



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

La enseñanza del **Facultad de Educación** **concepto de**
razón de cambio fundamentada en la Teoría de la Actividad Instrumentada y
mediada por el software Tracker

NELSON ENRIQUE SANCHEZ RIVERA

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE EDUCACION AVANZADA
MEDELLÍN
2015



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

**La enseñanza del concepto de razón de cambio fundamentada en la Teoría de
la Actividad Instrumentada y mediada por el software Tracker.**

Trabajo realizado por

NELSON ENRIQUE SANCHEZ RIVERA

Director

ALEXANDER JIMÉNEZ GUZMÁN

Magíster en Educación

Tesis para optar al título de Magister en Educación

UNIVERSIDAD DE EDUCACION

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE EDUCACION AVANZADA

MEDELLÍN

2015

Nota de aceptación

Firma

Nombre

Presidente del jurado

Firma

Nombre

Jurado 1



Firma

Nombre

Jurado 2

1 8 0 3

Medellín, mes 03 día 12 de 2015.

Agradecimientos

Primero que todo, le doy gracias a mis padres que siempre han estado apoyándome en todos los instantes de vida y con una voz de aliento en los momentos duros. A mi padre por haberme enseñado que con el trabajo duro se alcanzan los sueños. A mi madre le tengo que agradecer mi vida y la persona que soy hoy en día, te dedico este triunfo que es tuyo.

A mi esposa e hijo por su comprensión de todos esos días que les cause tanta soledad, apesarar de que estaba en cuerpo, no estaba en mente, ni disponible para ellos, siempre sentí su apoyo incondicional y doy gracias a Dios por tenerlos a mi lado y haber superado esta prueba en su compañía.

Gracias a mi director de tesis Alexander Jiménez por su paciencia, apoyo, exigencia académica y por valiosas orientaciones, siempre dándome los elementos precisos para el desarrollo de esta investigación y mi crecimiento académico.

A mi amiga, Wendy Guanume y a Alejandro Maya por su colaboración desinteresada en el acompañamiento y en momentos cruciales de este trabajo.

Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	3
Introducción.....	5
Capítulo 1. Antecedentes.....	9
1.1 Políticas públicas.....	11
1.2 Desde la Universidad de Antioquia.....	21
1.3 Desde la Facultad de Educación.....	22
1.4 Desde esta investigación.....	23
1.5 Construcción histórica del concepto de razón de cambio y su relación con la mecánica.....	24
Capítulo 2. Planteamiento del Problema.....	39
2.1 Descripción del problema.....	39
2.2 Objetivos.....	42
2.2.1 Objetivo General.....	42
2.2.2 Objetivos Específicos.....	42
2.3 Justificación.....	42
Capítulo 3. Referentes Teóricos.....	49
3.1 Referentes Teóricos.....	49
3.2 Teoría de los Instrumentos Psicológicos.....	50
3.3 Teoría de la Actividad Instrumentada.....	52
3.4 Orquestación instrumental.....	58
Capítulo 4. Diseño Metodológico de la Investigación.....	61
4.1 Enfoque.....	61
4.2 Tipo de investigación: Estudio de caso.....	61
4.3 Población.....	62
4.4 Selección de casos.....	63
4.5 Delimitación Temporal y Espacial.....	63

4.6	Diseño general	64
4.6.1	Fuentes de información.	64
4.6.2	Instrumentos de recolección de información.....	65
4.7	Categorización Apriorística	68
4.8	Diseño de la intervención.....	78
4.8.1	Momento I: Preparación y construcción de herramientas	79
Capítulo 5.	Intervención.....	99
5.1	Momento II: Implementación y recolección de la información.....	99
5.2	Recolección de información durante el desarrollo de las clases.	174
Capítulo 6.	Triangulación hermenéutica de la información.....	177
6.1	Selección de la información	177
6.2	La triangulación la información por cada instrumento.....	178
6.3	Triangulación de la información entre todos los instrumentos investigados.....	178
	Categoría A: Génesis Instrumental	179
	Categoría B: Proceso de aprendizaje	185
6.4	La triangulación con el marco teórico.....	187
Capítulo 7.	Hallazgos, Conclusiones y Recomendaciones	191
7.1	Hallazgos	191
7.2	Conclusiones	192
7.3	Futuras investigaciones.....	196
Bibliografía	197
Anexos	202

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Ilustraciones

Ilustración 1. Tomada del encabezado de los estándares de ciencias naturales (MEN, 2008).	13
Ilustración 2. Tomado de la estructura de los estándares de ciencias naturales (MEN, 2008).	14
Ilustración 3. Tomado de la tabla central conocimientos específicos de los estándares de ciencias naturales (MEN, 2008).	15
Ilustración 4. Contenido de capítulo uno del plan decenal de educación tomado de los diez temas y sus macro objetivos.	16
Ilustración 5. Línea del tiempo del concepto de razón de cambio.	27
Ilustración 6. La relación de la velocidad y el tiempo de un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado de Oresme.	33
Ilustración 7. . La clepsidra. Tomada de http://quhist.com/origen-a-lo-largo-historia-termino-clepsidra . 35	
Ilustración 8. Modelo SAI: la triada característica de situaciones de la actividad instrumentada (Verillon & Rabardel, 1995).	54
Ilustración 9. Modelo SAI ajustado a este trabajo (Triada sujeto - Software Tracker - Razón de cambio).	55
Ilustración 10. Génesis Instrumental.	57
Ilustración 11. Clase 1.	101
Ilustración 12. Vídeo Tutorial Tracker.	101
Ilustración 13. Aula 9-316.	107
Ilustración 14. Construcción de tablas de datos Caso 3.	109
Ilustración 15. Puntos a resolver del análisis de gráficas.	109
Ilustración 16. Gráfica 5 del laboratorio 2 con es escala incorrecta en el eje Y Caso 1.	111
Ilustración 17. Relación de proporcionalidad entre variables Caso 1.	112
Ilustración 18. Relación de proporcionalidad entre variables Caso 3.	113
Ilustración 19. No hay respuestas entre variables inversamente proporcionales Caso 4.	114
Ilustración 20. Razón de cambio Caso 2.	114
Ilustración 21. Razón de cambio Caso 3.	115
Ilustración 22. Error en la construcción de la ecuación Caso 1.	116
Ilustración 23. Error en la construcción de la ecuación Caso 2.	117
Ilustración 24. Error en la construcción de la ecuación Caso 4.	118
Ilustración 25. Presentación de la clase 3.	120
Ilustración 26. Vídeo movimiento circular.	120
Ilustración 27. Componentes del Software Tracker.	121
Ilustración 28. Carpetas de los estudiantes en la nube.	122
Ilustración 29. Demostración software Tracker.	123
Ilustración 30. . Múltiples opciones de gráficas tomado de Tracker help.pdf.	125
Ilustración 31. Explicación del docente sobre la guía de laboratorio 3.	129
Ilustración 32. Lectura de la guía por el Caso 1.	130
Ilustración 33. Lectura de guía e implementación en el Software Tracker caso 4.	130

Ilustración 34. Solución de dudas.	131
Ilustración 35. Análisis del vídeo con el Software Tracker Caso 3.	132
Ilustración 36. Solución del formulario de Google Drive laboratorio 3.	132
Ilustración 37. Explicación de la razón de cambio.	135
Ilustración 38. Análisis de la gráfica.	136
Ilustración 39. Gráfica Caso 2.	139
Ilustración 40. Análisis del vídeo vlb41 Caso 3.	139
Ilustración 41. Análisis del vídeo vlb41 Caso 4.	140
Ilustración 42. Solución de preguntas del docente Caso 3 variables estadísticas.	141
Ilustración 43. Discusión integral de la aceleración Caso 4.	143
Ilustración 44. Explicación a estudiante como se halla la razón de cambio.	145
Ilustración 45. Explicación del vídeo del archivo v lb5.trk.	151
Ilustración 46. Explicación a estudiante sobre la razón de cambio.	152
Ilustración 47. Manejo de las documento de la clase.	154
Ilustración 48. Explicación de datos faltantes en la tabla al Caso 1.	155
Ilustración 49. Explicación del docente al Caso 4 sobre el área bajo la curva.	158
Ilustración 50. Explicación del significado físico de la razón de cambio.	159
Ilustración 51. Explicación del significado de los parámetros de las ecuaciones.	161
Ilustración 52. Los estudiantes utilizando Mega.	164
Ilustración 53. Vídeo de caída libre elaborado por el Caso 4.	164
Ilustración 54. Trabajo del Caso 3.	165
Ilustración 55. Error del seguimiento de un cuerpo.	166
Ilustración 56. Trabajo de análisis del caso 1.	167
Ilustración 57. El Caso 2 escogiendo las gráficas para analizar.	168
Ilustración 58. Ecuaciones de movimiento acelerado.	169
Ilustración 59. Corrección de las gráficas del Caso 4.	170
Ilustración 60. Instrumentalización clase 1 y 3.	180
Ilustración 61. Génesis instrumental laboratorio 3.	181
Ilustración 62. Génesis instrumental laboratorio 3+ Tracker- Movimiento.	182
Ilustración 63. Génesis instrumental Tracker-distancia, posición y trayectoria.	183
Ilustración 64. Génesis instrumental del concepto de la razón de cambio.	185

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Lista de tablas

Tabla 1. Conceptos triada característica de situaciones de la actividad instrumentada.....	53
Tabla 2. Elementos de la génesis instrumental.	56
Tabla 3. Categorías y subcategorías apriorísticas.....	70
Tabla 4. Herramientas para recolectar la información.	77
Tabla 5. Ejemplo de componentes del laboratorio #4.....	86
Tabla 6. Formato de diario de campo.....	87
Tabla 7. Estructura de clase.....	89
Tabla 8. Cronograma de clases.....	94
Tabla 9. Reducción de datos y análisis documental por subcategorías.....	95
Tabla 10. Análisis de datos por categoría.	96
Tabla 11. Respuestas de los casos a la encuesta de saberes previos.	105
Tabla 12. Resultado de la construcción de las gráficas del laboratorio 2.....	111
Tabla 13. Reducción de datos como registro de todos los diarios de campo realizadas por cada sub- categoría	251
Tabla 14.Reducción del diario de campo para la clase 2 y cada Caso.....	254
Tabla 15. Reducción del diario de campo para la clase 3 y cada Caso.....	257
Tabla 16. Reducción del diario de campo para la clase 4 y cada Caso.....	261
Tabla 17. Reducción del diario de campo para la clase 5 y cada Caso.....	271
Tabla 18. Reducción del diario de campo para la clase 6 y cada Caso.....	276
Tabla 19. Reducción del diario de campo para la clase 7 y cada Caso.....	281
Tabla 20. Análisis de los diarios de campo de acuerdo a las sub-categorías	287
Tabla 21. Análisis de los diarios de campo de acuerdo a las categorías.	288
Tabla 22. Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 3 por cada sub-categoría.....	296
Tabla 23. Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 4 por cada sub-categoría.....	312
Tabla 24. Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 5 por cada sub-categoría.....	327
Tabla 25. Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 6 por cada sub-categoría.....	339
Tabla 26. Síntesis interpretativa de cada Caso a cada sub- categoría a partir de los laboratorios.	346
Tabla 27. Síntesis interpretativa de cada Caso a cada categoría presente en laboratorios.	348
Tabla 28. Síntesis interpretativa inferida desde todos los casos presente en los laboratorios.....	349
Tabla 29. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 3.	357
Tabla 30. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 4.	367
Tabla 31. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 5.	380
Tabla 32. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 6.	389
Tabla 33. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 7.	399
Tabla 34. Síntesis interpretativa de cada Caso a cada categoría presente en los vídeos.....	418
Tabla 35. Síntesis interpretativa inferida desde todos los casos presente en los vídeos.	420
Tabla 36. Respuestas de la entrevista por cada Caso a la sub categoría de instrumentalización.	434
Tabla 37. Respuestas de la entrevista por cada Caso a la sub categoría de la instrumentación.....	443

Tabla 38. Respuestas de la entrevista por cada Caso a la sub categoría de la Orquestación Instrumental.	462
Tabla 39. Respuestas de la entrevista por cada Caso a la sub categoría del concepto de Razón de Cambio.	467
Tabla 40. Reducción de datos a partir de las entrevistas realizadas a cada Caso por cada sub-categoría.	486
Tabla 41. Síntesis interpretativa de información inferida desde cada Caso a cada sub-categoría presente en las entrevistas	500
Tabla 42. . Síntesis interpretativa de cada Caso a cada categoría presente en las entrevistas.....	505
Tabla 43. Síntesis interpretativa inferida desde todos los casos presente en la entrevista ¡Error! Marcador no definido.	





Resumen

Facultad de Educación

En la enseñanza de las ciencias es usual encontrar conceptos fundamentales para la explicación y comprensión de otros; y en el caso concreto de la física nos encontramos con algunos de estos conceptos, como por ejemplo, el concepto *de razón de cambio*, cuya comprensión y entendimiento favorece el aprendizaje de diferentes conceptos como el de velocidad, aceleración, entre otros. No obstante, es un concepto que se torna de difícil comprensión para los estudiantes dada la dificultad que presenta, por ejemplo, para la interpretación de gráficas o la comprensión del cambio de una variable con respecto a otra; aspecto bien sustentado por diversos autores en trabajos de investigación relacionados con este tópico. Es por ello, que esta investigación fue dirigida a presentar una propuesta didáctica basada en una perspectiva hermenéutica y constructivista, enmarcada en tres fundamentos teóricos: a) Instrumentos Psicológicos de Vygotsky; b) Teoría de la Actividad Instrumentada de Verillon y Rabardel, y c) Orquestación Instrumental de Trouche. Otro aspecto de la investigación está dirigido a mostrar cómo las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en este caso el uso del *software* Tracker y del vídeo, pueden utilizarse en el aula de clase para apoyar la labor docente en la enseñanza de la física y en especial, a la internalización del *concepto de razón de cambio*. Estas herramientas requieren que los estudiantes reflexionen de manera significativa, de modo tal, que representen con claridad lo que saben en contextos. Desde este punto de vista, los recursos y herramientas descritas serán tomadas como cognitivas y permitirán construir conocimiento en el aprendiz.



La fundamentación metodológica de la propuesta está basada en un enfoque cualitativo, con estudio de casos colectivo, donde se seleccionaron cuatro estudiantes del espacio de formación: física Biológica I, de la facultad de Educación de la Universidad de Antioquia de la ciudad de Medellín, atendiendo a criterios como el gusto para trabajar con las TIC, su facilidad o competencias para manejar estas herramientas, entre otros. La recolección de información como insumo de la investigación se llevó a cabo a partir de la observación participante, vídeos, diario de campo, una entrevista semiestructurada, análisis de la solución a las actividades desarrolladas y los laboratorios escenificados. La propuesta metodológica está dividida en tres etapas: 1) Preparación: comprende el diseño del diagnóstico, el diseño de la entrevista semiestructurada, el cronograma de las clases y el diseño de materiales para la intervención; 2) Implementación (propuesta didáctica): comprende la intervención, utilización de elementos propios del *software* Tracker, la indagación de conceptos previos, el trabajo práctico de laboratorio, aplicaciones con vídeo y el *software* Tracker, la construcción de los conceptos y la evaluación de este proceso, y por último la recolección de información para darle validez a la investigación y a los resultados que se obtengan de ésta, y 3) Análisis: comprende la reflexión en torno a la información recolectada a partir de los instrumentos utilizados en la investigación, su triangulación y categorización apriorística.

Abstract

In the teaching of science, it is usual to find fundamental concepts for the explanation and understanding of others, and in the particular case of physics we find several of these concepts. For example, the “**rate of change**” concept: the understanding of this concept assists the learning of the others concepts such as velocity and acceleration among others. However, it is a concept that is difficult for the students to understand. For example, the interpretation of graphs or the compression of change of a variable against another; examples well supported by various authors in research work related to this topic. It is for this reason that this research was directed to submit a teaching proposal supported from a constructivist perspective and hermeneutics, framed within a theoretical foundation supported by three fundamental elements:

a) Instrumentos Psicológicos by Vygotsky; b) Teoría de la Actividad Instrumentada by Verillon and Rabardel, and c) Orquestación Instrumental by Trouche. In addition, another element of the research was aimed at using the Tracker software and vídeo to show how Information and Communications Technology (ICT) may be used in the classroom to support teaching of physics, particularly the internalization of the concept of rate of change. These tools require students to reflect significantly in a way that clearly represents that they know the contexts. From this point of view, the cognitive resources and tools described will allow us to build knowledge in the learner.

The methodological basis of the proposal was based on a qualitative approach to the study of collective cases. Four students were selected from Biological Physics I at the Faculty of Education,



Facultad de Educación

University of Antioquia in Medellin based on the criteria such as their interest for working with ICT, as well as their ease and skills handling these tools, among other factors. The collection of information for the research was carried out from participant observation, vídeos, diary, a semi-structured interview, analysis of the solutions to developed activities, and staged laboratories. The proposed methodology was divided into three stages. 1) Preparation: diagnosis includes the design of the semi-structured interview schedule of classes and materials designed for intervention. 2) Implementation (methodological approach): includes intervention, the use of elements of Tracker software, the investigation of previous concepts, practical laboratory work, and vídeo applications of Tracker software, the conceptualization of the ideas and assessment of this process, and finally gathering information to give validity to research and the results obtained from it. 3) Analysis: includes reflection on data collected from instruments used in research, triangulation, and deductive categorization.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Introducción

Para el autor, reflexionar sobre las dificultades que se presentan entre Facultad de Educación los estudiantes de primeros semestres en los Espacios de Conceptualización del núcleo de Física¹, ha sido una tarea permanente debido a la carencia de nociones y conceptos básicos en componentes fundamentales del ámbito de las matemáticas. Esta preocupación no se ha limitado al quehacer docente sino que trasciende al plano personal, al punto que cuando se eligió este posgrado ya se tenía claridad sobre el norte que guiaría el proyecto de investigación: se enfocaría en la construcción, implementación y análisis de una propuesta didáctica fundamentada en la teoría Instrumentada y mediada por dispositivos tecnológicos que permitan pensar en esta situación problémica e intervenirla desde la óptica investigativa y lograr los objetivos propuestos. Para entonces se vislumbraba un esbozo pero eran apenas inquietudes sin una dirección clara en términos investigativos. Esa dirección se comienza a definir en los diferentes seminarios de la maestría; luego con base en la bibliografía adquirida y los argumentos consolidados en el proceso, se logra especificar los interrogantes que se convierten posteriormente en el planteamiento de un proyecto, el mismo que fue decantando hasta convertirse en este trabajo de tesis, en la que se plantea el análisis de cómo una propuesta didáctica puede favorecer la adquisición del concepto de la razón de cambio mediada por el software Tracker.

Dado que la enseñanza de la Física se ha convertido en los últimos años en materia de investigación educativa, no sólo en nuestro país sino en diferentes países de Iberoamérica. Bajo esta perspectiva, se buscan nuevas alternativas apoyadas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), con el fin de superar la ausencia de nociones y conceptos básicos

¹ Física del movimiento, seminario de introducción a la física y física biológica I



esenciales para que puedan comprender otros procesos de mayor exigencia cognitiva como el concepto de razón de la cambio, factor incidente que no ha sido incorporado con facilidad entre los estudiantes que inician el estudio de la Física Biológica I, en particular el trabajo realizado por los Casos objeto de la presente investigación, puesto que pudo establecerse la inexistencia de un factor de concatenación de los temas ecuación, gráfica y tabla en el área de matemáticas, en lo correspondiente a la línea recta y a la parábola servida en el nivel de educación secundaria y media, donde los Casos no mostraron reconocimiento de la relación entre estos tres conceptos y los manejaron de manera independiente.

Si bien, las directrices del Ministerio de Educación (MEN) de Colombia tienen establecidos unos Estándares de Competencias para la educación Básica y Media, la situación mencionada en el párrafo anterior, es decir, por tradición pedagógica y teórica la mayoría de los docentes que sirven el área de matemáticas en estos niveles de educación dan por hecho que los estudiantes tienen interiorizado el concepto de la razón de cambio y los textos de matemáticas contribuyen a prolongar esta situación porque no aportan claridad sobre la manera de construir la tabla, ¿Cómo se completa esta tabla de valores? u omiten orientar sobre la manera cómo se hace la ecuación. Estas situaciones llevan a pensar en un escenario en el cual la noción de razón de cambio pasa desapercibida entre los estudiantes y se convierte en un componente que debe tomarse con mayor rigor y grado de dificultad entre los estudiantes de primeros semestres.

Este propuesta describe la manera en que se analiza y valida una propuesta didáctica fundamentada Actividad Instrumentada (TAI) y mediada por un software (Tracker) favoreciendo



Facultad de Educación

la enseñanza y el aprendizaje de conceptos esenciales en el contexto de la Física y más exactamente la afianzar el concepto de razón de cambio además de abordar algunas nociones de la cinemática como son aceleración y velocidad entre otros. La estrategia definida implica los procesos de instrumentalización, instrumentación y orquestación instrumental, respaldada en las teorías de Vygotsky (1979), Gueudet & Trouche (2009) y Verillon & Rabardel (1995), bajo el enfoque mediado a través del uso de las TIC; acciones a las que añade la mirada pedagógica sobre todos los documentos, y en especial, sobre todos los detalles y particularidades generados por los Casos en cada una de las clases implementadas.

Las institución en la que se realizó esta tesis es la Universidad de Antioquia, en la Facultad de Educación, la cual es de carácter oficial y pública, asisten estudiantes que pertenecen a estratos socioeconomicos diferentes, situación que permite una contrastación interesante sobre las formas cómo los contextos determinan las relaciones entre los Casos y las formas cómo ellos construyen procesos de aprendizaje y nuevos esquemas de instrumentación. Para alcanzar este propósito se recurrió al diseño de múltiples instrumentos: clases, guías de laboratorios, encuesta, entrevista semiestructurada y el empleo del Software Tracker acompañado por otros elementos que terminan recreando un proceso de Orquestación Instrumental. Todo ello, con el fin compilar la información, procesarla y de manera intencionada, crear unas tablas y matriz de respuestas para el análisis posterior de la información recogida. Realizar los cruces de los instrumentos entre ellos, con la teoría y al final, apreciar la prevalencia o emergencia de nuevas categorías y validar el efecto de la propuesta en el favorecimiento buscado.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación
aprendizajes.

La investigación obtuvo información importante a través de su elaboración y análisis, se fue develando cómo los Casos iban superando sus carencias y limitaciones, reconociendo los conceptos básicos de la instrumentalización y la generación autónoma de sus propios



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Capítulo 1. Antecedentes

En la actualidad los seres humanos se encuentran en un entorno estructurado por sistemas institucionales, como son colegios, universidades, tecnológicos, entre otros; también están las convenciones y normas sociales, los medios corporales y extracorporales de comunicación, donde éste último se encuentra constituido por todos los aparatos electrónicos, el procesamiento de materia, energía y la información (Verillon & Rabardel, 1995)

Dado que los medios extracorporales de comunicación permean toda actividad humana y teniendo en cuenta que éstos se han incorporados en los sistemas educativos como herramientas TIC, se adquiere el matiz de un concepto diferencial cuando se relacionan directamente con el ámbito educativo y con una pertinencia cada vez mayor en éste. Además, dado que estas herramientas han transformado de manera significativa las formas de enseñar, los ambientes escolares, el tiempo y uso de éste, incluso sirven de apoyo para trabajar contenidos específicos y objetivos por alcanzar en una clase, conjunto de éstas o un programa curricular completo.

