (desde el principio hasta el final, sin pararlo en ningún momento), sino que éste sea detenido en momentos de interés para el propósito de la



clase. Dada la estructura de este video se sugiere que se presente de manera estructurada pausándolo en los momentos que se sugieren a continuación para abrir espacios para la discusión y la participación de los y las estudiantes:

- Para recoger concepciones previas y evaluar los conocimientos previos, se sugiere pausar el video antes de mostrar la definición de palanca (minuto 00:19). Algunas preguntas que pueden guiar la discusión son: ¿Qué es una máquina simple? ¿Qué tipo de máquinas simples conocen? ¿Qué quiso decir Arquímedes con que si se le ofreciese un punto de apoyo movería el mundo?

- Después de presentar la definición de una palanca, se puede suspender el video (minuto 00:43) para repasar lo que se ha expuesto, profundizar en elementos como punto de apoyo, barra rígida, fuerza y resistencia. También se puede pedir a los y las estudiantes que propongan algunos ejemplos de palancas que hayan visto en su cotidianidad.

- Presentar inicialmente de manera lineal el ejemplo del bebe, el conejo y los cuchillos (minuto 00:44 hasta 01:22), para luego retroceder esta escena y presentarla de manera estructurada, analizando aspectos que pueden ser posibles o no. Por ejemplo: ¿Es posible que el tarro de galletas accione la palanca enviando tan lejos los cuchillos? ¿Puede considerarse la tabla una barra rígida, como lo exige la definición de palanca? ¿Se puede considerar el punto de apoyo en realidad como "punto" si se trata de una tabla? Se podría así mismo suponer magnitudes de peso para los cuchillos y pensar con los y las estudiantes las condiciones necesarias para que se accione la palanca, por ejemplo, la velocidad con que debería caer el tarro de galletas, el peso que éste debería tener o la fuerza necesaria para lanzar de esa manera los cuchillos.

- Después de presentar la definición de palanca en equilibrio (minuto 01:24 hasta 01:36) el video se puede suspender para comenzar el proceso de formalización, reforzando la idea de fuerza, punto de apoyo y resistencia y determinado las variables que se utilizarán para cada uno de estos aspectos. Se puede así mismo analizar las condiciones para que la palanca esté en equilibrio, suspendiendo el video en cada una de las preguntas que aparecen (minutos 01:37, 01:43 y 01:50), dando lugar en primera instancia a que los y las estudiantes planteen sus supuestos y mostrando posteriormente las situaciones respectivas. Con base en estas preguntas, las observaciones de los y las estudiantes y el diálogo heurístico con el docente, se espera que en la presentación del video se deduzcan algunos de los principios de las palancas; principios que sugieren lo siguiente:

- Si en una palanca la fuerza y la resistencia están a una misma distancia del punto de apoyo, pero son de diferente magnitud, la palanca no estará en equilibrio.

- Si la fuerza y la resistencia son de la misma magnitud pero no están a la misma distancia del punto de apoyo, entonces la palanca tampoco estará en equilibrio.

- Si hay una mayor distancia al punto de apoyo la palanca se inclina más fácilmente hacia ese lado, asimismo como si la resistencia o la fuerza tienen una mayor magnitud. El producto de la fuerza y la distancia que hay al punto de apoyo se conoce como momento de la fuerza o torque, es decir $\tau = F \times x$, donde x es la distancia y F es la fuerza.



○ Si se disminuye la magnitud de la fuerza a un lado de la palanca y se disminuye la distancia al otro lado de manera proporcional, la palanca permanece en equilibrio. De esta observación se puede deducir el principio fundamental de la palanca en equilibrio que propone que la suma del torque proporcionado por la resistencia y el torque proporcionado por la fuerza debe ser nulo, es decir $F \times x + R \times y = 0$.

• Después de presentar la definición de torque (minuto 02:00) y el principio fundamental de las palancas (minuto 02:20) se pueden repasar las variables analizadas y realizar algunos ejercicios asociados de tipo operativo.

• Las escenas que explican los tres tipos de palancas (minuto 02:32, 02:51 y 03:18 respectivamente) pueden presentarse separadamente de manera lineal y en cada una de ellas proponer a los y las estudiantes que planteen otros ejemplos para palancas del primer, segundo o tercer género. En el caso de la palanca de tercer género se puede analizar con los y las estudiantes la posibilidad de que la situación del guerrero la lanza y la mujer (minuto 03:42) se constituya en una palanca de segundo género. La pregunta en este caso podría ser: ¿Es posible considerar esta palanca como de un género diferente?