Huelga mencionar cuán difícil fue seleccionar qué tipo de uso, qué herramientas, qué contenidos, qué otras elementos además de las tecnológicas complementarían el proceso de aprendizaje en esta propuesta de investigación. Del mismo modo, la selección de las fuentes, el tipo de estímulos a utilizar en cada temática y de acuerdo con las características propias del grupo de alumnos. En fin, las posibilidades son tantas que definir las pertinencias en el uso de las TIC significa darle un uso integral y entenderlas no sólo como artefactos, sino como un conjunto de criterios aplicables a funciones, a conceptos determinados que se pretenden dinamizar



Facultad de Educación

especificando las formas, los tiempos, los modos, los instrumentos y los contenidos utilizables en cada actividad y en función de los objetivos que se quieren alcanzar. Todo esto nos llevó a otra perspectiva sobre el proceso de enseñanza y de aprendizaje, puesto que desde el Ministerio de Educación Nacional hay planteamientos que orientan y dan enfoques en ese sentido, como el siguiente: *“las nuevas tecnologías amplían el campo de indagación sobre el cual actúan las estructuras cognitivas que se tienen, enriquecen el currículo con las nuevas pragmáticas asociadas y lo llevan a evolucionar”* (MEN, 1998, p18).

En la educación colombiana, las TIC han adquirido gran importancia a partir de las dos últimas décadas mediante la promulgación de políticas públicas, caso el Plan Decenal de Educación (MEN, 2006), los lineamientos de calidad para las licenciaturas en educación (MEN, 2014) y los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales (MEN, 2008). En estas disposiciones están enmarcadas las formas cómo las TIC deben ser incluidas en los diferentes niveles educativos, los parámetros que deben asumir las facultades de educación y los criterios con los cuales los docentes deben incluirlas como apoyo en sus procesos en las aulas de clase. De ahí que se han implementado proyectos e inversión económica en equipamiento y capacitación a nivel nacional, regional y local que promueven su masificación, por ejemplo, el programa Computadores para Educar,² ¡A que te cojo ratón!,³ Medellín Digital,⁴ entre otros. Estas propuestas tienen como fin incentivar la capacitación y la utilización de las TIC por parte de los docentes y los alumnos en su

² <http://www.computadoresparaeducar.gov.co/inicio/> recuperado 23 julio 2014

³ <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/article-118287.html> recuperado 23 julio 2014

⁴ <http://www.medellindigital.gov.co/mediateca/Paginas/Inicio.aspx> recuperado 23 julio 2014



Facultad de Educación

cotidianidad escolar y estar acorde con los requerimientos mencionados y en consonancia con las actuales tendencias competitivas internacionales.

1.1 Políticas públicas

Retrotrayendo los tres documentos antes referidos, los cuales no se pueden ignorar y son una ruta y exigencia a tener en cuenta por cualquier educador Colombiano o futuro profesional de la educación, cabe mencionar que a partir de lineamientos de calidad para las licenciaturas en educación (MEN, 2014), el MEN y el gobierno nacional esperan que:

“el maestro debe estar comprometido con su disciplina y con sus estudiantes para comprender qué es lo que va a enseñar, conocer el contexto donde lo va a enseñar y además, precisar cómo debe enseñarlo para lograr la comprensión y apropiación de lo que va a enseñar por parte de los alumnos. Se requiere entonces un maestro que: a) sea líder, b) capaz de formar personas libres y responsables que conviven en paz, c) promueve en el estudiante el aprendizaje autónomo, d) enseña a pensar y formar criterios, e) usa estrategias pedagógicas efectivas, f) enseña en contexto, g) investiga, innova y usa las TIC, h) está conectado con el mundo, y además, i) sea miembro activo de comunidades de aprendizaje.” (MEN, 2014, págs. 6 y 7)

De la cita anterior puede observarse que el numeral (g), hace referencia tácita a uno de los requerimientos actuales para todo docente, como es, apropiar en su quehacer la capacidad de investigar, innovar y utilizar las TIC como una herramienta de enseñanza y aprendizaje. En ésta última exigencia –las TIC- el documento hace referencia expresa a los contenidos curriculares



Facultad de Educación

que debe tener una Facultad de Educación, más específicamente, en lo referente a la “Naturaleza de las prácticas”, que deben ser realizadas por todos los futuros docentes en instituciones educativas sean de carácter público o privado o en entidades afines, en donde un elemento central de trabajo pertinente debe ser el “uso de las tecnologías de la información y la comunicación como recursos pedagógicos y didácticos” (MEN, 2014, pág. 15).

En los contenidos curriculares están insertos los lineamientos pedagógicos y didácticos, los cuales demandan de los futuros docentes la “compresión y apropiación de las TIC y su incorporación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en las mediaciones pedagógicas” (MEN, 2014, pág. 15). Por consiguiente, en el contexto educativo las competencias que deben desarrollarse para el uso de estos medios son: la comunicativa, pedagógica, de gestión e investigativa, las cuales están acorde con los requerimientos mencionados.

Estos lineamientos esperan que las Facultades de Educación en la organización de las actividades académicas, deben garantizar que *los formadores de formadores* tengan la posibilidad de implementar y utilizar las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje en sus diferentes ambientes educativos y, además, que tengan una pertinente y adecuada capacitación en este sentido. Se colige, entonces, la pertinencia e importancia que tienen estos medios en la formación continua de los docentes y en la formación inicial de los futuros docentes, pero, se advierte, que los docentes en el momento de ejercer su profesión deben tener en cuenta otras disposiciones encaminadas hacia su práctica como servidores de su área específica, las cuales están dadas por los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.



Facultad de Educación

Estos Estándares propuestos por el MEN,⁵ comportan lo siguiente:
“Son criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender nuestros niños, niñas y jóvenes, y establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer, en cada una de las áreas y niveles” (MEN, 2004).⁶

Igualmente, se desprende de ellos que para formar en *ciencia* hay que contribuir en la formación de ciudadanos(as) capaces de razonar, debatir, producir, convivir y desarrollar su potencial creativo, convirtiéndose este postulado en un compromiso docente no solo enseñar ciencias, sino también, formar personas íntegras y contribuir a la construcción de la ciudadanía. En sujeción a ello, los *estándares en ciencias* pretenden fomentar desde inicio de la vida escolar el desarrollo en los educandos de las habilidades para explorar hechos y fenómenos, analizar, observar, recoger, organizar información para solucionar problemas, compartir resultados y evaluar métodos y resultados (ilustración 1). También se pretende desde las competencias básicas que los estudiantes desarrollen actitudes como la curiosidad, la honestidad, la flexibilidad, la persistencia, la crítica y la apertura mental, la disposición para trabajar en equipo, entre otras.



Ilustración 1. Tomada del encabezado de los estándares de ciencias naturales (MEN, 2008).

⁵ <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-81033.html> recuperado 25 agosto 2014

⁶ Estándares Básicos de Competencias en Ciencias naturales, p.5., en: bibliotecadigital.magisterio.com.co/



Facultad de Educación

Ahora bien, los Estándares de Ciencia Naturales tienen la función de ser una guía para lograr en el estudiante las habilidades y competencias antes mencionadas. Su estructura es por conjunto de grados y están organizados por medio de una tabla, en cuya parte superior se encuentran los estándares generales, luego se desprenden estos en tres columnas que contienen: la primera, denominada “me aproximo al conocimiento científico como científico-a natural”; la segunda, refiere el “manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales”; y la tercera, habla sobre el “desarrollo de compromisos personales y sociales” (ver ilustración 2).

Ejemplo de coherencia vertical y horizontal en Ciencias Naturales			
Grupo de grados	... me aproximo al conocimiento como científico(a) natural	... manejo conocimientos propios de las ciencias naturales	... desarrollo compromisos personales y sociales
1 a 3	<ul style="list-style-type: none"> • Observo mi entorno. • Formulo preguntas sobre objetos, organismos y fenómenos de mi entorno y exploro posibles respuestas. • Hago conjeturas para responder mis preguntas. • Registro mis observaciones en forma organizada y rigurosa (sin alteraciones), utilizando dibujos, palabras y números. 	<ul style="list-style-type: none"> • Describo características de seres vivos y objetos inertes, establezco semejanzas y diferencias entre ellos y los clasifico. • Identifico diferentes estados físicos de la materia (el agua, por ejemplo) y verifico causas para cambios de estado. • Asocio el clima con la forma de vida de diferentes comunidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escucho activamente a mis compañeros y compañeras y reconozco puntos de vista diferentes. • Valoro y utilizo el conocimiento de diversas personas de mi entorno.

Ilustración 2. Tomado de la estructura de los estándares de ciencias naturales (MEN, 2008).

De forma subsiguiente, en la columna dos o central se hallan tres subdivisiones (ver ilustración 3) y en cada una de éstas se hace referencia al conocimiento propio del área o ejes básicos de ésta; la primera subdivisión contempla *el entorno vivo*, la segunda, *el entorno físico* y la tercera, a *la ciencia, la tecnología y sociedad*. Esta división es desde el grado 1° hasta el grado 9°; además para los grados 10° y 11°, las columnas *entorno vivo* y *entorno físico* vuelven y se dividen en *procesos biológicos*, *procesos físicos* y *procesos químicos*, esto, con el fin de diferenciar lo concerniente a cada una de esas áreas del conocimiento específico.



propios de las ciencias naturales		...desarrollo compromisos personales y sociales
Entorno físico	Ciencia, tecnología y sociedad	
<ul style="list-style-type: none"> • Describo y clasifico objetos según características que percibo con los cinco sentidos. • Propongo y verifico diversas formas de medir sólidos y líquidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasifico y comparo objetos según sus usos. • Diferencio objetos naturales de objetos creados por el ser humano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escucho activamente a mis compañeros y compañeras y reconozco puntos de vista diferentes. • Valoro y utilizo el conocimiento de diversas personas de mi entorno.

Facultad de Educación **Ilustración 3. Tomado de la tabla central conocimientos específicos de los estándares de ciencias naturales (MEN, 2008).**

De manera secuencial al pasar por la descripción de cada uno de los apartes que componen los estándares de ciencias naturales, se encuentra con respecto las TIC que hay menciona específica, siendo lo más cercano lo contenido en la columna que se refiere a la ciencia, tecnología y sociedad, pero necesariamente no se tienen que abordar desde éstas. No obstante, es ahí donde el docente o futuro educador, quien, a partir, de su conocimiento y experiencia con diferentes herramientas, busca la forma más apropiada de presentar a sus estudiantes las teorías, conceptos o ideas y que estén dirigidas a las competencias que se quieren lograr. Las TIC como un elemento articulador de la enseñanza y un medio para favorecer el aprendizaje dentro del aula de clase, apoyando tanto la labor del docente como el proceso de aprendizaje de los estudiantes con el fin de lograr las habilidades y competencias *del saber* y el *saber hacer*.

Es ineludible no referir a el Plan Decenal de Educación (2006–2016)⁷, dado su carácter “obligatorio para la planeación” por parte de los gobiernos e instituciones educativas, como también, concebido como instrumento de movilización social y política en torno a la defensa de la educación, entendida como un derecho fundamental de la persona...” (p. 16, cartilla 26-27). En la visión que este plan concibe sobre la educación para el año 2016 en el país, en el marco constitucional y como país multicultural, pluriétnico, diverso y biodiverso, ella es un derecho, un bien público de calidad, garantizado en condiciones de equidad e inclusión social por el Estado,

⁷ <http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/w3-article-166057.html> recuperado 15 marzo 2014

para toda la población y con la participación corresponsable de la sociedad y la familia en el sistema educativo.

Entre sus propósitos concibe la educación como una política de estado que debe materializarse en políticas, planes, programas, proyectos y acciones que promuevan la cultura, la investigación, la innovación, el conocimiento, la ciencia, la tecnología y la técnica, que contribuyan al desarrollo humano integral, sostenible y sustentable, a través de la ampliación de las oportunidades de progreso de los individuos, las comunidades, las regiones y la nación. Está estructurado en diez temas centrales (distribuidos en cuatro capítulos), donde cada uno de estos está compuesto por macro-objetivos, objetivos, macro-metas, metas y acciones. El capítulo uno involucra *los Desafíos de la educación en Colombia*; el dos establece *las Garantías para el cumplimiento pleno del derecho cumplimiento a la educación en Colombia*; el tres determina *los Agentes educativos*; el cuatro describe *los Mecanismos de seguimiento, evaluación y participación del PNDE*. En este trabajo solo se hará mención al capítulo uno y más explícitamente, a las alusiones que éste trae sobre el uso de las TIC en la educación.

Capítulos	Temas	Macro objetivos	Objetivos	Macro metas	Metas	Acciones
CAPÍTULO 1. DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN EN COLOMBIA	1. Fines y calidad de la educación en el siglo XXI (Globalización y Autonomía)	5	10	6	42	58
	2. Educación en y para la paz, la convivencia y la ciudadanía	5	45	6	59	97
	3. Renovación pedagógica desde y uso de las TIC en la educación	7	18	10	40	54
	4. Ciencia y tecnología integradas a la educación	4	16	9	43	84

Ilustración 4. Contenido de capítulo uno del plan decenal de educación tomado de los diez temas y sus macro objetivos.



Facultad de Educación

El capítulo uno está dividido en cuatro temas. En el primero se halla sus macro-objetivos y, en el número cuatro, hay referencia directa al uso y apropiación de las TIC; el cual pretende: “Garantizar el acceso, uso y apropiación crítica de las TIC como herramientas para el aprendizaje, la creatividad, el avance científico, tecnológico y cultural, que permitan el desarrollo humano y la participación activa en la sociedad del conocimiento” (MEN, 2006, pág. 8).⁸

En el tercer tema hay una referencia sobre la renovación de la educación a partir del uso de las TIC, la cual es realizable mediante el logro de siete macro-objetivos:

- 1. Dotación e infraestructura: dotar y mantener en todas las instituciones y centros educativos una infraestructura tecnológica informática y de conectividad, con criterios de calidad y equidad, para apoyar procesos pedagógicos y de gestión.*
- 2. Evaluación y estándares de calidad: revisar, reevaluar y articular el sistema de evaluación y de promoción para todos los niveles del sistema educativo colombiano de tal manera que sean coherentes con los estándares de calidad nacionales e internacionales.*
- 3. Fortalecimiento de los procesos lectores y escritores: garantizar el acceso, la construcción y el ejercicio de la cultura escrita como condición para el desarrollo humano, la participación social y ciudadana y el manejo de los elementos tecnológicos que ofrece el entorno.*

⁸ Ibídem 7.



Facultad de Educación pedagógica.

4. *Fortalecimiento de procesos pedagógicos a través de las TIC: fortalecer procesos pedagógicos que reconozcan la transversalidad curricular del uso de las TIC, apoyándose en la investigación pedagógica.*
5. *Innovación pedagógica e interacción de los actores educativos: Construir e implementar modelos educativos y pedagógicos innovadores que garanticen la interacción de los actores educativos, haciendo énfasis en la formación del estudiante, ciudadano del siglo XXI, comprendiendo sus características, necesidades y diversidad cultural.*
6. *Fortalecimiento de los proyectos educativos y mecanismos de seguimiento: renovar continuamente y hacer seguimiento a los proyectos educativos institucionales y municipales para mejorar los currículos con criterios de calidad, equidad, innovación y pertinencia; propiciando el uso de las TIC.*
7. *Formación inicial y permanente de docentes en el uso de las TIC; transformar la formación inicial y permanente de docentes y directivos para que centren su labor de enseñanza en el estudiante como sujeto activo, la investigación educativa y el uso apropiado de las TIC. (cartilla 26-27) (MEN, 2006, pág. 10-11).⁹*

En línea secuencia, el tercer tema presenta adicionalmente las macrometas en la *Renovación pedagógica* y desde el uso de las TIC en la educación, se tiene:

⁹ *Ibíd*em 7.



Facultad de Educación

1. *Diseño de currículos: En el 2010, las instituciones educativas han diseñado currículos colectivamente con base en investigación que incluyen el uso transversal de las TIC y promueven la calidad de los procesos educativos y la permanencia de los estudiantes.*
2. *Innovación pedagógica a partir de la investigación: En el 2010, en las entidades territoriales y las instituciones educativas conforman grupos de investigación para la innovación educativa y pedagógica e incentivan experiencias significativas y redes colaborativas virtuales.*
3. *Fortalecimiento de procesos pedagógicos a través de las TIC: En el 2010 el MEN ha promulgado políticas nacionales tendientes al uso de estrategias didácticas activas que faciliten el aprendizaje autónomo, colaborativo y el pensamiento crítico y creativo mediante el uso de las TIC.*
4. *Formación inicial y permanente de docentes en el uso de las TIC: En las escuelas normales y en las facultades de educación, los programas de formación promueven la investigación e incluyen el uso de las TIC como estrategia pedagógica y, además, el 80% de los docentes son competentes en estrategias interactivas, cooperativas y que integran las TIC para el aprendizaje significativo.*
5. *Dotación e infraestructura: se ha facilitado el acceso a internet para toda la población colombiana, todas las instituciones educativas tienen acceso de calidad, los docentes y directivos cuentan con sus computadores personales y existe un computador disponible por cada dos estudiantes.*



Facultad de Educación

6. *Fortalecimiento de los proyectos educativos y mecanismos de seguimiento: los entes territoriales desarrollan programas de acompañamiento y divulgación a la renovación pedagógica y uso de las TIC.*
8. *Estándares y competencias: en 2009 el MEN ha formulado políticas que regulan programas con componentes virtuales, no presenciales, y se han promulgado estándares de competencias pedagógicas que incorporan las TIC para docentes y competencias de uso de las TIC para estudiantes de todos los niveles (cartilla 27-28) (MEN, 2006, pag, 7-9).¹⁰*

De conformidad con las disposiciones y políticas mencionadas, todas las entidades educativas de carácter públicas o privadas en Colombia están en la obligación de seguir estos lineamientos e implementar las TIC como una herramienta en la enseñanza por parte de los docentes y de aprendizaje por los alumnos, con el propósito de mejorar la calidad educativa del país en el decenio de 2006 al 2016. Siendo consecuente con estas exigencias la propuesta porta un granito de arena en la implementación de herramientas TIC en la enseñanza de la física, la cual se describe más adelante. Ya que esta propuesta se ejecutó en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, por tanto, a partir de este momento se da una mirada a las TIC desde el ámbito institucional universitario.

¹⁰ *Ibíd*em 7.



Facultad de Educación

1.2 Desde la Universidad de Antioquia.

La universidad desde su plan de desarrollo 2006-2016, es concebida como “una institución investigadora, innovadora y humanista al servicio de las regiones y del país”. En su tema estratégico número 2, donde hace referencia a la formación humanística y científica de excelencia, pretende estar preparada para asumir cambios de orden local o mundial, revisando sus estructuras y métodos de enseñanza-aprendizaje para dar respuesta a los nuevos requerimientos. En este sentido, debe implementar entornos de aprendizaje que permitan una construcción de conocimiento flexible y autónomo, en donde los roles de la comunidad educativa, las propuestas de enseñanza y su estrategia, los medios y los materiales se han acordes con las necesidades actuales y además con una proyección hacia el futuro. Para lograr esto, ve a las TIC como una herramienta que “abre importantes posibilidades y supone un nuevo paradigma educativo”. Además posibilitan un mayor acceso a la educación, mejora los procesos educativos desde su ambiente de aprendizaje y el entorno de éste, pero, no pretenden sustituir los recursos pedagógico ya existentes, solo complementarlos y ampliar toda la gama de posibilidades ya existentes.¹¹

Adicionalmente, el tema estratégico 2 contiene una serie de metas cuyo propósito es a que la universidad fortalezca lo que ha referido anteriormente y de forma esencial: ampliar en un 20% la cobertura estudiantil mediante la utilización de las TIC, donde el 100% de los cursos de pregrado utilicen las TIC y en posgrado un 50%, que en los programas de educación continua el uso de las TIC logre un 50% de uso y ofrecer en formato electrónico el 100% de las revistas

¹¹ www.udea.edu.co > ... > Direccionamiento estratégico recuperado 14 agosto 2014



indexadas. Bajo esta misma línea se halla una serie de acciones estratégicas que propenden mejorar la formación de los investigadores, docentes y estudiantes en el uso continuo de las TIC; desarrollar cursos y programas de pregrado, posgrado y educación continua bajo el ámbito de las TIC; promover la investigación, metodologías, programas y materiales para el desarrollo de la educación mediados con tecnologías, entre otros aspectos. Todas estas metas y acciones estratégicas reflejan importancia que para la Universidad tienen las TIC y de qué manera son fundamentales para cumplir sus propósitos misionales en el presente y futuro cercanos.¹²

En el contexto anterior, la Universidad se encuentra en la búsqueda de la excelencia académica, investigativa, de docencia y extensión, teniendo como un reto para esta, el desarrollo e incorporación del potencial que brindan las TIC. Donde este trabajo de investigación pretende estar acorde con este reto, con sus propósitos y metas de la Universidad de Antioquia.

1.3 Desde la Facultad de Educación

En su proyección institucional hacia el año 2016, fortalecerá su lugar protagónico en el contexto nacional e internacional, en la investigación educativa, pedagógica y didáctica, y en la formación de maestros mediante el desarrollo de programas de educación inicial, avanzada y continua de excelencia académica, la acción permanente en los planes de mejoramiento de calidad de la educación, la incidencia en las políticas públicas en educación y la consolidación de un

¹² Ibídem 11.



Facultad de Educación

espacio para la diversidad, el diálogo y la formación ciudadana.

1.4 Desde esta investigación

La implementación de las TIC es el eje central en la aplicación de cualquier propuesta didáctica mediada por éstas, en este caso se estudió por medio de las TIC el *concepto de la razón de cambio*. La utilización de estas herramientas es útil como medio didáctico y pedagógico para la adquisición de conceptos específicos. Se advierte que todos estos medios fueron parte integral de la investigación, fortaleciéndola, pero ella no se centró únicamente en la aplicación de las TIC (Mishra & Koehler, 2006).

En este caso, la utilización de las TIC más que una obligación también fue una forma de incentivar a los estudiantes a utilizarlas en un futuro, puesto que ellos son docentes en formación de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia. Bajo este contexto, se busca que ellos conozcan y utilicen diferentes herramientas como son los applets, los vídeos, discos en la nube, el Software Tracker, entre otros, para su propio aprendizaje y que posteriormente les sirvan de insumo para su práctica docente. No sobra advertir que estas herramientas deben estar ligadas a los contenidos específicos que se quieren enseñar y en concordancia con el aspecto pedagógico: donde todos los elementos deben estar en un perfecto engranaje (Mishra & Koehler, 2006).

El conocimiento sobre los medios tecnológicos, la pedagogía y el saber específico es central para el desarrollo de la enseñanza. Estos elementos no son independientes unos de otros y las relaciones entre ellos no son simples, autores como Mishra y Koehler (2006), proponen al respecto:



Facultad de Educación

“Integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje sostiene que desarrollar buen contenido requiere un entrelazamiento reflexivo de las tres principales fuentes de conocimiento: tecnología, pedagogía y contenido. El núcleo de nuestro argumento es que no existe una única solución tecnológica que aplique para cada maestro, cada curso o cada visión de la enseñanza. En una enseñanza de calidad requiere desarrollar una comprensión más matizada de las complejas relaciones entre tecnología, contenido y pedagogía y utilizar esta comprensión para desarrollar estrategias apropiadas, en representaciones y contextos específicos. Integración de la tecnología productiva en la enseñanza tiene que considerar todas las tres cuestiones no aisladamente, sino más bien dentro de las complejas relaciones en el sistema definidas por los tres elementos claves”. (pág. 13)

Al estar de acuerdo con los autores, se pretende en la propuesta de intervención y en la investigación que los tres elementos antes mencionados tengan su relevancia e importancia merecida, que se reflejen entre los participantes de este trabajo como un engranaje en donde uno depende de los otros dos y que, además, comprendan la necesidad de incorporarlos en su futura labor docente y tomen conciencia de que las TIC son una herramientas más dentro de su labor.

1.5 Construcción histórica del concepto de razón de cambio y su relación con la mecánica

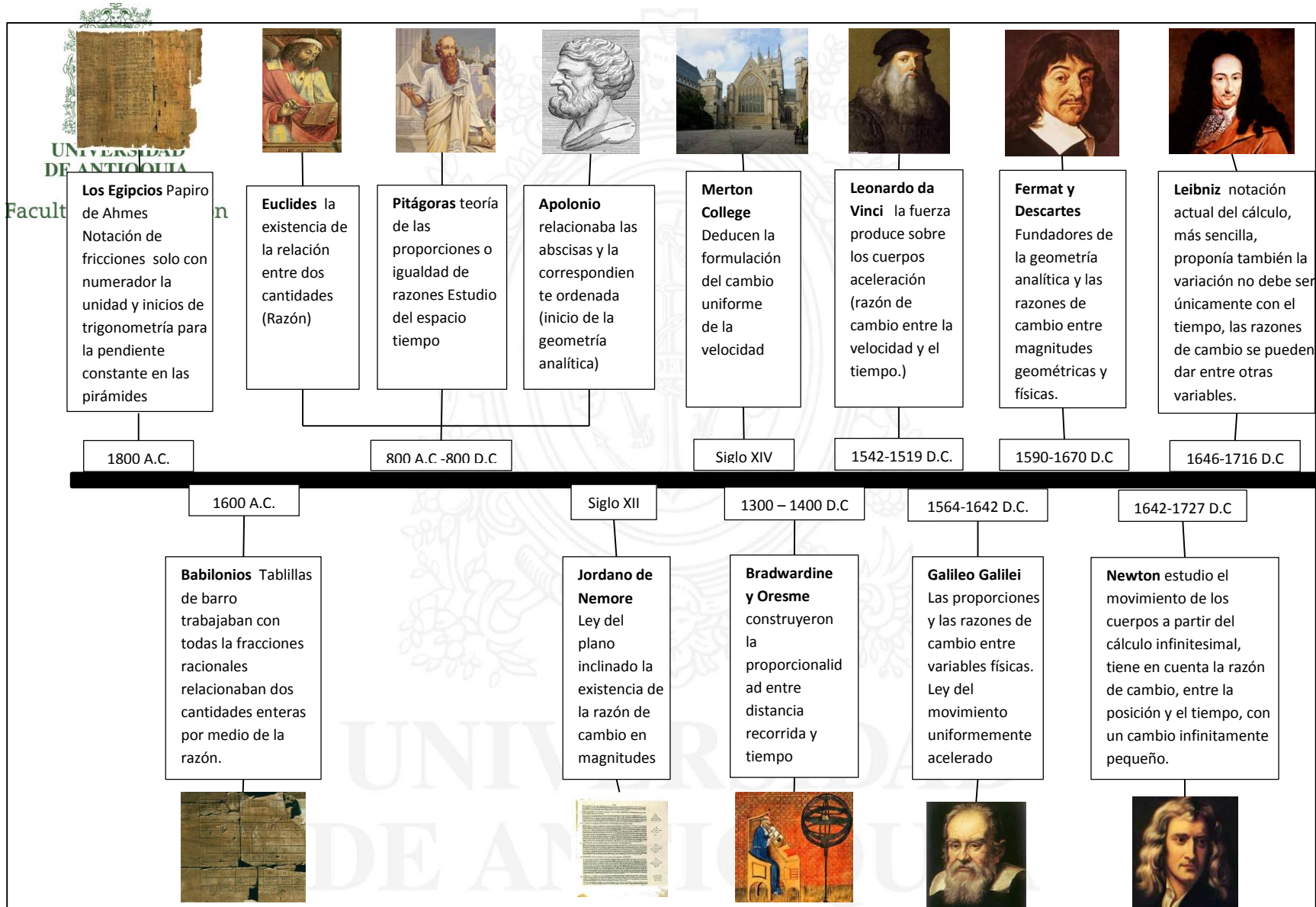


Facultad de Educación

En esta sesión se realizó un recuento histórico epistemológico a través de una línea del tiempo (ilustración 5), que permitió comprender los orígenes del concepto de razón de cambio y sus implicaciones dentro del desarrollo de las matemáticas y la física en el contexto de la mecánica. Esta se plasmó a partir de dos autores: Carl B. Boyer (2007) en su texto de historia de las matemáticas y Sir James Jeans (1953) en su obra atinente a la historia de la física. A partir de ellos, el rastreo sobre la construcción del *concepto de razón de cambio* y su relación con la mecánica se inició a partir de los *egipcios y los babilonios* hasta nuestra época.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Ilustración 5. Línea del tiempo del concepto de razón de cambio.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Los egipcios en su legado matemático dejan escrito en el papiro de Ahmes o también llamado de Rhind –con una antigüedad aproximada de 3800 años– un

legado de 87 cuestiones matemáticas, de las cuales únicamente se mencionarán dos. La primera, referente a la notación de las fracciones que tienen como numerador la unidad, así por ejemplo, lo que conocemos actualmente como $\frac{3}{4}$, ellos solo lo expresaban como $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ (Jeans, 1953). La segunda, se halla en un trabajo que conduce hacia los inicios de la trigonometría y triángulos semejantes, que fueron utilizados de forma práctica en la construcción de las pirámides y mantener una pendiente constante en las caras de ésta. En términos modernos, se expresa lo siguiente:

“La pendiente de una línea recta se encuentra por medio de la razón entre «la subida» y «el avance»; en Egipto, en cambio, se solía utilizar la inversa de esta razón, denominándola por la palabra «seqt» y significa la separación horizontal de una recta oblicua del eje vertical por unidad de variación en la altura. A si pues, el seqt correspondía, salvo a lo que se refiere a las unidades de medida, al «desplome» que usan hoy los arquitectos para medir la pendiente hacia el interior de un muro. La unidad de longitud que usaban los Egipcios para medir en vertical era el «codo», mientras que para medir la distancia horizontal utilizaban la «mano», de las que había siete en un «codo». Por lo tanto, el seqt de la cara de una pirámide era la razón del « avance» a la «subida», medido el primero en manos y la segunda en codos”. (Boyer, 2007, pág. 40)

En el papiro de Ahmes, se puede inferir que este método se empleó para hallar la inclinación o pendiente de las caras de pirámide, es el inicio del concepto de razón de cambio,



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

aplicada esta entre la distancia horizontal y el desplazamiento vertical de la construcción de éstas, teniendo así, que es un concepto muy antiguo e importante dentro de esta cultura.

Los babilonios en su estructura matemática, a diferencia de los Egipcios, tenían claro todas las fracciones racionales; entonces se tiene evidencia de que ya en esta época se relacionaban dos cantidades enteras por medio de una razón. Para ellos era más fácil el trabajo con fracciones a partir de su base numérica sexagesimal, dado que ésta tiene como divisores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 y 60, lo cual se facilita con cálculos entre éstas. Igualmente, los babilonios tenían trabajos en aritmética, álgebra, solución de ecuaciones cuadráticas y cúbicas, estos ya conocían el teorema de Pitágoras y un registro amplio en astronomía. De la cultura egipcia se encuentran vestigios en la cultura griega, y diversos autores mencionan que se apoyaron en astrónomos y matemáticos antiguos (babilonios) para llegar a sus descubrimientos.

Los griegos, fueron una cultura precursora de la filosofía que dejaron huella por sus descubrimientos en la ciencia, la geometría, entre otras disciplinas. Un exponente de esta cultura fue Euclides, quien propuso la existencia de la relación entre dos cantidades de la siguiente forma: “una razón es una cierta relación con respecto al tamaño de dos magnitudes del mismo tipo” (Boyer, 2007), configurándose la idea de que en esta época histórica se tenía claro el concepto de razón y proporción. En esta misma línea se halla a Pitágoras a quien se le atribuyen los descubrimientos sobre la construcción de los poliedros y la teoría de las proporciones o la igualdad de razones, esto no es más que el principio de la aritmética. En este orden de ideas los pitagóricos habían estudiado el espacio y el tiempo, al que no consideraban una razón de cambio como sí se hace actualmente, sino que eran vistos como puntos e instantes; pero estos elementos se pueden ver como una propiedad de continuidad.

De nuevo se retoma a Euclides pero en compañía de Apolonio, quienes realizaron un trabajo a partir de las cónicas, las que son análogas a lo que hoy se conoce como geometría analítica (Jeans, 1953). Apolonio relacionaba las abscisas y las correspondientes ordenadas de forma equivalente a las ecuaciones analíticas de la curva, teniendo en cuenta que, además, en el álgebra geométrica para estos personajes no existían las magnitudes negativas y que las ecuaciones vienen determinadas por las curvas y no las curvas determinada por las ecuaciones (Boyer, 2007).

Jordano de Nemore –sus fechas de nacimiento y muerte son desconocidas– con una posición aristotélica de la ciencia, en comparación con otros del siglo XIII, se lo considera como el fundador de la escuela medieval de mecánica. A él se le atribuye la primera formulación correcta de la ley del plano inclinado:

“La fuerza que actúa en la dirección de un camino inclinado es inversamente proporcional a su inclinación, donde la inclinación viene medida por la razón de un segmento dado del camino inclinado al segmento vertical que intercepta esa parte del camino, es decir, la razón del «trayecto recorrido» a la «subida realizada»” (Boyer, 2007, pág. 331).

En esta ley del plano inclinado el autor utiliza una proporción geométrica para explicar la existencia de la razón de cambio entre magnitudes físicas, del trayecto recorrido y la subida realizada, las cuales son dos magnitudes pertenecientes a pendiente de la dirección de la fuerza aplicada.

Valga ahora aludir sobre la mecánica medieval del siglo XIV, en donde únicamente se conocía la estática de Arquímedes y la cinemática de Aristóteles. En esta etapa histórica las

ideas de Aristóteles sobre el movimiento no tuvieron modificaciones importantes.

Durante este siglo estos temas se convirtieron en referentes teóricos a estudiar,

cobrando gran importancia en las universidades de Oxford y de París el estudio del cambio en variables físicas en general y del movimiento como caso particular de éste. En Oxford, en el Merlon college lograron deducir la formulación que lleva a la comprensión del cambio uniforme de velocidad, expresada ésta en términos de distancia y tiempo, conocida también, como “regla de Merllon College”, la cual dice:

“Si un cuerpo se mueve con un movimiento uniformemente acelerado, entonces la distancia recorrida será la misma que la que recorrería otro cuerpo moviéndose durante el mismo tiempo con un movimiento uniforme de velocidad igual a la del primer cuerpo exactamente en el punto medio del intervalo de tiempo”. (Boyer, 2007, pág. 336)

En términos actuales es el valor de la media aritmética entre el valor de la velocidad inicial y final de un movimiento uniformemente acelerado.

Entre los físicos de final de la edad media se encuentran dos profesores universitarios Thomas Bradwardine (1295-1349) y Nicole Oresme (1320 - 1382), quienes construyeron una concepción muy amplia y general de la proporcionalidad. En su trabajo de mecánica se encuentra, por ejemplo, “que para un intervalo de tiempo, la distancia recorrida en un movimiento uniforme es directamente proporcional a la velocidad, mientras que para una distancia dada, el tiempo es inversamente proporcional a la velocidad” (Boyer, 2007). Lo que actualmente se deriva de la razón de cambio entre el cambio de posición y el cambio tiempo en el movimiento de un cuerpo.

Oresme, además, realizó un trabajo sobre la cuantificación de las formas variables, entre estas se encontraban “la velocidad de un cuerpo móvil y la

variación de temperatura de un punto a otro en un cuerpo con temperatura no uniforme”, donde se analiza cómo son los cambios de una variable física con respecto a otra. Él va más allá y propone graficar la manera en que estos fenómenos físicos varían –sean estos medibles o no– y que se pueden construir por medio de una cantidad continua representada por un segmento rectilíneo. En consecuencia, planteó que para un cuerpo con movimiento rectilíneo uniformemente acelerado la gráfica que simboliza la velocidad con respecto al tiempo, es una recta horizontal donde cada uno de los puntos son instantes de tiempo (“longitudes”) y para cada punto (o instante) se traza un segmento (“latitud”) perpendicular a la recta, que representa la velocidad en dicho momento. Por los extremos superiores de estos segmentos pasa una recta y si el movimiento tiene unas condiciones particulares, como lo son: un movimiento uniformemente acelerado y además parte del reposo, su grafica será una triangulo rectángulo con su área totalmente cubierta (ilustración 5); donde el área de este representa la distancia recorrida, confirmando así la regla de Merllon College de forma geométrica (Boyer, 2007).

Así mismo, los términos de latitud y longitud utilizada por Oresme son equivalentes a abscisa y ordenada respectivamente, los que se utilizan en la actualidad en nuestro sistema de coordenadas en geometría analítica. De esta manera, la afirmación que hace este autor sobre los extremos superiores es una recta y que implica que tiene una pendiente constante; deja claro que la velocidad cambia en la misma proporción con respecto al tiempo y donde la razón de cambio entre la velocidad y el tiempo es igualmente constante.

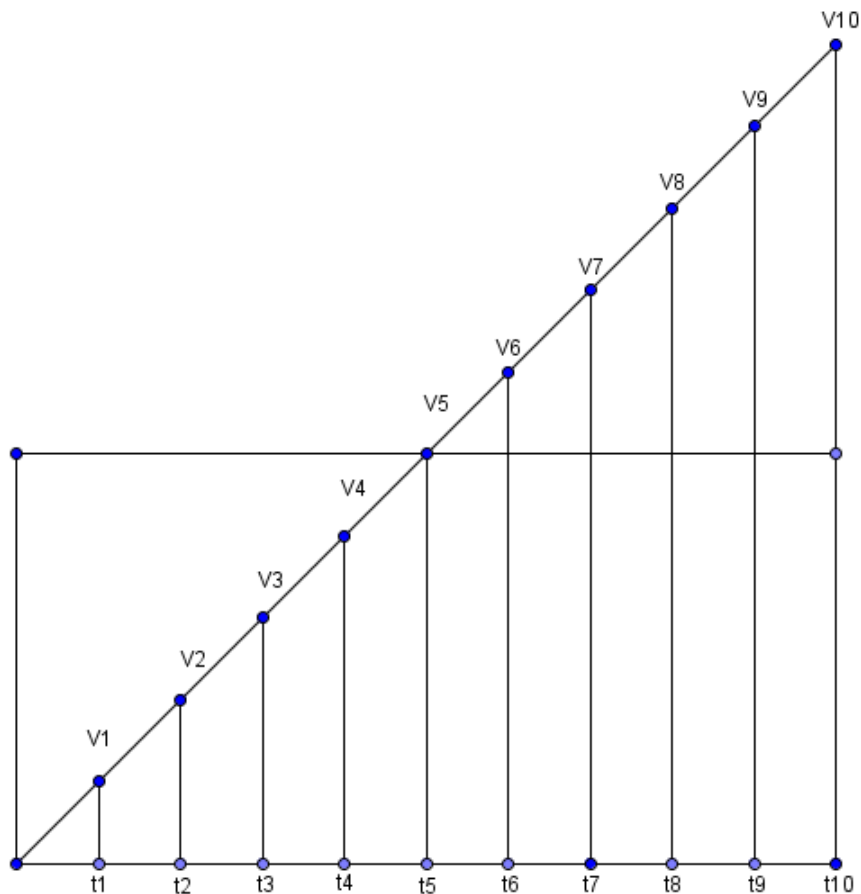


Ilustración 6. La relación de la velocidad y el tiempo de un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado de Oresme.

Leonardo da Vinci (1542-1519) pasa desapercibido con sus logros a nivel de las matemáticas y la mecánica, pero en las notas de sus trabajos –y más específicamente– en las aplicaciones en la ciencia, la técnica y la ingeniería es donde realmente se encuentran los logros de éste. Muestra de ello es el estudio en mecánica que desarrolló sobre la caída de los cuerpos, donde consiguió avances estableciendo lo siguiente: “todo cuerpo pesa en la dirección en que se mueve” y afirmó además “que los cuerpos que caen aumentan su velocidad durante su caída”, evidenciando así que existía un cambio de esta durante el tiempo de su movimiento. Al parecer, reveló como la

fuerza produce sobre los cuerpos una aceleración (la *razón de cambio* entre la velocidad y el tiempo) más que un simple movimiento, en contradicción con las doctrinas Aristotélicas.

Si bien Galileo (1564-1642) se interesó especialmente por la mecánica de los cuerpos en movimiento, su propósito al trabajar en este tema fue descubrir los verdaderos principios de la mecánica, hallando en uno de sus experimentos con una bala de cañón y una bala de mosquete, que éstos tardaban el mismo tiempo en llegar al suelo desde una misma altura, ratificando así la confirmación del resultado que había obtenido Stiven de Brujas (1548-1620) y Grocio (1583-1645) en Delf, un resultado que es contradictorio con las doctrinas Aristotélicas. De la misma manera, Galileo a partir de lo que descubrió Leonardo da Vinci sobre el aumento de la velocidad en la caída de los cuerpos, trató de hallar la ley que producía este fenómeno y planteó varias suposiciones: la primera se refiere a la relación en cada instante de la rapidez y distancia recorrida en su caída, las cuales deberían ser proporcionales; pero encontró que es un error: un cuerpo podría no caer y quedar suspendido en el aire. Después, supuso que la velocidad y el tiempo transcurridos desde el inicio de su movimiento podían ser proporcionales y se tomó el trabajo de comprobar ésta. Para lo cual Galileo pensó:

“Que si esta suposición estaba sólidamente fundada, entonces la velocidad de cada punto sería exactamente el doble de la velocidad media hasta este punto, y esta velocidad media podría obtenerse dividiendo la distancia recorrida por el tiempo invertido en ella”.

(Jeans, 1953, pág. 173)

En el trabajo de Galileo destaca la existencia de las proporciones y las razones de cambio entre variables, en este caso, de velocidad con distancia y de velocidad con el tiempo, pero para

este tiempo no era posible medir directamente ni la velocidad ni el tiempo de caída del cuerpo. Pero él busco la solución modificando una de las máquinas de la época con la que se podía medir el tiempo, la clepsidra (ilustración 6),¹³

mejorando ésta, tomó un recipiente donde dejaba caer el agua y luego la pesaba con buena precisión, pero como los tiempos a medir son extremadamente cortos, volvieron complicada esta medición. Para corregir la situación anterior, extrapoló este experimento a planos inclinados y obtener con esto una reducción de la velocidad de los cuerpos, suponiendo que los dos cumplían la misma ley, como efectivamente ocurre y formular así la ley del movimiento uniformemente acelerado.

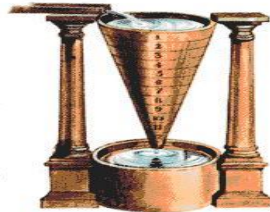


Ilustración 7. . La clepsidra. Tomada de <http://quhist.com/origen-a-lo-largo-historia-termino-clepsidra>.

Una de las consecuencias del descubrimiento de esta ley, fue hacer visible que el efecto de una fuerza no es producir movimiento sino cambiar el estado del movimiento para producir una aceleración o una desaceleración y, si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, se mueve con velocidad uniforme o permanece inmóvil.

De otra manera, Galileo tenía un interés por lo infinitamente pequeño y no por lo infinitamente grande, éste como base para su teoría sobre la dinámica, la cual se plasma en otra

¹³ Proviene del latín **clepsydra**, que a su vez deriva del griego Klepsydra que significa ladrón de agua. De origen mesopotámico, es un instrumento que sirve para medir el tiempo a partir de lo que tarda en caer el agua de un recipiente a otro. <http://quhist.com/origen-a-lo-largo-historia-termino-clepsidra/> recuperado 4 julio 2014

de las contribuciones que realiza en la dinámica del movimiento de proyectiles, donde determina que la componente horizontal del movimiento es uniforme y que

la componente vertical del movimiento es uniformemente acelerado. Con esto demuestra que la trayectoria que describe un proyectil es una parábola, siempre que se desprecie la resistencia del aire.

Si bien es cierto que Fermat (1601 - 1665) y Descartes (1596 - 1650) son considerados filósofos fundadores de la geometría analítica, el segundo está en desacuerdo con algunos aspectos de los experimentos realizados por Galileo sobre la caída libre y más específicamente en la naturaleza del peso, el cual no está especificado, y donde Descartes decía: “Dadme extensión y movimiento y construiré el mundo” (Jeans, 1953). Pero lo que interesa en esta relación académica, es cómo la geometría analítica aparece siendo parte fundamental del avance en el estudio del movimiento y de razones de cambio entre magnitudes geométricas y físicas. Por lo demás, con el descubrimiento de la trayectoria en el movimiento de los planetas, donde Kepler (1571-1630) encuentra que estos se movían en secciones cónicas (elipses), siendo este punto donde la geometría analítica toma su importancia en el estudio de estas curvas y de la mecánica.

Aquí se referencia a Newton (1642 - 1727), dado que en el siglo XVII en las matemáticas se logró un avance considerable con el desarrollo del cálculo infinitesimal, cuya aplicación está dirigida hacia cambios continuos entre variables, como ocurre en la naturaleza, más que a situaciones hipotéticas de los matemáticos. En esencia el cálculo tiene muchas formas, una de ellas, por ejemplo, es hallar el área limitada por una línea curva a partir de la suma de rectángulos inscritos dentro de la gráfica de la curva. Valga referir que fue Newton quien en primer lugar interviene logrando el mayor avance en el cálculo, inicialmente lo llamó el “método de

fluxiones”, donde una cantidad x , la cual nombró como “fluente” (lo que actualmente se llama función) o una cantidad variable, que cambia continuamente con el tiempo. Describe la variación de la cantidad como la “fluxión” (derivada de la función), y la nombraba como \dot{x} . Por ejemplo, la fluente x varía de manera que cuando transcurre el tiempo en t segundos, da como resultado at^2 para cualquier valor de t , ésta fue la ley que encontró Galileo para el movimiento de los cuerpos en un plano inclinado (movimiento rectilíneo acelerado). Newton divide el tiempo t , en la variable en la ocurre el cambio, cada uno de ellos de duración infinitamente pequeña, o , planteando que luego de un tiempo t transcurre otro momento de duración o . Plantea que durante este intervalo, x se incrementa en ox y como consecuencia hay una variación de $at^2 + ox$. Como el tiempo total es $t + o$ debido al tiempo transcurrido, entonces la variación de x deber ser $a(t + o)^2$, realizando la operación algebraica esto queda $at^2 + 2at + ao^2$. Puesto que éste debe ser igual a $at^2 + o\dot{x}$, el valor de \dot{x} es $2at + ao$. El último término, ao tiende a cero, siendo esto eliminado de la ecuación, se obtiene a $2at$ como la fluxión de at^2 . Entonces a modo de conclusión, si un cuerpo cae una distancia at^2 en su recorrido, en un tiempo t , entonces $2at$ debe ser la velocidad que tiene el cuerpo al caer (Jeans, 1953).

En su trabajo Newton incursiona en el estudio del movimiento de los cuerpos a partir del cálculo infinitesimal, donde lo que él llama fluente es lo que se entiende actualmente como función y la fluxión, siendo la derivada de la función; es en este último término, donde se encuentra que el estudio del movimiento de Newton tiene en cuenta la razón de cambio entre la variable de posición y como cambia esta con respecto al tiempo, pero, llevando esta última variable a un cambio infinitamente pequeño.