• Finalmente, las escenas para el planteamiento de problemas por parte de los y las estudiantes (minutos 03:48 hasta 04:05) se pueden presentar de manera lineal varias veces.

Evaluación del aprendizaje obtenido por los y las estudiantes

Al final de la clase se espera que los y las estudiantes pueda diferenciar los géneros de las palancas (primero, segundo y tercer género), resolver problemas que impliquen los principios básicos de las palancas, comprender el concepto de torque y comprender el concepto de equilibrio. Para ello el o la docente puede implementar las siguientes estrategias:

• Que los y las estudiantes seleccionen escenas de películas, de juegos de video, de la televisión o del mismo video presentado para ejemplificar cada género o principio de las palancas, para resolver un ejercicio o abordar un problema asociado.

• Resolver con los y las estudiantes por grupos o de manera individual los ejercicios planteados por ellos y ellas o bien abordar los problemas planteados por medio de indagaciones, experimentaciones, socializaciones y memorias.

• Realizar un laboratorio en el que se demuestren los principios abordados.

Otras actividades con base en el video

• Con base en los elementos teóricos abordados en el video y en las imágenes presentadas, los y las estudiantes pueden plantear otros problemas abiertos o ejercicios operativos que no necesariamente estén en el final. De esta manera el video puede convertirse en fuente de problemas de pequeñas investigaciones dirigidas en el aula, lo que implicaría complementar la proyección con trabajos de laboratorio, análisis de



información, elaboración de memorias y socializaciones a cargo de los y las estudiantes y con el seguimiento del docente.

- El docente también puede plantear algunos problemas abiertos o ejercicios operativos. Los problemas abiertos propuestos por el docente también pueden convertirse en pequeños proyectos de investigación dirigida. Algunos ejemplos de estos problemas son:

- ¿Los cuchillos que hace volar el bebe cómo podrían adquirir tanta velocidad para pegarse de esa manera en la pared?
- ¿Cuáles podrían ser otras variables que intervienen en una palanca como máquina simple?

11.2.4. Guía didáctica del video: "Dinámica con scrat"

Objetivo general de enseñanza

Analizar y reflexionar con los y las estudiantes en torno a las leyes de Newton a partir de la construcción de diagramas de fuerzas o diagramas de cuerpo libre.

Objetivos específicos de enseñanza

- Profundizar y repasar las leyes de Newton.
- Abordar las estrategias para la construcción de diagramas de fuerzas o diagramas de cuerpo libre.
- Potenciar en los y las estudiantes la capacidad para abordar preguntas abiertas y no meramente operativas en torno a las leyes de Newton y su representación.
- Incrementar en los y las estudiantes la capacidad de resolver problemas y ejercicios operativos que exigen la intervención de estas leyes.

Prerrequisitos del estudiante

Para que sea posible el logro de los objetivos propuestos en esta guía de trabajo, el o la estudiante debe contar con conocimientos conceptuales o haber realizado reflexiones en torno a los siguientes temas:

- Las fuerzas fundamentales, en especial la fricción.
- Las tres leyes de Newton.
- Elementos de análisis vectorial.

Descripción del video

Scrat es la ardilla prehistórica de la película "La era del hielo". En este video Scrat trata de esconder una de sus bellotas en el hielo, pisando fuerte sobre ella para tratar de incrustarla. Cuando logra hacerlo, el hielo se rompe y la hendidura causada por el



incrustamiento provoca una reacción en cadena y una montaña se viene sobre Scrat. Al darse cuenta, la ardilla halla con fuerzas su bellota hasta que la desprende del hielo y corre mientras la montaña viene atrás arrojándole pedazos de hielo. Otra montaña se acerca por el frente de la ardilla y choca con la primera, entonces Scrat se desliza por el hielo sobre su bellota, tratando esta vez de huir de las dos montañas. Pero las montañas se juntan con la ardilla en medio y es expulsada por la presión hacia un precipicio. Scrat cae luego sobre una montaña empinada y se desliza inicialmente sobre el hielo, luego sobre la tierra y finalmente desciende más, dando tumbos hasta la base de la montaña, quedando con los dientes incrustados en el suelo.