Leibniz (1646-1716), con quien Newton se disputaba quien era el creador del cálculo, puesto que ambos habían trabajado paralelamente sobre el tema, pero al

final la disputa no tubo ganador. Lo importante del trabajo de Leibniz es la notación que le dio al cálculo, donde Newton había escrito ox para designar el incremento de x , Leibniz escribía $(dx/dt)dt$, o, más sencillamente dx . Donde ésta es la notación que utiliza actualmente. Leibniz también abrevio al mismo tiempo el pensamiento y la escritura; y proponía que la variación no debe depender únicamente con el tiempo, dando la posibilidad de que las razones de cambio se puedan dar entre otro tipo de variables (Jeans, 1953).

Para terminar este retrospectiva, cabe anotar que el progreso en mecánica (cinemática) se da en el siglo XVIII con Galileo y con Newton, abriendo éstos el camino: el primero, la estudió a partir de la Geometría Analítica, con la cual se posibilita interpretar los resultados obtenidos de un movimiento de un cuerpo, y el segundo, a partir del cálculo, donde éste direcciona a la investigación sobre el movimiento de un cuerpo. Con ambos métodos se puede llegar a determinar la posición, la velocidad y la aceleración de un cuerpo en un tiempo determinado sin confusión, teniendo en cuenta que en cualquiera de los dos modelos son de suma importancia la razones de cambio para encontrar la cantidades físicas antes mencionadas, reafirmando la importancia de este concepto y la utilidad en este trabajo de investigación, pues, son uno de sus ejes centrales.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Capítulo 2. Planteamiento del Problema

2.1 Descripción del problema

En la enseñanza de cualquier área se encuentran conceptos que parten de definiciones “definiciones básicas”, que si no son claras y no están bien interiorizados podrían generar una base errónea para la adquisición de nuevos conceptos; en matemáticas y en física se encuentra un concepto que cumple con esta característica: *la razón de cambio*; sobre el que existen diferentes referentes teóricos (Allain, R., & Beichner, R., (2004); Doorman & Gravemeijer (2009); Taşar, (2010)), éstos autores lo ven como un obstáculo cuando no es aprendido de forma significativa. Al respecto, se hallan investigaciones que dan cuenta por qué este concepto presenta inconvenientes en matemáticas, por ejemplo, Azcárate (1990), centrada en el estudio de los esquemas conceptuales de los alumnos y referida a tres conceptos fundamentales relacionados con la noción de derivada: la pendiente de una recta, la velocidad instantánea de un movimiento variado y la tasa instantánea de variación de una función, siendo éste último, el aspecto que interesa para esta investigación. De la misma manera, Cortés (2006) utilizó un *software* diseñado y desarrollado por él donde propone un acercamiento funcional al concepto de derivada. En éste se resalta el aspecto gráfico y numérico de lo que es una razón de cambio y, es aquí, donde el autor realizó la investigación con 5 estudiantes de educación media para determinar si un acercamiento de tipo numérico les permitiría a estos tener un mejor entendimiento de lo que es una razón de cambio, que servirá como preámbulo al entendimiento del concepto de derivada.

En el área del conocimiento de la física, también se encuentra diferentes investigaciones que

dan cuenta de la dificultad planteada anteriormente, como las siguientes: Doorman & Gravemeijer (2009) presentan una secuencia de instrucción que tiene por

objeto apoyar a los estudiantes en el aprendizaje de los principios básicos de *la razón de cambio y la velocidad*. El proceso de conjetura de la enseñanza y el aprendizaje se supone que debe garantizar que los conceptos matemáticos y físicos se fundamentan en la comprensión que tienen los estudiantes en situaciones cotidianas. En el 2010, Taşar, refiriéndose a la razón de cambio, afirmó:

“Esto también es un ejemplo que ilustra que un concepto matemático más “simple” (es decir, razón de cambio) para el experto puede llegar a ser un fenómeno complejo, si se integra en un concepto físico (es decir, la aceleración), que constantemente se encuentran como un error conceptual entre los alumnos en los distintos niveles” (Taşar, 2010, p. 469).

Allain & Beichner (2004), en su propuesta de investigación pretenden analizar como una posible causa de la dificultad que poseen los estudiantes de relacionar el cambio de potencial eléctrico con el campo eléctrico, a la falta de comprensión que ellos tienen sobre el concepto de razón de cambio.

Las investigaciones de Allain, R. & Beichner, R.(2004), Doorman & Gravemeijer (2009) y Taşar, (2010) coinciden en que la razón de cambio es un obstáculo conceptual y de suma importancia para el estudio de la física.

Además, en la experiencia como docente, el concepto de razón de cambio es una noción que pasa de forma mecánica y desapercibida por los alumnos, quienes no consiguen

interiorizarlo; impidiendo que sea significativo para ellos. Esto es muy visible cuando se aborda el estudio de la física con el análisis y la descripción del movimiento de los cuerpos en el contexto de la cinemática, donde se inicia el estudio de la razón de cambio en los conceptos de velocidad y de aceleración; observando la dificultad por parte de los alumnos para comprender de qué manera cambian estas variables de posición y velocidad con relación al tiempo. Es en este aspecto donde la presente investigación se enfoca: en determinar una posible solución al integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación y el Software Tracker¹⁴ para una mejor comprensión del concepto.

En la investigación realizada por Díaz Moreno (1998) a unos docentes centrado en fracciones, razones y proporciones, encontrando en éste que los mismos educadores tienen concepciones erróneas sobre estos conceptos; hallando también entre los alumnos que el manejo de desde lo conceptual y procedimental requiere afinamiento y de allí las dificultades para entender el concepto de razón de cambio.

De acuerdo a los resultados hallados por Cortes (2006) se apoya esta investigación, la cual está mediada con el Tracker (Brown, 2011), un *software* que permite analizar vídeos de cuerpos en movimiento, realizar gráficos y tablas de datos de relación entre variables, factores que posibilitaron trabajar el concepto de razón de cambio y realizar una intervención que pretende mejorar la comprensión de este concepto y además que este no se convierta en un obstáculo conceptual para el aprendizaje de la cinemática.

¹⁴ Ver Fase V: Materiales de la clase.

La pregunta que orienta la investigación es:

Facultad de Educación *¿Cómo una propuesta didáctica fundamentada en la Teoría de la Actividad Instrumentada y apoyada en el software Tracker puede favorecer el aprendizaje del concepto de razón de cambio?*

2.2Objetivos

2.2.1 Objetivo General

Analizar cómo una propuesta didáctica fundamentada en la Teoría de la Actividad Instrumentada y apoyada en el software Tracker favorece el aprendizaje del concepto de razón de cambio.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Describir algunas características de los momentos de la génesis instrumental por el uso del Tracker en el estudio de la razón de cambio.
- Identificar la evolución de los esquemas de uso que se presentan en el proceso de aprendizaje del concepto de la razón de cambio desde el contexto de la cinemática.

2.3Justificación

En el estudio de la mecánica y más específicamente de cinemática hay una serie de conceptos fundamentales que deben aprehenderse con claridad para el estudio de ellas, como son:

distancia, posición, tiempo, trayectoria, desplazamiento, sistema de referencia, rapidez, velocidad y aceleración. Los dos últimos son conceptos que en su

definición dependen de una razón de cambio, donde éste, no es un concepto que los libros de física de autores como Giancoli (1997); Serway (1997); Sears, Zemansky, Young, & Freedman (2004) y Hewitt (2007), trabajan previamente, sólo aparece en las definiciones de velocidad y aceleración como por “arte de magia”, asumiendo que los lectores ya tienen claro el concepto de razón de cambio, pero según las investigaciones de Doorman & Gravemeijer (2009) y Taşar (2010) mencionadas anteriormente, no es así y es una posible causa de dificultades, siendo necesario abordar este concepto con toda claridad al referirse a las nociones de velocidad como de aceleración en el contexto de la cinemática.

Por ejemplo Giancoli (1997), define “la velocidad media como el desplazamiento sobre el tiempo transcurrido $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,” (pág. 22). Él se preocupa por explicar en esta definición que es *desplazamiento*, pero en ningún momento hace referencia a que éste es una razón de cambio. No obstante, cuando define la velocidad instantánea como $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$, donde considera a $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ como una relación entre dos variables y no como una razón de cambio, incurre el autor en un error conceptual. Entre tanto, a la aceleración media la define como: “la tasa de cambio de la velocidad, o el cambio de velocidad dividido entre el tiempo” (pág. 24), pero en su elaboración conceptual no hace referencia a que es una “tasa de cambio”. En cuanto a la aceleración instantánea la define como $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$, encontrando aquí que no hace ningún tratamiento al concepto de razón de cambio de $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ y únicamente se enfoca en mostrar cuál es la diferencia entre velocidad y aceleración.

El trabajo presentado por Serway (1997), con respecto al concepto de velocidad y aceleración no es muy diferente al del autor anterior, “la velocidad promedio de la partícula la define como la razón de su desplazamiento Δx y el

intervalo de tiempo Δt , donde $\bar{v} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$, (pág. 24), empero, su conceptualización se

preocupa por hacer entender al lector la diferencia entre distancia y desplazamiento, pero no dice nada de la razón de cambio de $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ y luego trata a este cociente como la pendiente de la recta.

Además “la velocidad instantánea, v , es igual al valor límite del cociente $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ conforme Δt se

acerca a cero. Luego, a $v \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$, (pág. 26), la concibe como una derivada y traslada

este concepto hacia el cálculo diferencial. La aceleración media la define como $\bar{a} \equiv \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$

, en la argumentación de esta ecuación, nuevamente no se menciona que es una razón de cambio,

el autor deja claro al lector cuales son las unidades de medida que tiene la aceleración. Luego,

cuando llega a la aceleración instantánea, hace el mismo tratamiento que con la velocidad

instantánea y llega a que esta es la derivada de la velocidad con respecto al tiempo y esta es la

pendiente de la recta en un gráfico de velocidad respecto del tiempo, donde “se puede interpretar

la derivada de la velocidad con respecto del tiempo como la *tasa de cambio de la velocidad*”

(pág. 29), pero no hace ningún referente sobre que es la tasa de cambio (o razón de cambio).

Sears et al (2004), definen la velocidad media “como una cantidad vectorial cuya componente en x es el cambio de x dividido entre el intervalo de tiempo” (pág. 41) o “con mayor

precisión: es la componente en x del desplazamiento, Δx , dividida entre el intervalo Δt en el

que ocurre el desplazamiento.... $v_{med-x} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, (pág. 42), al igual que el autor anterior,

ve la razón de cambio como pendiente de la recta en un gráfico de posición respecto del tiempo

y trata este concepto como un cociente entre dos variables. En cuanto a “la velocidad instantánea” es el límite de la velocidad media cuando el intervalo de tiempo se acerca a 0; es igual a la tasa instantánea de cambio de posición con el

tiempo.... $v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$,” (pág. 44), los autores en su conceptualización se enfocan en el

carácter vectorial de estos dos tipos de velocidades y se olvidan de la razón de cambio porque no la mencionan dentro de su explicación. El tratamiento que los autores le dan al concepto de aceleración media e instantánea es similar al que le dieron a las velocidades, encontrando en ellos una preocupación más por el carácter vectorial de estos conceptos y enfocando sus explicaciones en ese sentido y obviando por completo la razón de cambio que se encuentra en éstos.

A diferencia de los autores mencionados anteriormente, Hewitt (2007) realiza un trabajo conceptual en la divulgación de la física y la formulación matemática; en su libro es escasa la definición de velocidad y la construye a partir del concepto de rapidez media que tiene un cuerpo en su movimiento, detallándola como: “Rapidez media = $\frac{\text{distancia total recorrida,}}{\text{tiempo de recorrido}}$ ” (pág. 42).

Entonces, para definir el concepto de velocidad lo hace de la siguiente forma: “cuando se conoce tanto la rapidez como la dirección de un objeto, estamos especificando la velocidad” (pág. 43), luego, en esta definición aclara que ella es una cantidad vectorial por tener una magnitud y un sentido. En su definición de aceleración, la toma desde el punto de qué tan rápido cambia la velocidad y la expresa como $\text{aceleración} = \frac{\text{cambio de velocidad}}{\text{intervalo de tiempo}}$. Además plantea que “la

aceleración no es tan sólo el cambio total de la velocidad: es la *razón de cambio* de la velocidad con respecto al tiempo, o el *cambio de velocidad por segundo*” (pág. 45). De los autores

mencionados Hewitt es el único que hace énfasis en el concepto de razón de cambio. Pero no se queda ahí, también presenta a modo de reflexión, lo siguiente:

“Un concepto que confunde mucho y que quizá sea el más difícil que se encuentra en este libro es “qué tan rápido cambia la rapidez”, que es la aceleración. Lo que hace tan complicada a la aceleración es que es una razón de cambio de una razón de cambio. Con frecuencia se confunde con la velocidad, que es en sí una razón de cambio (la razón de cambio de la posición). La aceleración no es velocidad, ni siquiera es un cambio de velocidad. La aceleración es la razón de cambio con la que cambia la velocidad misma.” (Hewitt, 2007, pág. 51)

La relación entre velocidad y aceleración conceptualmente no es simple, como lo menciona el autor anterior y genera una tendencia entre los estudiantes a confundir los dos conceptos, estos experimentan dificultades, hasta cierto punto, porque ambos conceptos involucran razones de cambio, además los estudiantes tardan un tiempo en reconocer el hecho de que la aceleración no tiene una relación directa con la velocidad, si no con el cambio de la velocidad en el tiempo (la razón de cambio de la velocidad). También se observa que los textos de física no hacen un preámbulo sobre *el concepto de razón de cambio*, es necesario que el docente realice una revisión y un trabajo previo de este concepto antes de iniciar el estudio de la mecánica y reforzarlo durante el trabajo de ésta.

Abordar el concepto de razón de cambio se puede realizar desde lo conceptual, lo gráfico y lo matemático. En cinemática se puede trabajar desde el análisis de movimiento de un cuerpo con su descripción conceptual, las gráficas particulares, ecuación de movimiento y la tabla de datos de las diferentes variables implicadas en este. Trabajar todos estos componentes de una

forma integrada, es posible mediante el análisis de vídeo con el software Tracker, que nos permite realizar lo descrito anteriormente. El Software es una

herramienta de las TIC, con la cual se puede alcanzar un conjunto de habilidades o competencias; las TIC son consideradas como un agente de cambio con impacto revolucionario (McFarlane et al, 2000). En consecuencia, se utilizó por parte del docente las TIC para abordar el tema de investigación y apoyándose en estudios que ratificaron que el uso de estas herramientas mejora el ambiente de enseñanza y aprendizaje.

Con el software Tracker se diseñó una propuesta de trabajo de laboratorio que implicó la utilización del concepto de razón de cambio para el análisis y solución de éste, aplicando las diferentes representaciones gráficas que permite dicho software. Se utilizó también, para este fin, una metodología de trabajo colaborativo donde los estudiantes hacen parte activa de este proceso, intervención que pretende un aprendizaje del concepto de razón de cambio y las implicaciones que tiene en conceptos que dependen directamente de éste.

Para fundamentar el trabajo del estudiante mediado por las TIC en el aula, nos apoyamos en la Teoría de la Actividad Instrumentada (Verillon & Rabardel, 1995), cuyos fundamentos base están ubicados en las ideas de Vygotsky (1979) y Kozulin (2000), las cuales son el desarrollo del estudio del papel de los instrumentos en el aprendizaje y se constituyen en una fuente importante para que el trabajo se desarrolle desde un abordaje instrumental. Un aspecto crucial en este trabajo fueron las herramientas como determinantes de la forma en que se realiza la actividad humana. Para este caso tenemos elementos como las cámaras digitales, cámaras de vídeo, el software Tracker o las computadoras, pero también, recurrimos a las herramientas cognitivas como el lenguaje o el simbolismo algebraico. La Teoría de la Actividad Instrumentada apunta a cómo el estudiante realiza un proceso y convierte todos estos

elementos de manejo común en instrumentos de aprendizaje, siendo importantes a la hora de verificar y evaluar su propio aprendizaje a partir de las TIC. Además,

el componente pedagógico de la investigación va a estar dirigido a partir de la Orquestación instrumental (Trouche, 2004), la cual se encarga de unir todos los artefactos, documentos, ambientes de aprendizaje y al recurso humano como una “orquesta” que funcione en caminata a cumplir los objetivos propuestos en la investigación. Es necesario que todos los elementos estén presentes en el aula de una forma ordenada, que cada uno de ellos cumpla su función, tengan una relación y se complementen con los otros, porque ninguno de ellos puede actuar como agente suelto y, es aquí, donde esta teoría interviene para darle sentido a las TIC, a los laboratorios que se van a aplicar, a la intervención del docente y al trabajo de los alumnos, en suma, todo como un solo conjunto.

Por todo lo anterior, esta propuesta investigativa es de gran utilidad para el sistema educativo y apunta al mejoramiento del desempeño de los estudiantes; puesto que le brinda a los docentes de las áreas de matemáticas y física una alternativa experimental e introduce una herramienta importante que contribuye a elevar el nivel de desempeño de los alumnos, motivándolos en los procesos de clase, interacciones en el aula y, sobre todo, busca mejorar la internalización de conceptos claves con los cuales se disminuirían los índices de repitencia y deserción.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Capítulo 3. Referentes Teóricos

3.1 Referentes Teóricos

La presente investigación indaga por las formas en que se desarrolla el proceso de génesis instrumental, en un grupo de estudiantes de Física Biológica I, de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en el estudio de la razón de cambio, cuando se integran las TIC al aula de clase y profundiza en la *Teoría de la Actividad Instrumentada*, mostrando los conceptos que son básicos para el desarrollo de esta investigación al respecto ballesteros (2007):

“Investigaciones recientes muestran que la tecnología tiene un impacto positivo dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, cuando se revisan las teorías educativas más comunes como constructivismo, conductismo, resolución de problemas, teoría de los campos conceptuales, teoría de las situaciones didácticas, entre otras, se percibe una sensación común que está ligada al hecho de que parecen resultar insuficientes cuando se desea analizar con precisión cuál fue el impacto que efectivamente se le puede adjudicar a la tecnología en función de lo que los estudiantes aprendieron, es decir, determinar cuánto pesó el uso de la tecnología en el aprendizaje. Conocer el papel que juega la tecnología dentro de los procesos educativos como enseñanza y aprendizaje, permite justificar si la tecnología puede hacer una diferencia importante, o si por el contrario, prescindir de ella resulte ser la alternativa más viable”.(pág. 126)

En primer lugar se hace referencia es la teoría de los Instrumentos Psicológicos y el Aprendizaje Mediado propuesto por Lev Vygotsky (1975), en un tiempo donde las TIC no eran

protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje como lo son hoy en día, en segundo lugar la teoría de la Actividad Instrumentada una teoría neo-Vygotskyana propuesta por de Pierre Verillon y Pierre Rabardel (1995). Y en tercer lugar la Orquestación Instrumental de Luc Trouche (2002) que permite dinamizar las propuestas respecto de los procesos en el aula de clases de física. A continuación se describen a cada uno ellos y sus aportes a este trabajo.

3.2 Teoría de los Instrumentos Psicológicos

La teoría de Vygotsky está cimentada en el aprendizaje como una construcción de forma social y de relaciones socioculturales, donde el conocimiento, la experiencia y los instrumentos simbólicos se transmiten de generación en generación y no por herencia biológica. Se resalta entonces la importancia de instrumentos psicológicos como signos, símbolos, textos, entre otros, que ayudan a dominar las funciones mentales superiores como la percepción, la memoria, la memoria, atención, etc.

Para Vygotsky el proceso de aprendizaje por parte de los seres humanos en su entorno social y cultural, donde el individuo se apropia de los instrumentos simbólicos y los métodos de acción existentes en su cultura. Además se apoya en el aprendizaje mediado; que sucede cuando el docente –como guía del aprendizaje– le modifica las condiciones de interacción del entorno al estudiante por medio de objetos y procesos externos para interferir y provocar cambios en éste. En la teoría de la actividad mediada se establecen procesos mentales superiores de orden social y que poseen tres clases de mediadores: instrumentos materiales (signos e instrumentos),

instrumentos psicológicos (actividades individuales) y mediación de otras personas. Se presentan ahora las diferentes definiciones para los tres mediadores

Instrumentos materiales: son una formación artificial de tipo social, está dirigida a controlar procesos de la naturaleza y sirven como conductores de la actividad humana orientada a objetos, con una influencia directa sobre los procesos psicológicos. Estos Instrumentos “No existen como utensilios individuales; presuponen un empleo: ser colectivos, una comunicación interpersonal y una representación simbólica” (Kozulin, 2000).

Instrumentos psicológicos: son una formación artificial de tipo social, está dirigida a mediar entre el humano y el objeto de la acción, dominando los procesos cognitivos y conductuales del individuo, además, se orientan hacia el interior y transforman los procesos psicológicos naturales internos en las funciones mentales superiores. Estos instrumentos son recursos simbólicos (signos, símbolos, textos, formulas, medios gráficos-simbólicos), los cuales pueden generar nuevas funciones psicológicas que tienen origen sociocultural y cuya naturaleza es supraindividual; cuando llegan a ser de orden superior constituyen el requisito necesario para que la enseñanza normal tenga éxito.

Mediación de otras personas: se propone desde dos puntos de vista, el primero, el desarrollo del ser humano tiene inicialmente un nivel social entre personas o interpsicológico y luego un nivel individual o intrapsicológico; en el segundo, es la mediación de las otras personas como parte fundamental en la adquisición de significados.

“Los instrumentos psicológicos de Vygotsky junto con la teoría de la instrumentación desarrollada por Verillon y Rabardel, conforman una construcción teórica alternativa



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

basada en los resultados de serias investigaciones que han sido lideradas por reconocidos investigadores y pedagogos del ámbito internacional, que buscan explicar cómo la tecnología influye en el aprendizaje de las personas, donde a partir de estas explicaciones, se pueda sugerir posibles recomendaciones de cómo potenciar su uso en la formación y modificaciones de los esquemas mentales del aprendiz” (Ballestero pág. 126).

Permitiendo conformar un con grupo de conceptos que permiten estudiar los artefactos de orden tecnológico que están hoy en día a disposición de los maestros y estudiantes.

3.3 Teoría de la Actividad Instrumentada

La Teoría de la Actividad Instrumentada (TAI) aporta elementos para entender cómo las Tecnologías de la Información y la Comunicación pueden apoyar la investigación de la enseñanza de la física mediada por tecnología, específicamente dirigida al *concepto de razón de cambio*.

Verillon y Rabardel (1995) toman conceptos mencionados por Vygotsky y adicionan algunos como sujeto, objeto y esquema de uso, que permiten dar solidez a los procesos de aprendizaje, al respecto en la tabla 1 se presentan algunas definiciones y cómo se entienden desde la investigación.

Concepto	DEFINICIÓN	Desde esta investigación
Sujeto	<i>Se refiere al individuo o grupos de individuos que se desenvuelven en la acción</i>	Los casos que participan en la investigación
Objeto	<i>Hace alusión a la entidad hacia donde se dirige la acción del sujeto utilizando un artefacto.</i>	El concepto de razón de cambio, en el contexto de la cinemática.
Instrumento	<i>Está compuesto por el artefacto unido con los esquemas de uso (constructo psicológico).</i>	A partir del software Tracker como construyen su conocimiento.

Tabla 1. Conceptos triada característica de situaciones de la actividad instrumentada.