La segunda parte del video retoma escenas de la situación inicial. Primero, cuando Scrat está sobre la bellota se muestra un diagrama de fuerzas, contando con el peso de la ardilla, de la bellota y la normal; aparece después la pregunta "¿será que sobre la bellota actúan otras fuerzas?". Luego, cuando Scrat es arrojado por la presión de las montañas hacia un precipicio, aparece una diagrama de fuerzas sobre el plano inclinado de la montaña por la cual se desliza, considerando el ángulo de inclinación. Mientras la ardilla se desliza por el hielo aparecen únicamente las componentes del peso y la normal, pero cuando se desliza sobre la tierra aparece un nuevo vector que representa la fricción.

Estrategia para la presentación del video:

El presente video se puede presentar de dos formas distintas: de manera lineal, en la que el video no se detiene en ningún momento, y de manera estructurada, que hace las imágenes más dinámicas e interesantes deteniendo el video, adelantándolo, atrasándolo, pausándolo, siempre que sea necesario (Gañán y Sánchez, 2000). De manera lineal se debe presentar la primera parte, en la que Scrat huye de las montañas que se le vienen encima (minutos 00:16 hasta 02:52). Esta escena servirá en el inicio de la clase para motivar a los y las estudiantes y reconocer la situación completa que se representa. Al final, esta parte del video servirá para que los y las estudiantes planteen problemas asociados con las leyes de Newton, identificando por ejemplo situaciones en las que se evidencia la primera o la tercera ley de Newton.

La segunda parte del video (minuto 02:54 hasta 04:28) debe ser presentada de manera estructurada pausándolo en los momentos que se sugieren a continuación para abrir espacios para la discusión, la profundización conceptual y la participación de los y las estudiantes:

- Para explicar la representación de diagramas de fuerzas, se puede utilizar la escena en que Scrat se para sobre la bellota (minutos 02:54 hasta 03:20). La construcción de estos diagramas se puede realizar con los y las estudiantes preguntándoles por las fuerzas que actúan sobre la bellota y analizando con ellos y ellas las direcciones en las cuáles se deben representar dichas fuerzas. Luego de esta discusión se puede analizar la representación que muestra la escena del video (minuto 03:21).



- Partiendo de la misma escena se puede pedir a las y los estudiantes que representen esta vez el diagrama de las fuerzas que actúan sobre Scrat.

- Para explicar los diagramas de cuerpo libre en un plano inclinado y tomando en cuenta las componentes de la fuerzas, se puede analizar la escena en que la ardilla se desliza por el hielo (minuto 03:53 hasta 04:07). Aquí también es posible pedir a los y las estudiantes que analicen, describan y representen las fuerzas que actúan sobre la ardilla, esta vez tomando en cuenta el ángulo de inclinación y despreciando la fricción debido que a la aridilla está sobre el hielo (ellas y ellos pueden plantear que el hielo y el aire también generan fricción). Luego se puede mostrar la representación que muestra el video (minuto 04:08). A partir de esta imagen estática, que muestra el plano cartesiano como sistema de referencia y las fuerzas que actúan en forma de vectores de diferentes colores, se puede preguntar si hay otras fuerzas que despreciaron allí y ubicarlas también en dicho plano.

- Partiendo de la misma escena se puede pedir a las y los estudiantes que representen esta vez el diagrama de las fuerzas que actúan sobre la bellota, recordándoles que Scrat está sobre un plano inclinado.

- La escena en que Scrat se desliza sobre la tierra (minutos 04:13 hasta 04:15), puede utilizarse como una estrategia para repasar los aspectos tratados hasta el momento y pedir a los y las estudiantes que realicen el diagrama de fuerzas, esta vez tomando en cuenta la fricción del suelo. Luego pueden confrontar su construcción con la imagen estática que muestra una representación de dichas fuerzas (minuto 04:16).

- Partiendo de estas escenas se puede repasar la segunda y tercera ley de Newton, realizando con los estudiantes las sumatorias de las fuerzas resultantes. Por ejemplo, en el caso de analizar la bellota como sistema de referencia, el peso de Scrat sumado al peso de la bellota debe ser igual a la fuerza normal que ejerce la tierra, según la tercera ley. A partir de la segunda ley, que propone que la fuerza es igual a la masa multiplicada por la aceleración, se pueden obtener ecuaciones para hallar alguna de las variables.

Evaluación del aprendizaje obtenido por los y las estudiantes

Al final de la clase se espera que los y las estudiantes puedan realizar diagramas de cuerpo libre y encontrar la magnitud de cualquiera de las fuerzas de una situación determinada a partir de las leyes de Newton. Para ello el o la docente puede implementar las siguientes estrategias:

- Que los y las estudiantes seleccionen escenas de películas, de juegos de video, de la televisión o del mismo video presentado para realizar diagramas de cuerpo libre tomando como referencia algún personaje. En el caso de este video se puede por ejemplo proponer como ejercicios o evaluación la realización de un diagrama de cuerpo libre cuando Scrat trata de liberar sus dientes de la tierra (minuto 02:37), o bien cuando trata de liberar la bellota cuando la montaña cae sobre él (minuto 01:32).



- Resolver con los y las estudiantes por grupos o de manera individual los ejercicios planteados por ellos y ellas o bien abordar los problemas planteados por medio de indagaciones, experimentaciones, socializaciones y memorias.

Otras actividades con base en el video

- Con este video se pueden realizar reflexiones y análisis sobre otros temas de la dinámica haciendo uso de la primera parte (minutos 00:16 hasta 02:52). Por ejemplo se puede explicar la diferencia entre fricción estática y fricción dinámica analizando, por un lado la dificultad que encuentra Scrat para sacar la bellota del hielo (fricción estática) (minuto 01:32) y la reacción que causa el hielo sobre la bellota cuando Scrat huye en medio de las montañas montado en ella (minutos 02:05 hasta 02:21).
 - A partir de esta primera parte se puede pedir a los y las estudiantes que planteen problemas que pueden convertirse en investigaciones dirigidas.
 - El docente también puede plantear algunos problemas abiertos o ejercicios operativos. Los problemas abiertos propuestos por el docente también pueden convertirse en pequeños proyectos de investigación dirigida.

11.2.5. Guía didáctica del video: "Arquímedes y la hidrostática"

Objetivo general de enseñanza

Analizar y reflexionar con los y las estudiantes en torno al principio de Arquímedes, su deducción y aplicaciones físicas.

Objetivos específicos de enseñanza

- Profundizar y repasar el principio de Pascal.
- Deducir el principio de Arquímedes a partir del principio de Pascal.
- Analizar conceptualmente las propiedades, condiciones y efectos físicos relacionados con dichos principios.
 - Potenciar en los y las estudiantes la capacidad de abordar preguntas abiertas y no meramente operativas en torno al principio de Arquímedes.
 - Incrementar en los y las estudiantes la capacidad de resolver problemas y ejercicios operativos que exigen la intervención de este principio.

Prerrequisitos del estudiante

Para que sea posible el logro de los objetivos propuestos de esta guía de trabajo, el o la estudiante debe contar con conocimientos conceptuales o haber realizado reflexiones en torno a los siguientes temas:

- Presión en fluidos.



- Fundamentos físicos de los fluidos estáticos.
- Principio de Pascal.

Descripción del video

Un barco surge desde el fondo del mar hasta quedar flotando en la superficie, imagen que introduce la presentación del principio de Arquímedes: "Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza vertical ascendente igual a peso del fluido desalojado". Como un ejemplo de este principio un barco de juguete es puesto dentro de una vasija en forma de canoa y se muestra como el nivel de agua sube conforme el barquito se suelta dentro. El narrador explica a continuación el principio y lo deduce a partir del principio de pascal, apareciendo en la pantalla las ecuaciones consecutivamente, conforme van pasando las imágenes. Cuando una presa gigante se rompe, aparece la relación $p = d \cdot g \cdot h$. El narrador explica que en otros términos la presión depende de la densidad, la gravedad y la profundidad.

Luego aparecen tres torres flotantes en el Lago Negro de la película "Harry Potter IV" y un mago narra las condiciones de una competencia entre Harry y algunos de sus compañeros. Todos los competidores se arrojan en el agua, sufren transformaciones y buscan un tesoro en el fondo. Cuando Harry, en una escena, desciende hacia el fondo, el narrador propone que se imagine su cuerpo como un cilindro sobre el que en realidad actúan algunas fuerzas. Aparece entonces la fuerza "P. A" actuando sobre los pies de aprendiz de mago y otra la fuerza "(P + d.g.h) A" que actúa sobre su cabeza, pues al descender ésta apunta hacia el fondo. Un título explica que la presión del agua sobre Harry resulta mayor en su cabeza que en sus pies cuando desciende y luego: "La fuerza vertical sobre Harry, que llamaremos empuje, es igual a la diferencia de las dos presiones, así: $F_{emp} = (P + d.g.h)A - P.A = d.g.v$. Esta última ecuación es la que se conoce como principio de Arquímedes". Mientras tanto, Harry ha nadado por el fondo y encuentra a sus compañeros sujetos por los pies, encantados y suspendidos en el agua como si estuvieran parados. El narrador entonces dice que para comprender mejor el principio, se observe cómo a pesar de que los amigos de Harry están atados a una cuerda, no caen porque hay una fuerza de empuje, pero "una vez liberados, ¿por qué no ascienden?".