La tecnología es un elemento partícipe activo en la educación, pero al estar incluida en ésta no se convierte de inmediato en instrumento de aprendizaje y de enseñanza, debe darse una apropiación de sujeto hacia la tecnología, para que luego se convierta en instrumento y medie entre el sujeto y el objeto de estudio (lo que se quiere aprender), por eso se hace necesario tener claro cómo se relacionan estos elementos entre sí (ilustración 8).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

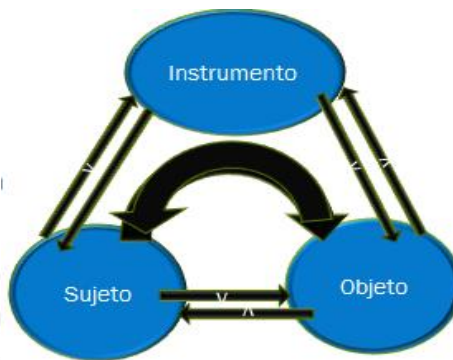


Ilustración 8. Modelo SAI: la triada característica de situaciones de la actividad instrumentada (Verillon & Rabardel, 1995).

La relación presentada en la ilustración 8, muestra la triada presentada por Verillon & Rabardel (1995) de las situaciones de la actividad instrumentada (SAI), donde afirman:

A diferencia de los habituales modelos de interacción bipolar sujeto-objeto, pone de relieve el estado intermedio del instrumento y tiene en cuenta las múltiples relaciones que unen los tres elementos constitutivos de las situaciones de actividad instrumentada. En efecto, más allá de interacción directa sujeto-objeto, otras interacciones deben tenerse en cuenta: las interacciones entre el sujeto y el instrumento, las interacciones entre el instrumento y aquello sobre lo cual permite la acción a seguir y, por último, la interacción sujeto-objeto mediada por la instrumento (pág. 85).

Como caso particular se tiene la triada **Sujeto - Tracker -Razón de cambio**, donde las relaciones existentes entre estos elementos son fundamentales en esta investigación. La relación **Sujeto - Tracker** está dirigida a la apropiación del sujeto hacia el artefacto, encontrando en este sus potencialidades y limitaciones y convertirlo en un instrumento. La relación **Tracker-Razón de cambio** está dirigida hacia la acción que se realiza para comprender el concepto. Por consiguiente, **Sujeto -Razón de cambio** mediada por **Tracker**, permita apreciar cómo el sujeto se apodera del concepto a partir de la mediación del instrumento.

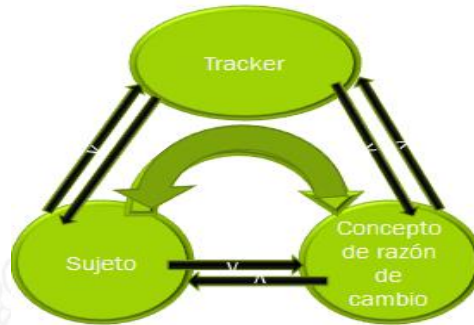


Ilustración 9. Modelo SAI ajustado a este trabajo (Triada sujeto - Software Tracker - Razón de cambio).

Otro aporte de la Teoría de la Actividad Instrumentada es el concepto de **génesis instrumental** cuando un artefacto se convierte en instrumento, en este proceso existen conceptos como: artefacto, instrumento y otros que se definen a continuación:

La tabla 2 define los elementos que conforman la génesis instrumental

Concepto	Definición	Desde la investigación
Artefacto	<i>Un dispositivo que puede ser material; por ejemplo un lápiz, un computador, una carta, etc.; o simbólico, por ejemplo una figura, un gráfico, entre otros, los cuales son usados como medio de acción por el sujeto.</i>	Computadores, cámaras, software Tracker como medio para realizar análisis de vídeo, mediar y analizar su evolución.
Instrumento	<i>Está compuesto por el artefacto unido con los esquemas de uso (constructo psicológico).</i>	A partir del Software Tracker como construyen su conocimiento.



Esquema de uso

Es una organización invariante de comportamiento por parte de los sujetos para una clase de situaciones determinadas, es decir, el sujeto aplica el mismo esquema para las actividades que son similares; lo cual permite observar el invariante en la conducta de éste.

La forma en la que el estudiante utiliza el software Tracker, para analizar vídeos de cuerpos en diferentes tipos de movimiento y laboratorios.

Tabla 2. Elementos de la génesis instrumental.

La relación que da vida a la génesis instrumental se puede observar en la siguiente ilustración:

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



Génesis Instrumental



Ilustración 10. Génesis Instrumental.

Entonces teniendo en cuenta que el artefacto y el instrumento no son iguales, y que el primero es un dispositivo creado por el hombre y el otro es un constructo psicológico, entonces, para que un artefacto se convierta en instrumento debe pasar por un proceso histórico, que se denomina génesis instrumental, donde se tienen en cuenta los esquemas de uso tanto individuales, como la adquisición de sociales ya existentes. **La génesis instrumental**, está compuesta por dos etapas, una de ellas es **la instrumentalización**: donde el sujeto hace un acercamiento al artefacto y centrándose en este, conoce sus características, encuentra sus limitaciones y potencialidades, y son estas últimas las que posibilitan la transformación en esquemas de uso para esta propuesta de trabajo a partir del software Tracker. La segunda etapa es **la instrumentación**, la cual está ligada a la anterior de forma directa, dado que está dirigida hacia el sujeto y su manejo operativo del artefacto se da a partir de la etapa anterior. Esta etapa

está dirigida hacia lo cognitivo, a lo interno del sujeto y a la manera cómo éste adquiere esquemas de acción instrumentada en la solución de tareas específicas

De otro lado, en la investigación se contó con el componente pedagógico presente en los procesos de enseñanza aprendizaje para saber cómo interactuaban y se relacionaban éstos, para lo cual se tuvo en cuenta los conceptos planteados en la orquestación instrumental por Trouche (2004).

3.4 Orquestación instrumental

En el aula de clase se cuenta con una serie de recursos como guías de laboratorio, presentaciones en PowerPoint, vídeos, libros y demás artefactos entre otros, que son incluidos en las intervenciones por parte del docente investigador relacionando la tecnología con otros elementos propios de una clase.

La orquestación instrumental está dirigida a cómo el docente organiza los diferentes artefactos y recursos documentales que tiene, puesto que estos no se reducen únicamente a la utilización sino que apuntan a los objetivos de una forma intencional y apoyan la génesis instrumental de los estudiantes.

Se entiende en esta investigación por *orquestación instrumental*, aquellos recursos que el docente investigador construye para configurar una clase y guiar a sus participantes a establecer instrumentos a partir de los artefactos planteados para ésta. Dichos recursos se diseñan también para regular el espacio y el tiempo utilizados para este fin (Trouche, 2004).

Consecuentes con lo anterior, se puede afirmar que una orquestación debe estar ligada al ambiente de aprendizaje y a una situación determinada, en este caso,

primero al aula de clase, a la sala de sistemas y, segundo, a la enseñanza de la física. La propuesta didáctica debe considerar la dificultad del manejo de los artefactos disponibles y posibilitar la reflexión de los estudiantes durante cada actividad. Pero, además se debe tener en cuenta la relación entre el componente tecnológico, el disciplinar y el didáctico (Gueudet & Trouche, 2009).

Para esta investigación la orquestación instrumental se diseña teniendo presente un Ambiente Virtuales de Aprendizaje (AVA) y considerando cuatro elementos para integrar adecuadamente los artefactos en los procesos de enseñanza: la diversidad de los artefactos, las instrucciones de uso, el objeto de conocimiento (la razón de cambio en el contexto de la cinemática) y una actividad práctica (el análisis de vídeo de diferentes movimientos). Como consecuencia la importancia de la orquestación instrumental radica en la articulación de los instrumentos vistos como un sistema y esa es, precisamente, la tarea que ha de asumir el maestro investigador.

Respecto del proceso de génesis instrumental (Trouche, 2004 citado por Ruiz), Señala que “la instrumentación y la instrumentalización no son procesos independientes, *pero que su separación permite, observar el proceso de génesis instrumental*, lo cual será un punto de partida para analizar este proceso en el estudio” del concepto razón de cambio cuando se articuló: las TIC al aula de física, en consecuencia se hace necesario analizar tanto el proceso de instrumentalización, como el proceso de instrumentación. Y según Trouche (2002) existen diferentes estadios para este proceso:

1. Descubrimiento y selección: este ocurre cuando el sujeto advierte las funcionalidades de un componente de la herramienta; por ejemplo, la tecla de un computador.

2. Personalización: tiene que ver con la libertad de adecuación de la herramienta a las posibilidades del sujeto, por ejemplo el desplazamiento “del cursor” del computador utilizando la tecla “tab” en lugar de utilizar el mouse.

3. Transformación del artefacto: esta se puede dar en direcciones no planeadas por el creador del mismo, por ejemplo la modificación de la barra de herramientas. (Trouche, 2002)

Por medio de la teoría de la actividad instrumentada, se tiene la posibilidad de observar y describir cómo los estudiantes interactúan en ambientes de aprendizaje¹⁵, con diferentes artefactos, y que apoyados en la orquestación propuesta por el maestro, se convierten en el estadio ideal para estudiar los procesos de génesis instrumental por parte de los estudiantes y en consecuencia permitiría analizar de primera mano los procesos respecto del objeto de conocimiento mediado por TIC, en esta investigación los procesos respecto de la razón de cambio.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

¹⁵ Comprendido también como ambiente educativo porque “[...] se instaura en las dinámicas que constituyen los procesos educativos y que involucran acciones, experiencias, vivencias por cada uno de los participantes; actitudes, condiciones materiales y socio-afectivas, múltiples relaciones con el entorno y la infraestructura necesaria para la concreción de los propósitos culturales que se hacen explícitos en toda propuesta educativa” (Duarte, 2003, p. 6).

Capítulo 4. Diseño Metodológico de la Investigación

Facultad de Educación 4.1 Enfoque

Esta investigación es de enfoque cualitativo: se refiere a la indagación que produce datos descriptivos, los cuales se pueden extraer de las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable (Bogdan & Taylor, 2000). Donde esta toma importancia para poder acercarse a la realidad social (Galeano, 2010) de un grupo de estudiantes con los cuales se realizará una intervención, aplicando una serie de herramientas de diferente índole, donde éstas posibiliten extraer información a la luz del marco teórico, dar respuesta a la pregunta de investigación y se lleven a cumplir con los objetivos planteados en ésta. El enfoque en este trabajo toma importancia en la relación entre el investigador y los investigados, donde el primero tiene poco control sobre los eventos que ocurran con los segundos, además el contexto de trabajo es en la vida real y con aplicación de TIC, por estos aspectos que este enfoque estará acompañado de un tipo de investigación específica como lo es el estudio de caso.

4.2 Tipo de investigación: Estudio de caso

La investigación se realizó dentro de un contexto real, educativo y con una estrategia de investigación social cualitativa, con estas condiciones lo más apropiado fue un estudio de casos (Galeano, 2010). Stake (1998) define éste de la siguiente forma: “El estudio de caso es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes” (Stake 1998. p 11).

En esta investigación se implementó un estudio de caso colectivo (Stake, 1998), por el interés que se centra en una población de la cual se seleccionaron varios casos que luego fueron estudiados con rigor; los insumos para ésta se recogieron a partir de una observación participante, compuesta por tres momentos, el primero la preparación, donde se elaboraron las herramientas que se emplearon en el segundo, que es la implementación y con esta información el análisis de la misma, que es el tercero. Las herramientas a elaboradas para este fin fueron: una encuesta, una entrevista individual y laboratorios, además, toma de vídeos, todo esto con el fin de describir la caracterización de la apropiación y uso de la Teoría de la Actividad Instrumentada en la enseñanza del *concepto de razón de cambio*, por medio del software Tracker (Brown, 2011).

4.3 Población

La población correspondió a un grupo de estudiantes del espacio de formación de física biológica I, pertenecientes al programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en la ciudad de Medellín, Colombia, con los cuales se implementó una propuesta didáctica que tuvo como propósito afianzar el aprendizaje del *concepto de razón de cambio*; la propuesta didáctica estuvo apoyada en la Teoría de la Actividad Instrumentada y mediada por el software Tracker.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

4.4 Selección de casos

Se seleccionaron cuatro (4) casos, siendo estos típicos y representativos, teniendo en cuenta que fueran de máxima rentabilidad en el sentido de la información que se quiso obtener de ellos, que produjeran una buena cantidad de datos, puesto que estos debían dar comprensión al investigador de todos los hechos y episodios que ocurrieran durante la intervención, para llegar a unas afirmaciones e incluso a modificar generalidades, las que debían converger en las conclusiones de la investigación. También del tiempo que se disponía, que estos fueran casos agradables de abordar, dado que era importante tener empatía con los casos al ser una una observación participante y donde las indicaciones siempre fueron bien acogidas (Stake, 1998). Para esto se establecieron unos criterios que determinaron cuáles fueron los casos abordados.

- Estar de acuerdo en participar en la investigación.
- Disposición para trabajar con las TIC.
- Asistencia al 100% de las clases.
- Participación en todas las actividades programadas.

4.5 Delimitación Temporal y Espacial.

La investigación se realizó durante el segundo semestre del 2013, en el espacio de formación de física biológica I, para este fin se utilizaron los siguientes ambientes de aprendizaje: el aula 9-316 dotada con un computador, un vídeo beam, 1 tablero para tiza y otro de marcador borrable y sillas para 30 personas aproximadamente. La sala de sistemas, ubicada en el aula 9-217, está acondicionada con una pizarra blanca que se puede mover por el aula, un televisor LCD de 56

pulgadas conectado a un computador para uso del docente y 20 computadores dispuestos para uso de los estudiantes. Igualmente, el laboratorio que está

ubicado en la sección 6-209, dotado con siete (7) mesas para trabajar en grupos de cuatro (4) estudiantes, un tablero para tiza y el equipamiento necesario para una práctica específica. Por último, utilización de diferentes sitios comunes de la universidad: zonas verdes, pasillos, el piso 3° del bloque 6, donde se filmaron algunos vídeos utilizados en el trabajo de investigación.

4.6 Diseño general

El método de investigación que se utilizó es de corte cualitativo, el cual permitió analizar los cambios que se generaron en el aprendizaje del estudiante, al ser observado en función de los conceptos relativos a la Teoría de la Actividad Instrumentada en la enseñanza del concepto de razón de cambio y mediante la construcción de esquemas en el uso del software Tracker.

4.6.1 Fuentes de información.

Acorde con el estudio de casos, esta investigación tuvo en cuenta la recolección de la información a partir de la organización de la recogida de datos para cada caso, como las categorías y subcategorías que presentó la investigación (ver tablas 2 y 3); los permisos y el acceso, el compromiso de confidencialidad de la información referente a los casos por parte del investigador; la observación participante, la descripción sistemática de episodios, los comportamientos de los casos estudiados donde el investigador permaneció inmerso; la descripción del contexto: el entorno físico, académico, económico y social; también la entrevista, conversación guiada y fluida sobre los aspectos que no se pudieron observar durante

la intervención; y la revisión de documentos, materiales impresos, vídeo, audio, que fueron producidos por los casos. Toda esta información fue de vital importancia al momento de elaborar el análisis y las conclusiones de los casos al culminar la investigación.

4.6.2 Instrumentos de recolección de información

Fueron conformados por instrumentos de diferente tipo, diseñados con el fin de posibilitar la recolección de información y los datos necesarios para el desarrollo de la investigación, en el momento de la intervención y cuyo soporte serán los resultados y episodios que producen los casos; basamentos con los cuales se realiza el análisis en conjunción con el marco teórico, los objetivos y la pregunta de la investigación, acciones que permiten la elaboración de las conclusiones correspondientes.

Los instrumentos fueron: la guía para la observación, la interpretación y el análisis de la información, necesario para la solidez y soporte de los datos que se encuentran en la investigación, los que permitió el análisis, la construcción de una triangulación que arrojó resultados y conclusiones válidas. Todo ello se logró a partir de la selección y afinamiento de los siguientes instrumentos:

Observación participante: se realizó a partir de una doble función del investigador, primero como guía del conocimiento y segundo como un observador de las diferentes escenas o eventos significativos que ocurrieron alrededor de la génesis instrumental. Lo que implicó una observación sistematizada de los casos y con ello el acceso a la construcción que éstos generaron en los esquemas de uso del software Tracker (Cisterna, 2007).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Encuesta diagnóstica: es un conjunto de preguntas que tuvo como finalidad conocer los saberes previos que tienen los casos, sobre los conceptos de cinemática, razón de cambio, análisis de gráficas, por otra parte su afinidad con la física y las TIC, por último la situación socio económica. Esto con el fin de conocer su contexto¹⁶.

Entrevista Semiestructurada: a partir de unas preguntas iniciales y previamente estipuladas se realizó una conversación libre entre el entrevistador y el entrevistado(s), dando la posibilidad a nuevas preguntas, reformulando las ya se realizaron durante el transcurso de la entrevista (Cisterna, 2007) y con el fin de profundizar en el tema o aclarar ideas confusas.

Revisión documental: Desde la propuesta de esta investigación, la revisión documental fue una importante fuente de información, porque permitió la consulta de documentos e ir directamente a las fuentes, encontrando los tópicos que por sus características dejan registros, ya sea en textos escritos, evaluaciones, grabaciones, medios digitales, entre otros (Cisterna, 2005)

Diario de campo: Es un instrumento que ayudó en la reflexión, la descripción, el análisis y la valoración que se realizó a partir de cada clase por parte del docente, donde se tienen en cuenta los aspectos más importantes, comportamientos y realidad de la clase. En palabras de Acero (s.f.):

“El diario de campo (DC) es el instrumento que favorece la reflexión sobre la praxis, llevado a la toma de decisiones acerca del proceso de evolución y la lectura de los

¹⁶ https://docs.google.com/forms/d/1VKb0MQ7lqnILJ9sdCma0WRnf-1f59Pb9G_LOaIOUzGM/viewform

referentes, acciones estas, normales en un docente investigador, agente mediador entre la teoría y la práctica educativa” (pág. 3).

Por consiguiente, con este instrumento se pretendió hacer un acercamiento a los casos, analizando su evolución a partir de los conceptos de instrumentalización y la instrumentación en la utilización del Software Tracker y en la aproximación de estos al concepto de razón de cambio, durante la solución de los laboratorios.

Laboratorios: Es un instrumento que permitió la recopilación de las actividades prácticas, las interpretaciones y elaboraciones de los estudiantes, que llevan a la comprensión del concepto que se está tratando, donde los participantes dan respuesta al proceso realizado en éste y dan muestra de los esquemas de uso que están utilizando al trabajar con el software Tracker y los avances sobre el concepto de razón de cambio (anexo 2).

Videos: fueron realizados antes de las clases de intervención, con el fin de evidenciar el proceso de instrumentación e instrumentalización de los casos, observar su comportamiento, actitudes y poder registrar las preguntas y comentarios que realizan durante la aplicación del software Tracker en cada uno de los laboratorios.

Registro fotográfico: toma de registro de todas las actividades, proceso y productos durante la intervención.

Los instrumentos fueron diseñados de forma coherente con la investigación, puesto que es de carácter cualitativa, empírica, holística e interpretativa; donde se tuvieron muy presente las escenas relacionadas con el problema, las cuales sucedieron dentro de la intervención con su intencionalidad concreta y además exigieron valorar los diferentes ambientes de aprendizaje por los que pasa ésta. Para hacer un buen diseño de estos instrumentos se procedió a la



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

categorización apriorística y afinar la relación directa de los instrumentos con el marco teórico de la investigación.

4.7 Categorización Apriorística

Las categorías apriorísticas correspondieron a “conceptos objetivadores”, cuya finalidad fue concretizar los temas propios de la investigación, es decir, los tópicos a partir de los cuales se elaboran todos los instrumentos de recolección de la información, la construcción de la tablas 3 y 4 fueron elaboradas a partir de la propuesta de Cisterna (2005) sobre categorización y triangulación en la investigación cualitativa. Las tablas contienen los elementos propios de la investigación, como son: el ámbito temático de la investigación, el problema, la pregunta, el objetivo general, los objetivos específicos, las categorías y subcategorías. Los dos últimos elementos se amplían a continuación.

La categorización permitió plantear herramientas conceptuales y operacionales como mecanismos para definir los tópicos de la investigación y sus respectivas categorías, éstas se derivaron directamente de los objetivos específicos, para mayor rigor, se plantearon subcategorías que permitieron profundizar en la investigación sobre aspectos concretos. A partir de estos dos elementos, se elaboraron los instrumentos para la recolección de información, como fueron: la entrevista semiestructurada, el diario de campo y los laboratorios o documentos escritos. En esta investigación se definieron dos categorías con sus respectivas subcategorías. A continuación se hace una descripción de éstas en el contexto del presente trabajo:

La categoría de la génesis instrumental se entiende como el acercamiento hecho por los por los estudiantes del curso de física biológica 1, al interactuar con el software Tracker,

convirtiendo éste en un instrumento, haciendo lo parte de su actividad de laboratorio y cómo se integra al estudiante (Del Castillo & Montiel, 2009). En

sus dos subcategorías la instrumentalización está dirigida hacia el software Tracker, más concretamente, donde los estudiantes conocen bondades, potencialidades y cómo los transforma hacia usos específicos. La instrumentalización es un proceso que se da desde lo externo, donde se aprende a utilizar el software en todos sus aspectos. La otra subcategoría es la instrumentación y está dirigida al estudiante, al desarrollo de la apropiación por parte de éste hacia los esquemas de uso, los que permiten un trabajo efectivo hacia las tareas propuestas (Ballesteros, 2007).

La categoría del proceso del aprendizaje dio cuenta de cómo intervienen los diferentes ambientes de aprendizaje, los instrumentos de trabajo, la evolución del conocimiento del concepto de *razón de cambio* y todos los conceptos que dependen de éste en el contexto de la cinemática. En las dos subcategorías que pertenecen a ésta, se tiene la *orquestración instrumental*, que está dirigida a la influencia de los diferentes ambientes de trabajo, unidos a la guía de trabajo y a los artefactos que se utilicen sobre los estudiantes en el aprendizaje. Por otra parte, la subcategoría el *concepto de razón de cambio* es tomada como la herramienta fundamental para el aprendizaje de conceptos como velocidad, aceleración y las relaciones que se pueden dar entre estas variables físicas en el contexto de la cinemática.



Construcción de categorías y subcategorías apriorísticas

Ámbito temático	Problema de investigación	Preguntas de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Categorías	Subcategorías
Enseñanza de la física.	El concepto tasa de cambio es sinónimo de la razón de cambio, se intenta mostrar que si este concepto no es interiorizado y aprendido de forma significativa se convierte en un obstáculo para el aprendizaje de futuros conceptos que requieran la comprensión de éste.	¿Cómo una propuesta didáctica fundamentada en la Teoría de la Actividad Instrumentada y apoyada en el software Tracker puede favorecer el aprendizaje del concepto de razón de cambio?	Analizar cómo una propuesta didáctica fundamentada en la Teoría de la Actividad Instrumentada y apoyada en el software Tracker favorece el aprendizaje del concepto de razón de cambio.	Describir algunas características de los procesos de la génesis instrumental mediante el uso del Tracker en el estudio de la razón de cambio.	Génesis Instrumental A.	Instrumentalización A.1 Instrumentación A.2
				Identificar la evolución los esquemas de uso que se presentan en el proceso de aprendizaje del concepto de la razón de cambio desde el contexto de la cinemática.	Proceso de aprendizaje B.	Orquestación instrumental B.1 Concepto de razón de cambio B.2.