Los demás competidores en ese instante aparecen y se llevan sus más cercanos amigos hacia la superficie, Harry, al tratar de liberar más de dos de los presos, es amenazado por una horrible sirena que le prohíbe liberar más de uno. Repentinamente un tiburón, que en realidad es un animago contricante, libera otro amigo preso y Harry queda sólo en el fondo con dos de ellos. A pesar de la advertencia, los libera y mientras sube con ellos aparece: "Observemos lo siguiente: Para Harry, levantar a sus amigos en la tierra, sería imposible. En el agua parecen pesar menos". Se muestra entonces como un dinamómetro que sujeta un peso fuera del agua marca una magnitud mayor a la que marca dentro del agua. El narrador entonces pregunta que, de acuerdo con el principio, a qué se debe dicho fenómeno. De vuelta con Harry, que esta vez es atacado por docenas



de monstruos marinos, aparece: "Este cambio de peso se debe al empuje del agua sobre los cuerpos".

Al final Harry vence a los monstruos y con un hechizo asciende velozmente hasta la superficie, donde encuentra liberados a sus dos compañeros que había empujado hacia arriba cuando fue atacado.

En la última parte del video aparece Scrat, la ardilla prehistórica de "La era del hielo", que trata de coger su bellota, deslizándose por una canaleta de hielo, saltando en movimiento parabólico y cayendo en el agua, donde queda suspendida observando docenas de pirañas que luego empiezan a atacarla. Scrat sale del agua y, al perder su bellota, se enfurece atacando las pirañas en la orilla y venciénolas a todas. Al final una águila gigante roba su bellota.

En la escena siguiente, Mafre, el Mamut de la misma película, está en el agua tratado de salvar a su amiga. Repentinamente es llevado hacia el fondo por dos monstruos marinos y lo dejan allí suspendido mientras se preparan para atacarlo. En la pelea, Mafre logra golpearlos y escapar, pero al verse perseguido utiliza la fuerza de ellos para liberar a su amiga y una piedra gigante hunde sus enemigos.

Estrategia para la presentación del video

De acuerdo a Gañán y Sánchez (2000) la presentación de un video de manera estructurada permite al docente utilizar las posibilidades instrumentales para hacer dicho video más dinámico e interesante deteniendo, adelantando, atrasando, pausando, siempre que lo considere necesario. Esta estrategia se trata de que el profesor no presente el video de manera lineal (desde el principio hasta el final, sin pararlo en ningún momento), sino que éste sea detenido en momentos de interés para el propósito de la clase. Dada la estructura de este video se sugiere que se presente de manera estructurada pausándolo en los momentos que se sugieren a continuación para abrir espacios para la discusión y la participación de los y las estudiantes:

- Cuando aparece el principio de Arquímedes (minuto 00:59 y posteriormente 01:04) se debe pausar el video para que los y las estudiantes pueden comprender su significado conceptual. Aquí se pueden plantear algunas preguntas referidas a dicho principio, como ¿qué significa que un fluido es desalojado?, cuando un barco es puesto en el mar, ¿en realidad desaloja el agua?, ¿cuáles son los fluidos donde esto puede cumplirse? Los y las estudiantes deben realizar un registro de este principio en sus cuadernos y de las demás discusiones que se tendrán más adelante.

- Antes de que se rompa la represa (minuto 01:24) y aparezca el principio de Pascal ($P = d.g.h$) (minuto 01:27), se puede pedir a los y las estudiantes que colectivamente recuerden dicho principio, describan la definición de presión y escriban la ecuación y expliquen su significado. Luego se seguirá con el video para confrontar los resultados de las discusiones con lo que se plantea allí (minutos 01:37 hasta 01:43). En este caso las preguntas que pueden guiar la reflexión son: ¿qué quiere decir el principio en términos



prácticos?, ¿qué significa cada una de las variables?, ¿desde dónde se mide h: desde la superficie o desde el suelo?

- Cuando Harry se sumerge en lo más profundo del Lago Negro (minuto 03:07) es posible pausar el video para preguntar cuáles fuerzas creen que actúan sobre él, de acuerdo con el principio de pascal. En este caso se puede preguntar por lo siguiente: ¿Qué fuerzas actúan sobre Harry?, ¿hay fuerzas que actúan por todos los lados de Harry?, de acuerdo con la definición de presión ($P = F/A$), ¿cómo podrían expresarse esas fuerzas?, si Harry desciende con la cabeza hacia abajo, ¿dónde es mayor la fuerza? Después de estas reflexiones, se puede dejar pasar el video (minutos 03:14 hasta 03:50), para confrontar los respuestas dadas con los resultados obtenidos en las imágenes.

- Cuando se explica por qué los cuerpos de los amigos de Harry no caen, debido a la fuerza empuje (minutos 04:55 hasta 05:23), aparece la pregunta "¿una vez liberados por qué no ascienden?", que permite generar una nueva reflexión recogiendo las concepciones previas de los y las estudiantes. Otra pregunta que puede guiar esta reflexión es: ¿Qué fuerza aparentemente contrarresta el empuje?

- En los minutos 06:51 hasta 07:12 se plantea la pregunta referida asociada al hecho de qué hace que los cuerpos aparentemente pierden peso dentro de un fluido. Este fenómeno puede convertirse en una fuente de reflexión en torno al principio de Arquímedes, pues los y las estudiantes pueden tratar de explicar, de acuerdo con lo visto, por qué sucede este hecho.

Evaluación del aprendizaje obtenido por los y las estudiantes

Al final de la clase se espera que los y las estudiantes pueda diferenciar y aplicar el principio de Arquímedes, explicando sus fundamentos conceptuales y su relación con el principio de Pascal. Se espera que a partir de este principio ellas y ellos puedan explicar fenómenos relacionados. Para evaluar esto el o la docente puede implementar las siguientes estrategias:

- Que los y las estudiantes seleccionen escenas de películas, de juegos de video, de la televisión o del mismo video presentado para ejemplificar situaciones en que se evidencie el principio y además plantear y resolver ejercicios que planteen por sí mismos o bien abordar un problema asociado.

- Resolver con los y las estudiantes por grupos o de manera individual los ejercicios planteados por ellos y ellas a partir de la imágenes de la parte final del video (minutos 08:35 hasta 09:27 ó minutos 09:28 hasta 10:25) o bien abordar los problemas planteados por medio de indagaciones, experimentaciones, socializaciones y memorias. También esta última parte del video puede utilizarse como taller o evaluación, el o la docente proponiendo ejercicios que estudiante pueda resolver.

- Realizar un laboratorio en el que se demuestren los principios abordados.

Otras actividades con base en el video



- Con base en los elementos teóricos abordados en el video y en las imágenes presentadas, los y las estudiantes pueden plantear otros problemas abiertos o ejercicios operativos que no necesariamente estén en el final. Situaciones específicas en las imágenes presentadas a ellos y ellas son fuente de preguntas que pueden abordar por sí mismos y con la orientación del docente. De esta manera, el video también puede convertirse en fuente de problemas de pequeñas investigaciones dirigidas en el aula, lo que implicaría complementar la proyección con trabajos de laboratorio, análisis de información, elaboración de memorias y socializaciones a cargo de los y las estudiantes y con el seguimiento del docente.

- El docente también puede plantear algunos problemas abiertos o ejercicios operativos. Los problemas abiertos propuestos por el docente también pueden convertirse en pequeños proyectos de investigación dirigida.

11.2.6. Guía didáctica del video: "Análisis de vectores"

Objetivo general de enseñanza

Reforzar la comprensión de algunos referentes teóricos del análisis vectorial.

Objetivos específicos de enseñanza

- Repasar el concepto y las propiedades de un vector.
- Ejercitar las operaciones con vectores y su representación cartesiana y geométrica.
- Desarrollar en los y las estudiantes la capacidad de abordar preguntas abiertas y no meramente operativas en torno al análisis vectorial.
- Generar en los y las estudiantes la capacidad de resolver problemas y ejercicios operativos que exigen la intervención de vectores.