Tabla 3. Categorías y subcategorías apriorísticas.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Subcategorías

Entrevista

Diario de campo (unido al objetivo de
cada clase) ¿Qué observar?

Laboratorios o trabajos
prácticos y clase número



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



Instrumentalización
A.1

¿Después de haber utilizado el software Tracker, qué características positivas le encuentra a éste?

¿Después de haber utilizado el software Tracker, qué características negativas le encuentra a éste?

¿Cuál es el potencial del software Tracker y qué se puede realizar con él que no se puede hacer en el tablero?

En un comparativo entre medios, ¿Qué se puede hacer con el tablero que no se puede hacer con el software Tracker?

De la tecnología y los medios implementados en la propuesta de clase, ¿Qué fue lo que más le llamó la atención?

¿Cómo se apropian los estudiantes de los Artefactos, y más específicamente del software Tracker?

Presentación del Tracker.
Clase 3

Estancia: Análisis del movimiento de un cuerpo.
Clase 5

Laboratorio 4: Posición y trayectoria. Clase 6

Laboratorio 5: Movimiento rectilíneo uniforme. Clase 7

Laboratorio de movimiento rectilíneo acelerado. Clase 8

Evaluación final. Clase 9

Entrevista



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Instrumentación A.2	<p>Describa cómo los conceptos relativos a la razón de cambio se potencian con el uso y apoyo del software implementado.</p> <p>¿Cómo fueron las estrategias para resolver el laboratorio y los problemas planteados en clase? (en toma de datos, interacción con el software y la interpretación de los datos)</p> <p>Describa la secuencia elaborada por usted que dé cuenta de los conceptos relativos a la razón de cambio.</p>	<p>Presentación del Tracker. Clase 3</p> <p>Estancia: Análisis del movimiento de un cuerpo. Clase 5</p> <p>Laboratorio 4: Posición y trayectoria. Clase 6</p> <p>Laboratorio 5: Movimiento rectilíneo uniforme. Clase 7</p> <p>Laboratorio de movimiento rectilíneo acelerado. Clase 8</p> <p>Entrevista</p>
------------------------	---	--

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



Orquestación instrumental

B.1

¿Los ambientes de aprendizaje diseñados y presentes para la realización de los laboratorios fueron adecuados? ¿Porque? (salón, sala de computo, otro lugar, otros).

¿Qué fue lo que más te llamo la atención de los laboratorios con respecto a su estructura, lo innovador y los medios utilizados?

¿Qué diferencia encuentras entre los laboratorios tradicionales y los implementados en la propuesta?

¿Cómo es la discusión del trabajo entre pares y utilización de los estudiantes de este ambiente?

¿Qué potencia o favorece el ambiente?

¿Qué características del ambiente son aprovechadas por los estudiantes?

Encuesta diagnóstica. Clase 1

Laboratorio 2: Construcción y Análisis de Gráficos. Clase 2 Estancia: Análisis del movimiento de un cuerpo. Clase 5

Laboratorio 4: Posición y trayectoria. Clase 6

Laboratorio 5: Movimiento rectilíneo uniforme. Clase 7

Laboratorio de movimiento rectilíneo acelerado. Clase 8

Evaluación final. Clase 9

Entrevista



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Concepto de razón
de cambio B.2.

¿El software Tracker sí te ayuda en tu
aprendizaje?

Nota. Esta pregunta puede estar dirigida
a los diferentes conceptos trabajados.

¿Entienden los conceptos?

¿Diferencian los conceptos?

¿Categorizan los conceptos?

¿Relacionan los conceptos?

¿Cuál es la secuencia de elaboración
de los conceptos?

Encuesta diagnóstica. Clase
1

Laboratorio 2:
Construcción y análisis de
Gráficos. Clase 2 y 3

Estancia: Análisis del
movimiento de un cuerpo.
Clase 5

Laboratorio 4: Posición y
trayectoria. Clase 6

Laboratorio 5: Movimiento
rectilíneo uniforme. Clase 7

Laboratorio de movimiento
rectilíneo acelerado. Clase
8

Evaluación final. Clase 9

Entrevista

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Tabla 4. Herramientas para recolectar la información.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

4.8 Diseño de la intervención.

A continuación se presentan los elementos que conformaron la intervención, los cuales se diseñaron en coherencia con el tipo de investigación de este trabajo: el estudio de caso. “El caso puede ser un niño. Puede ser un grupo de alumnos, o un determinado movimiento de profesionales que estudian alguna situación de la infancia. El caso es uno entre muchos” (Stake, 1998, pág. 15). En esta oportunidad es un estudio de casos colectivo. El diseño de la intervención estuvo dividido en momentos y éstos a su vez en fases.

Definición de momento: se entiende por momento, en este trabajo, a las instancias en las cuales se construyen herramientas (momento 1), se recopila información (momento 2) y se produce nuevo conocimiento a partir de un análisis entorno a los resultados obtenidos (momento 3). Los momentos están divididos en fases, las cuales permiten ordenar y dosificar el trabajo a realizar.

Definición de fase: es el conjunto de actividades relacionadas para poder alcanzar un resultado. Cada fase está compuesta de un objetivo que se debe alcanzar para poder seguir la secuencia y avanzar así a la siguiente. La fase debe describir las diferentes actividades que la conforman.

La investigación se realizó a partir de tres momentos: la preparación, la intervención y el análisis de la información. Cada uno de ellos estuvo compuesto por varias fases. El primero, es la preparación y diseño de todas las actividades que se realizaron en la investigación, de todos los documentos que sirvieron para recoger la información, que luego fueron el insumo para el análisis y búsqueda de resultados. El segundo, es la implementación de la intervención, donde se aplicaron todas las herramientas construidas en la preparación, donde se recogieron los datos, escenas significativas que arrojaron los casos y apuntaron hacia las categorías, subcategorías y los



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

objetivos de la investigación. El tercero, es el análisis y estuvo dirigido a sistematizar la información recogida, categorizarla, interpretarla por medio de las herramientas construidas en el primer momento, realización de una triangulación entre las diferentes herramientas y documentos. Por último, la presentación de hallazgos, resultados y conclusiones.

A continuación se presenta la descripción de cada uno de los momentos de la intervención con sus respectivas fases.

4.8.1 Momento I: Preparación y construcción de herramientas

Comprende la elaboración de todos los elementos que fueron utilizados en la intervención y dirigidos a recolectar la información de la investigación, para este fin se construyeron las siguientes herramientas: el diagnóstico, los laboratorios, el diario de campo, la estructura de la clase, el cronograma de las clases, la entrevista semiestructurada y los instrumentos para el análisis de información. A continuación se hace una descripción de cada uno de ellos.

Fase I: Diseño del diagnóstico: compuesto de una encuesta y de un laboratorio de gráficas, con el fin de evidenciar cuáles eran los conceptos previos que poseían los casos a estudiar en relación con los conceptos de cinemática y el análisis de gráficos. A continuación se describe cada una de estas herramientas

Encuesta diagnóstica: tiene como objetivo conocer cuatro (4) aspectos de los participantes de la investigación, primero su información personal: nombre, cedula, estrato y semestre que está cursando; segundo, los saberes previos que tienen con respecto al concepto de la razón de cambio y los conceptos básicos de cinemática, en este apartado se realizaron 20 preguntas; en el tercer aspecto se elaboraron dos (2) preguntas que fueron dirigidas a saber la opinión sobre la física y las



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

expectativas que tienen del curso; y en el cuarto, se realizaron siete (7) preguntas que estuvieron dirigidas a saber que elementos tecnológicos poseían o utilizaban, cómo califican su competencia tecnológica y el espacio más frecuente del acceso a internet, y la disposición para participar en la investigación. La encuesta se elaboró con la herramienta de formularios de google.¹⁷

Laboratorio de gráficas: tiene como objetivo conocer los saberes previos que tienen los participantes de la investigación, sobre la construcción de gráficas y el análisis de éstas. Este laboratorio está dividido en dos (2) partes.

- a. La primera está compuesta de seis (6) puntos los cuales tienen una información para completar la tabla de datos y el gráfico correspondiente a éstos.
- b. La segunda parte está dirigida a realizar un análisis de las gráficas (anexo 2).

Fase II: Los laboratorios: el objetivo es poner en práctica los conceptos asociados al espacio de conceptualización de física biológica I, implementando el software Tracker y con la utilización de éste, lograr la comprensión de la razón de cambio e interiorizar los conceptos de cinemática. Para este espacio se diseñaron diez (10) laboratorios, entre ellos, uno (1) se utilizó como instrumento diagnóstico (mencionado anteriormente) y seis (6) más se emplearon como insumo de la investigación. Estos últimos laboratorios tuvieron diversos componentes; como ejemplo se muestra en la tabla 5 el laboratorio número cuatro (4). Los otros laboratorios pueden verse en el anexo 2.

¹⁷ https://docs.google.com/forms/d/1VKb0MQ7IqnILJ9sdCma0WRnf-1f59Pb9G_LOaIOUzGM/viewform , recuperado 15 de septiembre 2014 (anexo 1).



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1803

Facultad de Educación

Primero un encabezado con los datos de la universidad, facultad, curso y título del laboratorio.

Universidad de Antioquia

Facultada de Educación

Licenciatura en Educación Básica en ciencias

Naturales y Educación Ambiental

Física Biológica I

2024221



El segundo componente está compuesto por introducción, objetivo y materiales.

Laboratorio 4: Posición y trayectoria

Introducción

Existen conceptos básicos dentro del estudio del movimiento de los cuerpos que son de suprema importancia, además, es relevante que se tengan interiorizados y claros para que faciliten una buena comprensión de éstos, en este trabajo práctico se observará y analizará el movimiento de un cuerpo que se desplaza de un punto de inicio, va hasta un punto determinado y luego vuelve al punto donde inicio, con el fin de diferenciar y comprender



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1803

Facultad de Educación

conceptos como posición, desplazamiento, distancia, trayectoria, valores promedios de velocidad y aceleración y por último las gráficas .

Objetivo

Diferenciar y comprender los conceptos de posición, desplazamiento, trayectoria, distancia, cambio de posición y razón de cambio.

Materiales

Cámara de vídeo o digital

PC

Software Tracker versión 4.8

En el tercer componente está el procedimiento, el fenómeno a analizar y la recolección de datos iniciales.

Procedimiento

Montaje

Los equipos deben estar conformados por 3 estudiantes.

Escoja un lugar donde pueda hacer la filmación del vídeo, se le sugiere una cancha, el parqueadero o un pasillo.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

El lugar donde realice la filmación debe estar iluminado y el fondo no debe tener el mismo color del cuerpo a filmar.

Coloque la cámara perpendicular al movimiento que se quiere filmar.

Colocar un cuerpo en el mismo eje de movimiento con una longitud conocida, para calibrar el vídeo.

Asegúrese que el punto de inicio y final estén dentro de la pantalla antes de iniciar la grabación.

La duración del vídeo debe de estar entre 15 y 20 segundos

Asegúrese que durante la grabación no se vea interrumpida por ningún objeto o persona que pase por el frente de la cámara.

Realice la grabación varias veces (escoger la mejor toma).

Fenómeno a analizar

Uno de los integrantes debe caminar o correr desde el punto de inicio hasta el punto final, devolverse y regresar al punto inicial.

Tabla de recolección de datos inicial

Ingresa el vídeo al computador y analiza este movimiento con el software Tracker y responde las siguientes preguntas:

- 1. ¿Cuál es el intervalo en el que se realizó el análisis del vídeo?**



2. **¿Dónde ubica el sistema de referencia?**
3. **¿Qué objeto toma para realizar la calibración del vídeo?**
4. **¿Qué gráficos tienen sentido en el análisis de este laboratorio?**
5. **¿La razón de cambio es constante o es variable para las gráficas del ítem anterior?**
6. **¿En el análisis estadístico que información puedo utilizar?**
7. **¿Cuál es el valor del área bajo la curva para cada una de las gráficas seleccionadas en el ítem 4?**
8. **¿Qué tipo de ajuste se utiliza para cada gráfica?**



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

9. ¿Cuál la ecuación de cada gráfica?

En el cuarto componente está el informe de laboratorio.

Informe

A partir del análisis realizado con el software Tracker sobre el movimiento de un cuerpo, que sale de un punto inicial va hasta una posición (x) y vuelve al punto inicial, responde las siguientes preguntas:

¿Cómo se ubican los puntos iniciales y finales para realizar un buen estudio del movimiento?

¿Cómo se puede hallar la posición de un cuerpo en cualquier tiempo?

¿Cómo se haya la distancia total que recorrió? ¿Qué valor encontró?

¿Cómo se haya el desplazamiento total que recorrió? ¿Qué valor encontró?

¿Cómo se podría establecer la razón de cambio en ese movimiento?

¿Cómo se puede hallar la velocidad promedio? ¿Qué valor encontró?

¿Cómo se puede hallar la rapidez promedio? ¿Qué valor encontró?

¿Cómo se puede hallar la aceleración promedio? ¿Qué valor encontró?

¿Cómo se puede hallar la velocidad instantánea? ¿Qué valor encontró y en qué tiempo?



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

¿Cómo se puede hallar la aceleración instantánea? ¿Qué valor encontró y en qué tiempo?

Grafique: posición –vs- tiempo, velocidad –vs- tiempo y aceleración –vs- tiempo

¿Cómo se relaciona la razón de cambio de la gráfica posición –vs- tiempo con el valor de velocidad promedio?

¿Cómo se relaciona la razón de cambio de la gráfica velocidad –vs- tiempo con el valor de la aceleración promedio?

Escribir las ecuaciones de las gráficas que corresponden al ítem 11. ¿Qué información podemos obtener de estas?

Tabla 5. Ejemplo de componentes del laboratorio #4

Fase III: El diario de campo: es el instrumento de reflexión del docente y está compuesto de cuatro (4) partes:

La primera comporta la codificación del documento en la investigación, la fecha, el grupo, el ambiente de aprendizaje y la duración de la clase. En la segunda parte está el objetivo y las preguntas que sirven como guía a la observación de la clase. En la tercera parte está el desarrollo de las clases y el comportamiento de los casos; finalmente, en la cuarta parte se encuentran los conceptos trabajados, las evidencias o productos de la clase y si se cumplió el objetivo de ella. A continuación, se presenta la tabla 6 con el formato de diario de campo.

CODIGO:	Fecha:	Grupo:
----------------	---------------	---------------



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Ambiente de Duración de la clase:	
aprendizaje:	
Objetivo de la clase:	Preguntas a observar
Desarrollo de la clase	Comportamiento de los casos
Conceptos trabajados	Evidencias
	¿Se cumplió con el objetivo de la clase?

Tabla 6. Formato de diario de campo.

Fase IV: La estructura de la clase; es un orden o derrotero que utiliza el docente para organizar todos los elementos que conforman su clase, como son los materiales, el ambiente de aprendizaje, el rol que cumple cada uno de los miembros de la clase, entre otros. Los elementos de la estructura de la clase propuesta, son:

Primero el número de la clase, de modo que ésta se pueda codificar posteriormente; segundo, el título de la clase, escrito de forma que dé una idea clara del tema que se va a trabajar en ella; tercero, el objetivo de la clase y es lo que se quiere lograr en ella; cuarto, los materiales, todos los insumos necesarios para lograr la realización de la clase; quinto, el ambiente de aprendizaje que es el lugar donde se dictará la clase y posee una intencionalidad definida; sexto, tipo clase, la forma en que los estudiantes interactúan entre sí en la clase y la disposición del docente en ella; séptimo



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

la agenda, es el orden o secuencia en la que se presenta la clase; la octava partes son los productos de la clase, los resultados de las actividades, talleres y laboratorios realizados en la clase, entre otros; la última parte está referida a la evaluación: una reflexión sobre si se cumplió con lo planteado en el objetivo de la clase.

A continuación la tabla 7 muestra las partes antes mencionadas.

Elemento	Descripción
Clase número	Para la codificación en el análisis de categorías y subcategorías de la investigación.
Título	Escrito de forma clara y que dé una idea del tema que se va a trabajar en la clase.
Objetivo de la clase	Lo que se quiere lograr en esa clase
Materiales	Todos los insumos necesarios para la realización de la clase
Ambiente de aprendizaje	Lugar donde se dictará la clase y posee una intencionalidad definida.
Tipo de clase	Forma en que los estudiantes interactúan entre sí en la clase y la disposición del docente en ella.
Agenda	Secuencia en la que se presenta la clase
Productos de la clase	Los resultados de las actividades, talleres, laboratorios realizados en la clase, entre otros.
Evaluación	Una propuesta evaluativa para la clase



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Tabla 7. Estructura de clase.

Fase V: Materiales de la clase: son todos los insumos necesarios para la realización y el desarrollo de una clase y deben ser adecuados para cada ambiente de aprendizaje; a continuación se describen los materiales que se utilizarán en las clases correspondientes a la investigación.

Presentaciones en PowerPoint: estas se diseñan con el fin de dar la introducción en cada clase, mostrar el objetivo de ésta, los conceptos e introducir el trabajo de laboratorio (anexo 3)

Vídeo: son grabados a partir de un celular, cámara digital o software; en este trabajo se utilizaron dos tipos: el primero a modo de presentación y tutorial del software Tracker (anexo 4), que se utilizó al inicio de la intervención y quedó para los estudiantes como herramienta de referencia a la hora de aprender a utilizarlo. El segundo tipo corresponde a los vídeos que se presentan como insumos para la solución de los trabajos planteados en el laboratorio, donde éstos se utilizaron con el fin de realizar análisis de movimiento de cuerpos. De estas características fueron cinco (4) vídeos, tres (3) presentados por el docente y uno (1) filmado por los estudiantes (anexo 5).

Software Tracker: “es un programa gratuito de análisis de vídeo y construcción de modelos hechos en el ambiente Java del proyecto *Open Source Physics* (OSP, Física de Código Abierto). Está diseñado para ser usado en la enseñanza de la Física”¹⁸ (Brown, 2011). En esta investigación se utilizó como base fundamental de la solución de los laboratorios, a partir de los vídeos propuestos para este fin.

¹⁸ <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/> recuperado 18 julio del 2012



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Software CamStudio: este programa tiene la capacidad de grabar todo lo que sucede en la pantalla de un computador, el audio de éste y con esta información crear archivos de vídeo en formato AVI¹⁹. Se utilizó para dos propósitos, el primero fue grabar el trabajo realizado por los casos durante la solución de los laboratorios. En el segundo grabar unas escenas del juego Angry Birds y utilizar el vídeo en la solución del laboratorio respectivo a los conceptos de movimiento parabólico.

Mega²⁰: es un sitio web que permite acceder al uso de un disco de almacenamiento virtual de forma gratuita y con una capacidad de 50 gigas, en la investigación se creó un espacio en este sitio para ser utilizado como una herramienta de recolección de información, donde los participantes crearon una carpeta dentro del disco virtual y para guardar todos los archivos que crearon con el software Tracker en la solución de los laboratorios, los vídeos que se grabaron con el CamStudio, los vídeos que estos crearon para las clases y otros documentos que se produjeron dentro de la intervención.

Fase VI: Documento de protocolos éticos: es un documento que se debe firmar entre el investigador y los investigados con el objetivo de que la información recolectada en la investigación va a tener un uso adecuado y discrecional, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en cuestión, además, se evita el uso de los nombres propios de los casos y se valora los aportes de ellos con responsabilidad y respeto. Las personas que firmaron autorizaron al investigador para que todas las fuentes de información recogidas se constituyeran en bases de datos para la investigación (anexo 6) (Henao, 2010).

¹⁹ <http://camstudio.org/> recuperado 10 de agosto 2013.

²⁰ <https://mega.co.nz> recuperado 25 julio 2013



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Fase VII: Estructuración del cronograma de clases de la intervención: acción de manera general donde se configuran las clases, en la tabla 8 se muestra este cronograma.

clase	Título de la clase	objetivo(s)	Materiales
1	Presentación de la investigación y saberes previos.	Dar a conocer la investigación que se realizará en el curso. Firma de los protocolos éticos. Solución de la encuesta sobre los saberes previos que tienen los estudiantes en relación con los conceptos del tema de cinemática, su posición frente a la física y las TIC.	Presentaciones de la investigación. Vídeo Tracker Documento de protocolos éticos Encuesta de saberes previos, física y TIC.
2	Construcción y análisis de gráficos.	Construir y analizar gráficas a partir de una información dada.	Presentaciones de la clase. Laboratorio 2: Construcción y análisis de gráficos.
3	El software Tracker y su funcionamiento.	Conocer funcionamiento	el Presentaciones de la clase. Software Tracker.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

		utilización del software Tracker.	Vídeo movimiento 1. Software CamStudio
		Análisis básico del movimiento de un cuerpo por medio del software Tracker.	Laboratorio 3: Análisis del movimiento de un cuerpo.
4	Conceptos básicos del estudio de la cinemática.	Diferenciar y comprender los conceptos de posición, desplazamiento, trayectoria, distancia, cambio de posición y razón de cambio.	Presentaciones de la clase. Software Tracker. Vídeo conceptos básicos Software CamStudio Laboratorio 4: Posición y trayectoria.
5	Movimiento rectilíneo uniforme	Análisis de las propiedades características de un cuerpo que se mueve en	Presentaciones de la clase. Software Tracker. Vídeo MRU. Software CamStudio



			un movimiento rectilíneo uniforme.	Laboratorio 5:	Movimiento rectilíneo uniforme.
6	Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado	Análisis de las propiedades características de un cuerpo que se mueve en un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.		Presentaciones de la clase. Software Tracker. Vídeo MRUA. Software CamStudio	Laboratorio 6: Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
7	Laboratorio Angry Birds	Análisis de las propiedades características de un cuerpo que se mueve en una trayectoria parabólica.		Presentaciones de la clase. Software Tracker. Juego Angrybirds. Software CamStudio	Laboratorio 7: Movimiento parabólico (Angrybirds)
8	Movimiento del tren	Analizar el movimiento de un cuerpo pregrabado		Presentaciones de la clase. Software Tracker. Vídeo tren.	



		por medio del software Tracker	Software CamStudio Laboratorio 8: movimiento circular.
9	Evaluación cinemática.	Evaluar los conceptos de razón de cambio, posición, cambio de posición, trayectoria, velocidad, aceleración y los gráficos de posición, velocidad y aceleración con respecto al tiempo.	Evaluación parcial I

Tabla 8. Cronograma de clases.

Fase IX: Instrumentos para el análisis de información; son las herramientas que permiten la organización, categorización, triangulación, análisis y posterior conclusión de la investigación. Las herramientas presentadas a continuación se construyen a partir de la propuesta presentada por Cisterna (2007) para el análisis de la información. Los instrumentos que se utilizan para el análisis son los siguientes: observación participante, la entrevista semiestructurada, tabla de recolección de datos inicial y el informe de los laboratorios. Para cada uno de estos se tiene en cuenta la relación entre todos los elementos que la integran y permiten la operacionalidad de la investigación, teniendo en cuenta las categorías y subcategorías de la investigación, su



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

intencionalidad, la pertinencia y los casos (tabla 9 y 10). Posteriormente se describen cada uno de los instrumentos de análisis.

El instrumento está estructurado a partir de las tablas 9 y 10, que permiten organizar y/o sintetizar la información, realizar el análisis por subcategorías y categorías, esto con el objetivo de realizar el análisis de la información obtenida a partir de los casos, observar cual fue su esquema de uso del software Tracker, la construcción del concepto de razón de cambio y llegar a las conclusiones de la investigación. Estos tienen las siguientes características generales:

Tabla 9. Reducción de datos y análisis documental por subcategorías.