Prerrequisitos del estudiante

Para que sea posible el logro de los objetivos propuestos de esta guía de trabajo, el o la estudiante debe contar con conocimientos conceptuales específicos sobre el análisis vectorial: definición de un vector, propiedades, operaciones con vectores, representación cartesiana y geométrica.

Descripción del video

Danny, el protagonista de la película "Enemigo público", es perseguido por hombres que pertenecen a una organización de alto control tecnológico, con herramientas de rastreo satelital. Inicialmente Danny huye de su apartamento cruzando algunos tejados



mientras es identificado por sus perseguidores por medio del satélite que está enfocando en la latitud $38^{\circ} 55'$, longitud $00^{\circ} 77'$. Mientras el satélite es mejor ubicado aparece un mapa del sector, indicando algunas calles y sectores específicos. En dicho mapa se ubican dos puntos separados por una manzana triangular, uno desde el que parte el fugitivo y otro al que debe llegar. Mientras huye aparecen imágenes mostradas desde el satélite y la ubicación del fugitivo en coordenadas geográficas: latitud $35^{\circ} 14'$, longitud $74^{\circ} 39'$. Danny logra entrar luego en un edificio desde el tejado y escapar a la calle: desde allí es ubicado el punto de partida, en el que el fugitivo roba una bicicleta. En el mapa aparecen dos vectores indicando una primera ruta y posteriormente, sumando cuatro vectores más se indica una segunda ruta. Aparece finalmente otra ubicación: Latitud $39^{\circ} 27'$, longitud $74^{\circ} 42'$.

Estrategia para la presentación del video

De acuerdo a Gañán y Sánchez (2000) la presentación de un video de manera estructurada permite al docente utilizar las posibilidades instrumentales para hacer dicho video más dinámico e interesante deteniendo, adelantando, atrasando, pausando, siempre que lo considere necesario. Esta estrategia se trata de que el profesor no presente el video de manera lineal (desde el principio hasta el final, sin pararlo en ningún momento), sino que éste sea detenido en momentos de interés para el propósito de la clase. Dada la estructura de este video se sugiere que se presente una primera vez de manera lineal, para que los y las estudiantes tengan una idea general de la situación del video. Después de esta primera presentación se puede preguntar a los y las estudiante: ¿qué está sucediendo en el video?, ¿qué de lo visto allí tiene que ver con los vectores?.

Luego el video se debe presentar una segunda vez, pero ahora de manera estructurada pausándolo en los momentos que se sugieren a continuación para abrir espacios para la discusión y la participación de los y las estudiantes:

- Presentar de manera lineal hasta la aparición de los dos sistemas de referencia que ubican los dos puntos en el mapa (minuto 01:28). Se puede pedir a los y las estudiantes que recuerden las propiedades de un vector: dirección, sentido y magnitud, y que realicen en sus cuadernos por medio de vectores una posible ruta que pueda tomar el fugitivo, partiendo de uno de los sistemas cartesianos que muestra la imagen. Con las representaciones obtenidas se puede repasar la definición de un vector y sus propiedades, identificando direcciones que ha tomado Danny, los sentidos y las distancias asociadas a las magnitudes de los vectores representados.

- Cuando aparece la primera representación de vectores, es decir, la primera posible ruta que seguirá el fugitivo (minutos 01:33 hasta 01:38), se pueden proponer preguntas abiertas y sin variables específicas: ¿cómo podría encontrarse la distancia a la que se encuentra el primer punto del segundo?, ¿qué datos mínimos se requerirían?, ¿sería posible hallar dicha distancia teniendo la dirección de los vectores y una de las magnitudes?



- Cuando aparece la segunda posible ruta (minutos 01:39 hasta 01:40) se pueden abordar las mismas preguntas. Además se puede pedir a los y las estudiantes que comparen las distancias y determinen cual tiene una mayor magnitud. En este caso se debe realizar algunas suposiciones de direcciones, o bien a partir de las representaciones que ellas y ellos hagan en sus cuadernos, determinarlas con transportador y suponer algunas magnitudes, como las distancias de cada manzana.
- En ambos casos es posible representar cartesianamente los vectores y suponiendo valores para cada uno, obtener las sumas respectivas.
- Haciendo uso de la latitudes y longitudes que aparecen es posible realizar ejercicios encontrando la distancia recorrida por Danny, aplicando la ley de coseno.
- Se puede presentar de nuevo el video de manera lineal para que ellas y ellos planteen algunos ejercicios y problemas a partir de situaciones específicas.