SUB-CATEGORIAS				
REVISIÓN				
DOCUMENTAL:	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
	A.1	A.2.	B.1	B.2.

- La primera tabla (tabla 9) cumple dos funciones, el primero; de instrumento para la organización y reducción de datos, de cualquier documento producto de la intervención y la segunda; para realizar el análisis de cada una de las subcategorías de la investigación. Está compuesta por cinco (5) columnas, la primera indica cual es el documento que se está revisando y para quien se está aplicado (caso, clase, etc), en las columnas restantes se encuentra cada una de las subcategorías, donde se hace o la reducción de datos del documento correspondiente y su posterior análisis.
- La segunda tabla (tabla 10), tiene por función apoyar el análisis de datos por categorías de la investigación, a partir del cuadro que se realiza esto por subcategorías, de cualquier documento producto de la intervención. Está compuesta por tres (3) columnas, la primera



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

indica cual es el documento que se está revisando y para quien se está aplicado (caso, clase, etc), en las otras dos (2) columnas se encuentra cada una de las categorías, donde se hace el análisis de cada una de éstas.

REVISIÓN DOCUMENTAL:	CATEGORIAS	
	Génesis Instrumental A	Proceso de aprendizaje B

Tabla 10. Análisis de datos por categoría.

Las tablas 10 y 11, son instrumentos que permiten visualizar de una forma más concreta los datos producto del trabajo de los casos durante la intervención y su posterior análisis, a continuación se describirá como se realizaría este proceso a partir de este instrumento para la observación participante, laboratorios y la tabla de recolección de datos inicial de los laboratorios:

La observación participante: el análisis de este aspecto se realizó a partir del diario de campo que se construyó durante la intervención, donde se registraron todas las observaciones realizadas por cada subcategoría sobre todos los casos en las clases realizadas. En las tablas 13 a 18 (ver anexo 7) se muestra cómo se reducen estos datos y su respectivo registro. El siguiente paso es reducir las observaciones por cada subcategoría y agrupando todas las clases para cada uno de los casos (anexo 7 tabla 19). Seguidamente se realizó una síntesis por cada categoría, construyendo una interpretación de la información inferida en el cuadro anterior para cada caso (anexo 7 tabla 20). Por último, se realizó un síntesis que interpretó las clases observadas para cada categoría en este instrumento específico (anexo 7 tabla 21).

Los informes de laboratorios: este instrumento se construyó para analizar las respuestas que se obtendrán de los casos a partir del trabajo planteado en cada uno de los laboratorios, donde se



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

analizan vídeos de cuerpos moviéndose en diferentes trayectorias utilizando el software Tracker. En este apartado se mostrará como ejemplo la forma en que se analizó el laboratorio cuatro (4), los otros se analizaron de forma similar y sus instrumentos respectivos están en los anexos.

En la tabla 23 (anexo 7) se organizaron las respuestas entregadas por cada uno de los casos en cada una de las preguntas del laboratorio 4, para visualizar de forma general las respuestas. Para el proceso de síntesis interpretativa de información inferida desde cada caso a cada subcategoría presente en el laboratorio 4 se estableció la tabla 26 (anexo 7). Para realizar la síntesis inferida desde cada caso a cada categoría presente en este laboratorio y con base a la tabla anterior se estableció la tabla 27 (anexo 7). Y por último la síntesis interpretativa de información desde todo el estamento a cada categoría presente en el laboratorio 4 se presenta en la tabla 28 (anexo 7).

La entrevista semiestructurada: esta herramienta se diseñó con el fin de organizar las respuestas que se hallaron en el conversatorio sostenido en la entrevista semiestructurada entre el investigador y el caso, posteriormente este instrumento se convirtió en la guía del análisis de estas respuestas a la luz de las categorías y subcategorías de la investigación, para este fin, las tablas 36 a 39 muestran específicamente cuántas y cuáles preguntas pertenecían a cada una de éstas. En las tablas 36 a 39 se organizó la información de las respuestas entregadas por cada uno de los entrevistados a cada una de las preguntas de la entrevista, y sirvieron de insumo para iniciar el análisis de éstas. De igual modo se realizó una síntesis que interpretó la información relacionada con cada caso en relación con cada subcategoría presente en la entrevista semiestructurada (tabla 41). Otro paso importante fue construir la síntesis que interpretó la información de cada caso a cada categoría presente en la entrevista (ver tabla 42). Finalmente, en la tabla 43 se condensó una



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

síntesis interpretativa de la información desprendida desde toda la entrevista
semiestructurada a cada categoría presente en la investigación.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Capítulo 5. Intervención

Es el momento donde el investigador a partir de la planeación de cada una de sus clases, previa construcción de los documentos de apoyo para éstas y el diseño de los instrumentos de recolección de información, empieza a realizar la implementación de estas acciones, además, toma en cuenta todos los episodios donde cada uno de los casos interviene y recolecta toda esta información, para luego, ser organizada a la luz de las categorías y subcategorías de la investigación. Durante esta intervención “el investigador cualitativo en estudio de casos registra bien los acontecimientos para ofrecer una descripción relativamente incuestionable para el posteriores análisis y el informe final” (Stake, 1998, pág. 61).

A continuación se describe la realización de la intervención, cómo se aplicaron cada uno de los instrumentos de recolección de información, lo que ocurrió en cada una de las clases, los hechos más relevantes de los Casos a analizar y cómo se organizó toda la información que se recolectó, los correspondientes hallazgos y las conclusiones que éstos produjeron.

5.1 Momento II: Implementación y recolección de la información.

Es la instancia en la que se describe cómo fue la intervención e implementación de cada uno de los documentos utilizados. Comenzó con una evaluación diagnóstica de los casos, continuó con una serie de clases en las cuales la evaluación adquirió el carácter de sumativa; a partir de ellas se constató si los objetivos de la enseñanza se lograron o no, para lo que se trabajaron los documentos diseñados y las correcciones pertinentes con el propósito de mejorar el desempeño de los casos y finalizando con una evaluación sobre el trabajo realizado de forma sumativa, lo que permitió



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

observar si éstos realmente alcanzaron o no el objeto de aprendizaje. En el proceso se observó con claridad la secuencia evolutiva de tipo diagnóstica, formativa y sumativa.

En consecuencia, se expone a continuación lo que se realizó en cada una de las clases durante la intervención, haciendo énfasis en los episodios más significativos donde intervinieron los casos, las discusiones entre los Casos-Docente y en algunas ocasiones deliberaciones o la intervención de otros estudiantes; para culminar con el análisis de lo sucedido en la clase y los resultados obtenidos en ésta.

Fase I: Desarrollo de las clases; éstas se realizaron en el bloque 9 de la Universidad de Antioquia, en la Facultad de Educación en el aula 9-316 y en la sala de sistemas 9-217, en donde se formalizó la indagación de conceptos previos, el trabajo práctico por medio de laboratorios, la aplicaciones del software Tracker en el análisis de vídeo, la conceptualización y la evaluación de este proceso. A continuación la descripción de las clases.

Clase uno: se desarrolló en la sala de sistemas (Ilustración 11) e inició a las 6:00 p.m., y finalizó a las 8:05 p.m., donde los asistentes fueron en total dieciséis (16) estudiantes. La clase inicia con el saludo, el orden del día y el objetivo de aprendizaje para los estudiantes. También, se determina el objetivo para la clase desde la investigación: *determinar lo que saben los estudiantes sobre el concepto de razón de cambio, posición, cambio de posición, trayectoria, rapidez, velocidad, aceleración, gráficas de x vs t , v vs t y a vs t , y la opinión sobre las TIC.*



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

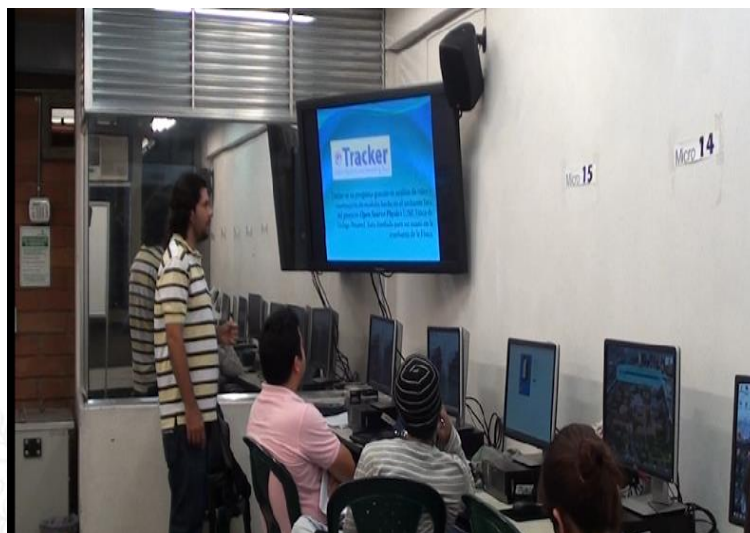


Ilustración 11. Clase 1.

En el transcurso de la clase se realizó una presentación en PowerPoint (anexo 3), sobre la enseñanza de la física a partir del análisis de videos y la implementación del software Tracker en los laboratorios implementados para los participantes de este espacio de conceptualización. Luego se proyectó un video (anexo 4) a manera de tutorial que ilustró cómo funciona el software Tracker (Ilustración 12), buscando con ello una mejor motivación para el trabajo en las próximas clases.

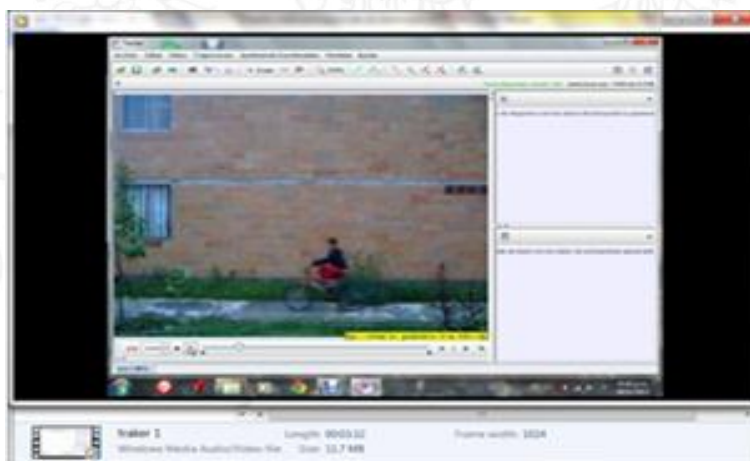


Ilustración 12. Video Tutorial Tracker.

Posterior al video tutorial del software Tracker, se hicieron unas precisiones de carácter ético y como las responsabilidades que tiene el investigador en el manejo de la información que se recoja



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

de los participantes en la investigación; afinados estos aspectos se procedió a pedir y tomar la autorización de parte de los participantes y ha dejarla registrada con la firma del documento: protocolo ético (anexo 19).

Luego, en el ámbito propio de la clase se presenta a los estudiantes del curso la encuesta diagnóstica sobre saberes previos (anexo 1), explicando cuál es su objetivo, las partes en las que está dividida (estructura) y el tipo de información que se pretende obtener de cada una. Ahora, para su realización se envió a cada estudiante el link²¹ por medio de correo electrónico. En este espacio de conceptualización se halla participantes que realizaron su trabajo de manera seria y responsable a la hora de responder cada una de la preguntas, cumplieron con el objetivo de responder a partir de sus conceptos previos. El docente-investigador concluyó la clase enfatizando sobre ciertas indicaciones que los participantes deben observar para el próximo encuentro.

En cuanto a los saberes previos las preguntas formuladas se enmarcaron en el contexto de la cinemática, fueron Tipo I: escogencia múltiple con única respuesta y van desde la 1 hasta la 8; sus cuatro opciones tienen el siguiente rigor: una falsa, una incompleta, una acertada y una opción por si no sabe nada del tema. En cambio, las preguntas 9 a la 20 se formularon abiertas y la respuesta a cada uno de los puntos de forma general, se aprecia en la tabla siguiente (para la respuestas individuales, (anexo 8):

Pregunta	Respuestas generales
1. ¿Qué es posición?	Dos de los casos tienen la respuesta correcta y los otros dos incompleta.

²¹ https://docs.google.com/forms/d/1VKb0MQ7lqnLJ9sdCma0WRnf-1f59Pb9G_LOa1OUzGM/viewform?c=0&w=1&usp=mail_form_link) Recuperado Noviembre 6 de 2014.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

2. ¿Qué es trayectoria?	Tres de los casos tienen respuesta correcta y el otro incompleta.
3. ¿Qué es distancia?	Un caso responde de forma correcta y otro de forma incompleta, los otros dos incorrecta.
4. ¿Qué es desplazamiento?	Un caso responde “no sé” y los otros de forma incorrecta.
5. ¿Qué es velocidad?	Un caso responde “no sé” y los otros de forma incorrecta.
6. ¿Qué es aceleración?	Dos caso responden de forma correcta y los otros “no sé”.
7. ¿Qué es rapidez?	Los cuatro casos responden “no sé”.
8. ¿Qué es un sistema de referencia?	Dos casos responden de forma correcta y los otros “no sé”.
9. ¿Cómo entiende las expresiones $\Delta x/\Delta t$ y $\Delta v/\Delta t$?	El caso uno no sabe qué son. El dos las describe en palabras. El tres tiene claro que esas expresiones son un cambio. El cuatro expresa “la entiendo como una razón de cambio”.
10. ¿Qué es la razón de cambio?	El caso cuatro responde: “es el cambio de una variable con respecto a otra. Por ejemplo, el cambio de una medida con respecto a otra”. Los otros tres casos responden “no sé”.
11. ¿Qué es movimiento?	Los cuatro casos dan respuestas aproximadas, pero éstas son incompletas.
12. En el movimiento de un cuerpo, ¿cómo se evidencia la razón de cambio?	El caso uno y dos no saben, el tres y el cuatro su respuesta está incorrecta.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

13. ¿Cuáles razones de cambio existen en el movimiento de un cuerpo?	Los casos 1, 2 y 3 no saben. El caso 4 responde “aceleración, velocidad, movimiento y tiempo”, donde los dos últimos términos son incorrectos.
14. ¿Cuál es la importancia que tienen estas razones de cambio?	Los casos 1, 2 y 3 no saben. El caso 4 responde “esas razones de cambio nos dan una mayor aproximación en la medida”, incorrecto.
15. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre la rapidez y la velocidad?	Los casos uno y tres dan respuesta a la pregunta, pero de forma incorrecta. Los casos dos y cuatro responden “no sé”.
16. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre la rapidez y la aceleración?	El caso tres responde a la pregunta de forma incorrecta. Los otros casos responden “no sé”.
17. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre la velocidad y la aceleración?	El caso tres responden a la pregunta de forma incorrecta. Los otros casos responden “no sé”.
18. ¿Cómo se analizan las gráficas de posición –vs- tiempo, velocidad –vs- tiempo y aceleración –vs- tiempo?	El caso uno, tres y cuatro, describen como cambian las variables, pero no responden la pregunta. El caso dos hace una descripción aproximada de cómo se puede hacer el análisis de una gráfica, pero su respuesta está incompleta.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

19. ¿Qué información puedo obtener del análisis de estas gráficas?	Los casos tienen algunas ideas correctas de la información que se puede obtener, pero no de forma completa.
20. ¿Cómo se halla la ecuación de una gráfica?	El caso uno da una respuesta incompleta. El tres da una respuesta incorrecta Los casos dos y cuatro no saben

Tabla 11. Respuestas de los casos a la encuesta de saberes previos.

En los resultados obtenidos en las respuestas de los Casos (tabla 11), se puede observar cómo en las preguntas que hacen referencia directa a las nociones básicas de los conceptos de cinemática –de la 1 a la 18–, presentaron muy pocas respuestas correctas y en su mayoría fueron incorrectas o simplemente se limitaron a afirmar que “no saben”, desnudando un bajo conocimiento del tema. Igualmente se encontró que éstos poseen un desconocimiento del *concepto de razón de cambio*, aunque el Caso cuatro (4) es una salvedad porque lo identificó correctamente en la pregunta 9; en las subsiguientes preguntas referenciadas a este concepto tampoco supieron cómo responder de forma correcta. En cuanto a las preguntas 18, 19 y 20 se identificaron unos inicios conceptuales de cómo se realizó el análisis de gráficas y la manera en que se interpretan éstas, pero no de forma correcta.

Valga relevar que detrás de las preguntas se hallaron otros referentes conceptuales que no hacen parte de la presente investigación, pero que, es pertinente referir.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

A partir del cumplimiento del objetivo de la clase, logrado mediante la realización de la evaluación diagnóstica y con los resultados significativos que se hallaron, se continuó con una indagación más a fondo sobre qué sabían acerca de los casos de análisis de gráficas y el concepto de razón de cambio. Finalizado el ejercicio, se procedió a valorar la información obtenida como los hallazgos, por tanto, se pudo colegir que las bases conceptuales de los estudiantes eran mínimas y sus respuestas no aportaron conceptos o temáticas relacionadas con el proyecto que no fueran a trabajarse en esta propuestas de investigación.

Clase dos: se realizó en el aula 9-316 (salón de clases Ilustración 13), inició con un saludo a los participantes y se constató el quórum con la presencia de 13 estudiantes. Se registró el orden del día y el objetivo de aprendizaje para los discentes, como también, un objetivo desde la investigación: *determinar lo que saben los estudiantes sobre el análisis de gráficas y el concepto de razón de cambio.*

Se comenzó el trabajo de la clase realizando la presentación de PowerPoint, sobre las proporcionalidades directas e inversas entre variables (anexo 3), pero antes de iniciar con ésta, el docente realizó unas preguntas previas al tema, permitiendo la intervención de varios estudiantes; a continuación una descripción del diálogo:

Docente: ¿Qué es una razón entre dos variables?

Estudiante 1: Comparar dos cantidades.

Estudiante 2: Es una división entre dos valores.

Estudiante 3: Un cociente entre dos magnitudes.

Docente: ¿Qué es una proporción?

Estudiante 4: Cuando dos variables se comparan.

Estudiante 2: Es igual a una razón.

Estudiante 3: Es cuando se comparan dos variables y se dice que una es directa y la otra inversa.

Docente: ¿Qué es una proporcionalidad directa?

Estudiante 4: Cuando las dos variables aumentan o disminuyen.

Estudiante 3: Cuando a la misma vez dos variables aumentan o disminuyen.

Docente: ¿Cómo es la gráfica de dos variables directamente proporcionales? ¿Qué forma tiene?

Estudiante 1: Una línea recta.

Estudiante 5: Una línea diagonal.

Estudiantes 2: Una línea recta con pendiente positiva.

Docente: ¿Qué es una proporcionalidad inversa?

Sólo el estudiante 3 responde a la pregunta: es cuando una variable aumenta y la otra disminuye.

Docente: ¿Cómo es la gráfica de dos variables inversamente proporcionales? ¿Qué forma tiene?

Estudiante 4: Una línea recta.

Estudiante 5: Una línea diagonal inclinada para el otro lado de la directa.

Estudiantes 2: Una línea recta con pendiente negativa.



Ilustración 13. Aula 9-316.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

A partir de las preguntas realizadas por el docente y la respuestas de los estudiantes, se pudo observar que sí existen unos conceptos previos en la relación de proporcionalidad directa y pueden considerarse como aceptables, pero tienen una confusión con la relación inversa entre variables, sólo un estudiante respondió a la pregunta y las respuestas con respecto al tipo de gráfica de ésta fueron incorrectas. Luego el docente realizó la presentación de PowerPoint y aclaró los conceptos referenciados en las preguntas.

Continuando con el orden del día, se dio lectura a la guía de laboratorio 2 sobre la construcción y análisis de gráficos y explicando qué es lo que se va a realizar en éste (anexo 2). Posteriormente, se procedió a darle respuesta a la guía de laboratorio 2, donde cada estudiante de manera individual trabajó en la primera parte, desde ella se construyen las tablas de datos de cada uno de los puntos (Ilustración 14); y surgió entre los estudiantes la colaboración: resolvieron dudas entre ellos, cuando no hallaron la solución, llamaron al docente para preguntarle y aclarar las dudas. De las preguntas realizadas por los estudiantes, la siguiente pregunta es muy relevante:

¿En qué orden se colocan los datos?, ¿cuál era la variable independiente y la dependiente?

Comprendiendo al respecto que las bases matemáticas del concepto de parejas ordenadas en un sistema de coordenadas y su respectiva tabla no son claros, dadas las dudas en cuanto al orden en que se colocaban los datos y la posición de estos en una tabla de datos, con la implicación de que no diferenciaron entre una variable independiente y una dependiente. El docente realizó una explicación de estos conceptos en el tablero de forma general y luego resolvió dudas entre los estudiantes de forma particular, logrando que estos completaran la construcción de las tablas de datos.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Volumen en ft^3 : 6, 10, 20, 30, 60, 100

Presión en lb/in^2 : 100, 60, 30, 20, 10, 6 respectivamente

P (lb/in^2)	100	60	30	20	10	6
V(ft^3)	6	10	20	30	60	100

Tabla 6. Para valores de presión y volumen de un gas a temperatura constante

Ilustración 14. Construcción de tablas de datos Caso 3.

Posteriormente, se continuó con la construcción de las gráficas en papel milimetrado de cada una de las tablas construidas en la primera parte, donde el docente pasa por cada uno de los estudiantes observando su trabajo y respondiendo preguntas que hacían referencia a los puntos que debían resolver de la guía de laboratorio 2 (Ilustración 15), las preguntas más comunes fueron:

Análisis de tablas y gráficas

Para todas las tablas realizar:

- Construir el gráfico en papel milimetrado.
- Escribir la relación de proporcionalidad entre las variables.
- Determinar la constante de proporcionalidad.
- Describir la razón de cambio de cada gráfica.
- Escribir la ecuación de la gráfica.
- ¿Cuál es la variable independiente y la dependiente?

Ilustración 15. Puntos a resolver del análisis de gráficas.

Estudiantes: ¿En cuál eje se coloca la variable independiente y en cuál la dependiente?



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: la independiente en el eje horizontal y la dependiente en el vertical.

Estudiantes: ¿Cómo se determina la constante de proporcionalidad?

Docente: a partir de la relación de proporcionalidad, esta se convierte en una ecuación, por ejemplo si es directamente proporcional x a y y entonces se cambia el símbolo por un igual y una k . así $y = kx$, de esta ecuación se despeja la k y se reemplaza la pareja de valores que hay en la tabla y su resultado va hacer la constante.

Estudiantes: ¿Cómo se describe la razón de cambio?

Docente: se halla para varias parejas, como cambia una variable con respecto a la otra, utilizando $\frac{\Delta y}{\Delta x}$, luego se describe si ésta es constante o si es variable y como cambia ésta a lo largo de la gráfica.

El resto de la solución de la guía del laboratorio 2 y el análisis de las gráficas, los estudiantes los realizaron fuera de clase y con solución de dudas en una asesoría por parte del docente.

Los resultados hallados en este laboratorio 2 a partir de los casos, fueron entregados mediante un informe en formato físico (anexo 9), encontrando que el caso uno no entregó en su informe las tablas de datos, los otros casos las presentaron de forma correcta y con su transformación de unidades respectivas.