Evaluación del aprendizaje obtenido por los y las estudiantes

Al final de la clase se espera que los y las estudiantes comprendan a profundidad el concepto de vector, diferencien sentido, dirección y magnitud y apliquen sumas y multiplicación de vectores. Para evaluar esto el o la docente puede implementar las siguientes estrategias:

- Que los y las estudiantes seleccionen escenas de películas, de juegos de video, de la televisión o del mismo video presentado para ejemplificar comparativamente direcciones y sentidos y hallar magnitudes de vectores relacionados con situaciones específicas, realizando operaciones que impliquen sumas y multiplicaciones.
- Resolver con los y las estudiantes por grupos o de manera individual los ejercicios planteados por ellos y ellas o bien abordar los problemas planteados por medio de indagaciones, experimentaciones, socializaciones y memorias.

11.3. Anexo 3. Instrumentos para la recolección de la información

11.3.1. Cuestionario "Alfabetismo visual"

Objetivos

- Indagar sobre la incidencia de la imagen en movimiento en el desarrollo cotidiano de la estudiante.
- Analizar cual es el grado de conocimientos que tienen las estudiantes en cuanto al lenguaje audiovisual.
- Determinar las preferencias individuales y grupales acerca de los diversos géneros televisivos, cinematográficos, de juegos de video e imágenes de ordenador.

















11.3.2. Cuestionario cualitativo para recoger las opiniones de los y las estudiantes sobre el proceso llevado a cabo en el Colegio Alcaravanes (Trascripción de las respuestas dadas por una de las estudiantes)

¿Qué imágenes recuerdas de las que estuvimos estudiando en el proceso llevado a cabo? ¿Por qué recuerdas esas imágenes? Recuerdo mucho las imágenes del dominó, las de "El Zorro", las de "La era del hielo" y las de "Robots" porque fueron imágenes que me ayudaron a entender todo lo de energía, trabajo, fuerza, tensión y poleas.

¿Cómo evalúas tu motivación hacia el estudio de la física a partir de la estrategia con imágenes del cine y la televisión?

Buena X Regular Mala Otra, ¿Cuál?

¿Por qué? La evaluo como buena porque es una forma muy dinámica y divertida, lo que permite que quede más claro el concepto y quede mejor memorizado.

El hecho de observar imágenes del cine y la televisión ¿te motivó a pensar acerca de las situaciones físicas que se te plantearon?

Si, X No,

¿Por qué? Si me motivo, porque se veían los problemas en las imágenes claramente lo que nos permitió pensarlos en problemas y ejercicios en los mismos videos y en la cotidianidad.

¿Consideras que las imágenes presentadas te facilitaron aprender los conceptos de trabajo y energía?

Si, X No

¿Por qué? Claro, por ser una forma entretenida permite mejor entendimiento.

¿Crees que las imágenes presentadas te dificultaron aprender los conceptos de trabajo y energía?

Si, No, X

¿Por qué? No, muchos pueden pensar que puede ser distractor o salido de contexto, pero uno no esta viendo toda la película sino escenas enfocadas en un problema de física.

¿Alguna vez en tu casa observando la televisión o en el cine has visto algo relacionado con la física? ¿Cuenta qué escenas o películas? Si uno empieza a verlo como película, luego lo puede pensar y analizar como imagen.

¿Qué puedes decir con respecto al desempeño de los profesores de física y de tus compañeros en este proceso? Con respecto a los profesores, me pareció muy buena la disposición de medios y de ellos mismos, sobre todo cuando uno tenía dudas con



fórmulas o procedimientos. En cuanto a mis compañeros, pienso que el desempeño fue bueno, pienso que es mejor que en la clase tradicional de física.

¿Qué ventajas y desventajas consideras que puede tener que te enseñen de esta manera? En este caso, ¿qué le pondrías o qué le quitarías a la metodología utilizada? Me parece muy bueno este método, incluso mejor que el tradicional, tal vez le añadiría más cosas de lo tradicional, por ejemplo lo teórico y práctico con un método que mezcle ambas metodologías.

¿Qué otras cosas opinas sobre las actividades realizadas en el transcurso de estas clases de física?

Pienso que el interés por la materia aumenta con este método, por ser más claro y divertido para mí. También que los procedimientos quedan más claros y memorizados.

11.4. Anexo 4. Análisis cuantitativo de algunas preguntas realizadas a los y las estudiantes participantes en diagnósticos iniciales (ver páginas siguientes)