Todos los casos construyeron las gráficas, pero el caso 4 las realizó en PC y las debió entregar en papel milimetrado, en la tabla 12 se presta los resultados que se encontraron en estas:

Caso	Gráficas correctas	Gráficas con errores
1	1, 2, 3 y 6	4 y 5
2	1 y 6	2, 3, 4 y 5
3	1 y 4	2, 3, 5 y 6
4	1,2, 3,4, 5 y 6	

Tabla 12. Resultado de la construcción de las gráficas del laboratorio 2

Se pudo corroborar en el trabajo de los casos, en las gráficas con errores, que los estudiantes no utilizaron correctamente la distribución de las escalas en los respectivos ejes (Ilustración 16), colocando los datos de forma indiscriminada y sin tener en cuenta que esto es un plano cartesiano, como ejemplo, en la ilustración 13 que pertenece a la gráfica 5 del caso 1, se puede apreciar cómo el valor de 0.625 está ubicado de forma incorrecta, debió ser más hacia arriba en el eje (flecha roja), un error parecido a este también lo cometieron los casos 2 y 3, en la elaboración de la misma gráfica.

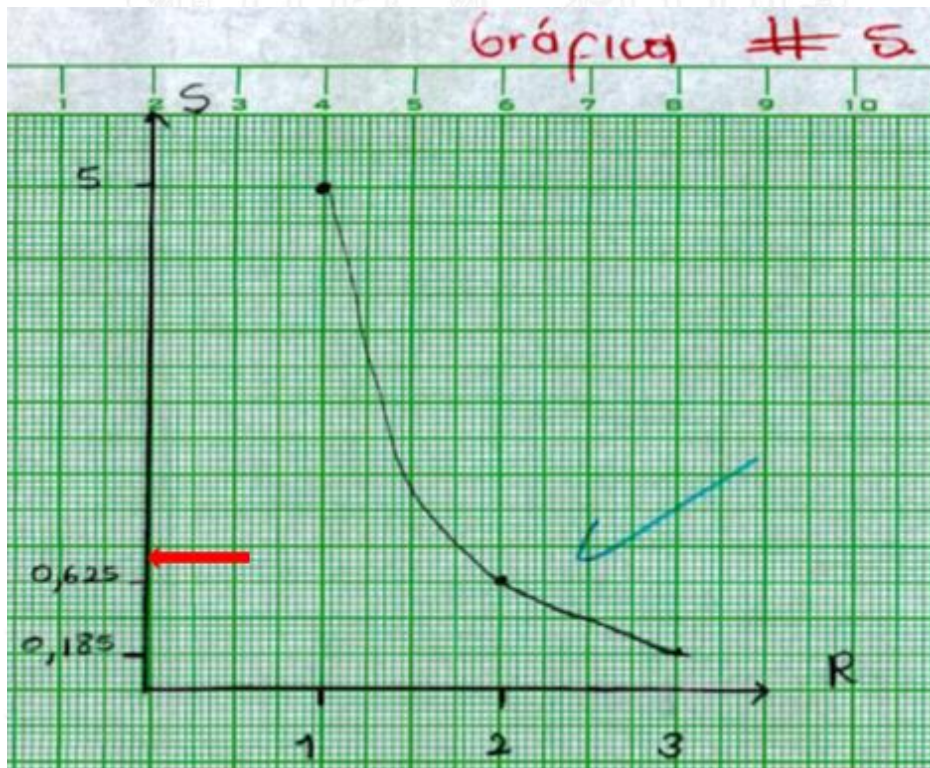


Ilustración 16. Gráfica 5 del laboratorio 2 con es escala incorrecta en el eje Y Caso 1.

Hecho el análisis sobre la relación de proporcionalidad entre la variables realizadas por los casos, se encuentra que para el primer caso, que en la gráfica 2 y 3 identifica las variables que son



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

directamente proporcionales, no se hace la aclaración de que una de las variables está al cuadrado (Ilustración 17) y además en la 2 dice que es una línea recta, lo cual es un error; en la gráfica 4 se confunde la relación de proporcionalidad y en vez de inversa se dice que es directa; en la gráfica 5 no se realiza ningún tipo de análisis y en las gráficas 1 y 6 este análisis es correcto. A pesar de los errores, las constantes de proporcionalidad las hallaron de forma correcta (excepto para la gráfica 5).

2. b. Para este caso podemos decir que $y \propto x$ (directamente proporcional)
 y nos da una línea recta que pasa por el origen.
 C. Constante de proporcionalidad.

$x \propto y^2$
 $(x = ky^2)$ $\left| \frac{x}{y^2} = k \right|$

$\left. \begin{array}{l} \cdot 1,5 / 1^2 = 1,5 \\ \cdot 6,0 / 2^2 = 1,5 \\ \cdot 13,5 / 3^2 = 1,5 \end{array} \right\} \left| k = 1,5 \right|$

Ilustración 17. Relación de proporcionalidad entre variables Caso 1.

El caso 2 el análisis de proporcionalidad de las gráficas lo realizó de forma correcta en la 1, 4 y 6; no realizó el correspondiente a la 5; en la gráfica 2 y 3 encontró matemáticamente la relación de proporcionalidad, pero al expresarla en palabras no dijo que una de las variables está al cuadrado; este mismo error fue cometido por el caso 1 (ilustración 17), y además expresó que “ $Y \propto k$ ”, lo cual es incorrecto puesto que k es la constante de proporcionalidad. Ahora, desde lo conceptual en la gráfica 4, expresó las relaciones entre las variables como “indirectamente proporcional” en vez de “inversamente proporcional”, que es la forma correcta de expresarlo. Finalmente, las constantes de proporcionalidad las halló de forma correcta (excepto para la gráfica 5).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

El caso 3, realizó el análisis de las 6 gráficas, halló la relación de proporcionalidad de cada una, identificó si las variables se relacionaron de forma directa o inversa, pero en la gráfica 2, 3 y 5 no hizo claridad de forma escrita de que una de las variables tiene un exponente, pero si lo expresó de forma simbólica, por ejemplo, la gráfica 5, como se ve en la Ilustración 18. Además halló de forma correcta todas las constantes de proporcionalidad utilizando todos los datos que contiene las tablas.

b) Escribirla relación de proporcionalidad entre las variables.

$R^3 \propto 1/S$

Las variables R&S son inversamente proporcionales

c) Determinar la constante de proporcionalidad.

$R \propto k * 1/S$

$R^3 * S = \kappa$

$1^3 * 5 = \kappa$

$2^3 * 0.635 = \kappa$

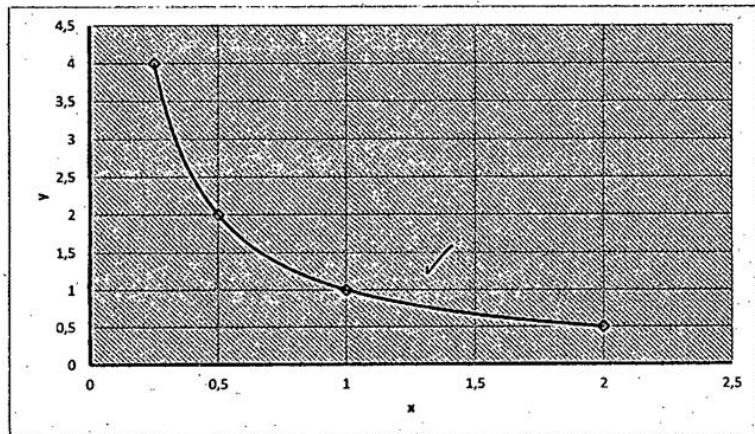
$3^3 * 0.185 = \kappa$

$5 = \kappa$

Ilustración 18. Relación de proporcionalidad entre variables Caso 3.

El caso 4 identificó cuales gráficas tienen relaciones entre las variables directamente proporcionales, pero no expresó éstas de forma matemática. Tampoco mencionó que en la segunda gráfica una de las variables está al cuadrado. El caso también dejó ver en su trabajo, que al hallar la constante de proporcionalidad directa empleó las ecuaciones de forma correcta. Sin embargo, hay un aspecto que llama la atención en este caso y es que en ninguna de las gráficas que presenta relación inversamente proporcional entre sus variables, describió su relación y no encontró el valor de su constante (ilustración 19), dado que en la guía del laboratorio 2 es en los puntos (b) y (c) en donde se da respuesta a esta cuestión y éste los dejó en blanco, demostrando con ello, que no tiene claro cuándo dos variables presentan este tipo de proporcionalidad.

a)



b) 0/0

c)

Ilustración 19. No hay respuestas entre variables inversamente proporcionales Caso 4.

Con respecto a la razón de cambio, en el punto (d) donde se pide la descripción de ésta, los casos 1, 2 y 4 únicamente utilizaron la fórmula para encontrar un solo valor entre dos puntos de cada gráfica y no observaron o calcularon qué pasa con los otros puntos (ilustración 20).

$$\text{Razón de cambio} = \frac{90 - 40}{0,19 - 0,13} = \boxed{833,33}$$

$$\text{Ecuación de la gráfica: } \boxed{Y = 0,21 \cdot X}$$

Ilustración 20. Razón de cambio Caso 2.

A diferencia de los otros casos, el caso 3 halló la razón de cambio para todos los puntos de cada gráfica y luego mencionó que es un promedio, pero no muestra su valor (ilustración 21). Todos los casos coincidieron al no realizar ninguna descripción de este concepto, sólo dieron un valor numérico, pero no dijeron nada del cambio de este valor y que significa.



d) Describir la razón de cambio de cada gráfica.

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{2-4}{0.50-0.25} \Rightarrow \frac{\Delta y}{\Delta x} = -8 \quad \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1-2}{1-0.50} \Rightarrow \frac{\Delta y}{\Delta x} = -2 \quad \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0.5-1}{2-1} \Rightarrow \frac{\Delta y}{\Delta x} = -0.5$$

Razón de cambio promedio *cuál?*

Ilustración 21. Razón de cambio Caso 3.

En la construcción de la ecuación de cada gráfica, se halló en el caso 1, varios aspectos donde en la gráfica 1 y 3 las realizó de forma correcta. Pero en la gráfica 2, al encontrar la constante de proporcionalidad, planteó una ecuación general para ese tipo de relaciones de forma correcta, pero la ecuación particular no la escribió, donde únicamente era reemplazar el valor de la constante; también para las gráfica 4 y 6 las ecuaciones estuvieron incorrectas. Otro aspecto que se pudo observar en este caso, es que construyó las ecuaciones de las gráficas que tienen variables directamente proporcionales de forma correcta (1 y 3), pero no aquellas que tienen la relación inversa entre sus variables (4 y 6). Además en la gráfica 4, colocó el valor de la razón de cambio en la ecuación, en vez de la constante de proporcionalidad y en la 6, no pone el valor de la constante que es 600, si no 19.52, que no se sabe de dónde salió (ver imagen 22), y para terminar, todas las ecuaciones las escribió como si procedieran de variables directamente proporcionales.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

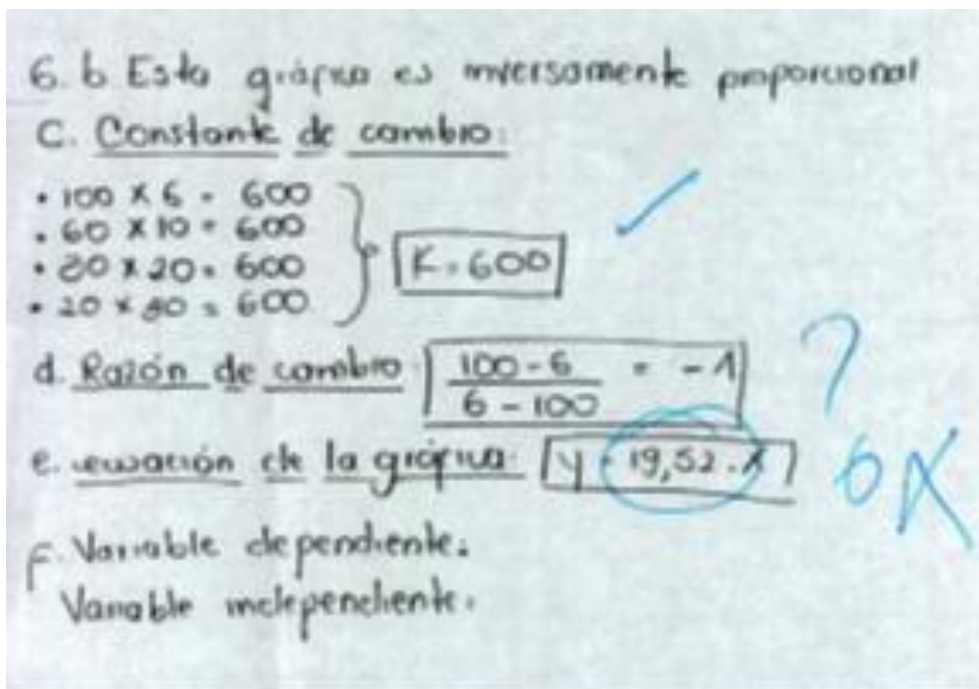


Ilustración 22. Error en la construcción de la ecuación Caso 1.

En el caso 2, se encontró en la construcción de las ecuaciones de las gráficas que tiene las siguientes características: para la gráfica 1 y 3 éstas estuvieron correctas; para la 2 cometió un error porque la constante es correcta, pero la ubicación de la variables es incorrecta y troca éstas de lugar. En las ecuaciones de las gráficas 4 y 6, no colocó en ésta el valor de la constante si no el valor de la razón de cambio (Ilustración 23) y la 5 no la realizó. Se evidenció también al igual que el caso 1, que al construir las ecuaciones las expresó como si todas vinieran de variables directamente proporcionales, por ejemplo, en la ecuación de la gráfica 4, halló la ecuación general de forma correcta y con esta llega a la constante, pero al escribir la ecuación particular no la tuvo en cuenta y escribió ésta como si proviniera de una line recta (Ilustración 23).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

4) Constante de proporcionalidad.

- $0,25 \times 4 = 1$
- $0,50 \times 2 = 1$
- $1,00 \times 1 = 1$
- $2,00 \times 0,5 = 1$

$$k = 1$$

La gráfica es indirectamente proporcional $Y \cdot X = K$.

Proporción de cambio: $\frac{0,25 - 2,00}{4 - 0,5} = -0,5$

Ecuación de la gráfica: ~~$Y = -0,5 \cdot X$~~

Ilustración 23. Error en la construcción de la ecuación Caso 2.

En cuanto al caso 3, se encontró que la construcción de las ecuaciones a partir de las gráficas todas estuvieron correctas, desde el proceso de la construcción de la ecuación general, hasta la constante de proporcionalidad y luego al llegar a la ecuación requerida.

Por último el caso 4, encontró todas las ecuaciones de las gráficas a partir de la ecuación de la pendiente (Ilustración 24), tomando todas estas como si fueran líneas rectas, esto es un error y en ningún caso tuvo en cuenta el valor de la constante hallado a partir de la relación de proporcionalidad o la ecuación general.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

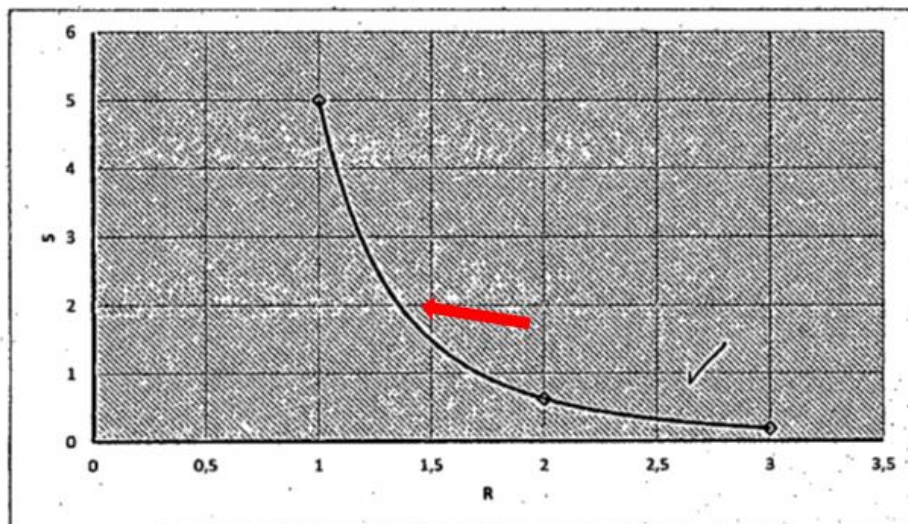
1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

a)



b)

c)

$$d) \frac{dS}{dR} = \frac{\Delta S}{\Delta R} = \frac{S_f - S_i}{R_f - R_i} = \frac{0.625 - 5}{2 - 1} = -4.375$$

Solo un punto

$$e) m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{0.625 - 5}{2 - 1} = -4.375$$

$$y = m(x - x_1) + y_1$$

$$y = -4.375(x - 1) + 5$$

Ilustración 24. Error en la construcción de la ecuación Caso 4.

En este trabajo realizado por los casos 1, 2 y 4 del análisis de gráficas, se observó que no tienen claro los conceptos de proporcionalidad directa e inversa, puesto que halla las constantes de forma correcta, pero a la hora de plantear la ecuación no las utilizó de esta forma, mostrando una deficiencia en este aspecto. Además, a partir de las gráficas y las ecuaciones no dejó claro cuál es la variable independiente y dependiente. El caso 3, a diferencia de los otros, evidenció más claridad en estos conceptos, demostrándolo en este laboratorio 2 al realizar el análisis de las gráficas. Sobre el aspecto de la razón de cambio, los cuatro (4) Casos no tienen claro el concepto, sólo encuentran valores de forma mecánica utilizando la ecuación, pero no hacen ninguna



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

referencia al resultado obtenido y qué significado tiene en el comportamiento de la curva representada en la gráfica.

Se pudo concluir que los casos en esta indagación acerca de los saberes previos, del trabajo realizado con la encuesta y el laboratorio confirmaron que sus conocimientos sobre el concepto de razón de cambio eran mínimos, desconocían el significado conceptual, su utilidad frente al análisis de gráficas y su importancia en el estudio de la cinemática.

Todas las deficiencias relativas a conceptos matemáticos halladas en los casos de la investigación y en los demás estudiantes de este espacio de conceptualización, que son de suma importancia para entender el concepto de razón de cambio y los conceptos de cinemática, fueron luego parte de la reflexión del maestro en otras clases que no están descritas aquí por no ser parte de la intervención. En consecuencia, se continuó con la intervención y se realizó el hacer primer acercamiento al software Tracker, evento que se describió en la próxima clase.

Clase tres: se realizó en la sala de sistemas, inició con el saludo, el orden del día y el objetivo de aprendizaje para los estudiantes. También socializó el objetivo para esta clase desde la investigación: *detallar cómo realizan los casos el acercamiento al software Tracker desde la instrumentalización.*

Por consiguiente, el docente continuó con el tema del día, retomó la presentación en PowerPoint (anexo 3) vista en la primera clase y denominada “El análisis de vídeo como una herramienta para la enseñanza de la física” (Ilustración 25), con el fin de retomar y profundizar en las herramientas que tiene el Software Tracker, puesto que en la primera clase únicamente se mostró por medio de un vídeo tutorial.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



Ilustración 25. Presentación de la clase 3.

Durante la presentación, en la diapositiva número dos hay una imagen (Ilustración 26) y el link de un vídeo sobre un tren que describe un movimiento circular (anexo 5), el cual se reprodujo y permitió hacer una reflexión acerca de la importancia del análisis de vídeo y todas las posibilidades que se tiene a la mano con la tecnología actual: celulares, cámaras digitales, iPod, entre otros, para realizar este tipo de experiencias de aprendizaje.



Ilustración 26. Vídeo movimiento circular.

Continuó la clase con la muestra de algunos nombres de software y una tabla comparativa de éstos referida a las bondades y ventajas; se decidió trabajar con el software Tracker. Luego se procedió a describir software Tracker, diciendo qué es, sus características y componentes

(ilustración 27), siendo principalmente cuatro (4): barra de herramientas, zona para el análisis de vídeo, construcción de gráficas con sus elementos de análisis y la tabla de datos.

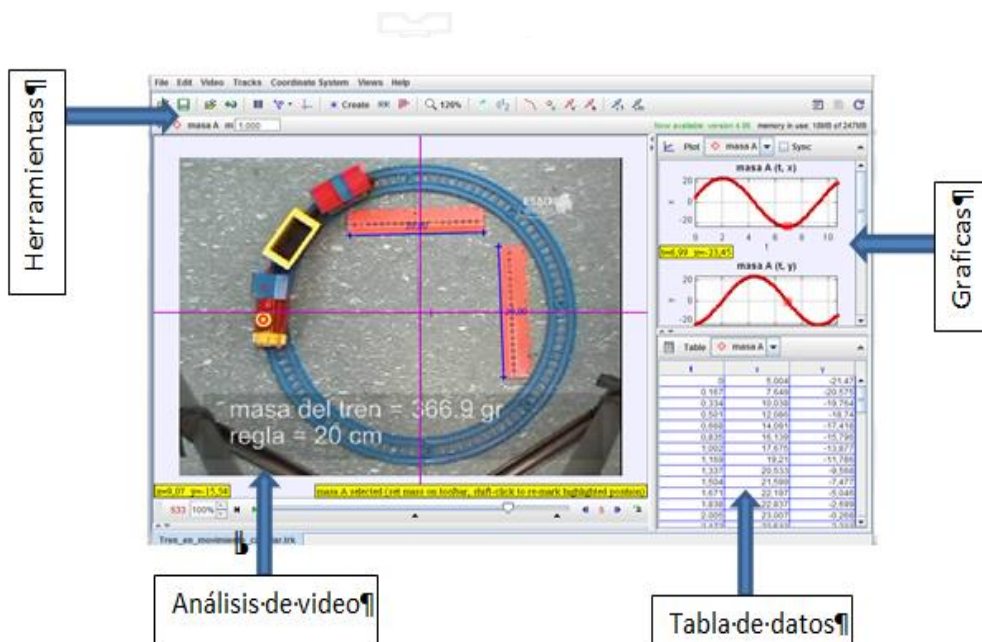


Ilustración 27. Componentes del Software Tracker.

Después de haber hecho la explicación del software, el docente dijo: ¿qué preguntas hay?

Estudiante: profe, ¿En ese programa siempre es un análisis con gráficas, así sea vídeo?.

Docente: La física lleva los elementos naturales a herramientas matemáticas como ecuaciones matemáticas o gráficas, ¿Cierto?, en la que se comparan variables, mientras se está haciendo un experimento que tiene por lo regular 5 variables, las cinco variables no las puedo analizar a la misma vez, dejar una constante y trabajar con dos que varíen, trabajar siempre por parejas. Para ver en el análisis qué proporcionalidad tienen es mejor una gráfica, una gráfica te dice es lineal, digámoslo así, tiene una proporcionalidad directa, pero si tiene asíntota a los ejes tiene una proporcionalidad inversa, hay que mirar si es una parábola, una de las dos está al cuadrado, la gráfica me ayuda es a extrapolar la información que no veo directamente del experimento y no veo de la tabla.

Estudiante: (asiente con la cabeza, que si entendió).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Docente: ¿Qué otra pregunta hay muchachos? No hay más preguntas (el docente activa el software Tracker. Cuando el docente va continuar con la clase surge una pregunta):

El caso 3: ¿En qué unidades trabaja el software?

Docente: ¿En qué unidades?, habría que mirar la opciones de unidades, por lo regular ésta unidades del sistema internacional..

(Anexo 10 clase 3; línea 111 a 126)

El docente continuó la clase e indicó a los estudiantes que ingresaran al disco en la nube de Mega, dándoles la dirección y la clave de ingreso, luego se habilitó un disco en la nube para que cada uno de los estudiante creara una carpeta con el fin de almacenar todos los vídeos que se utilizarían en los laboratorios, los archivos de software Tracker del proceso de los análisis de los vídeos y las grabaciones realizadas en los PC con el Software CamStudio (Ilustración 28).^{22 23 24}

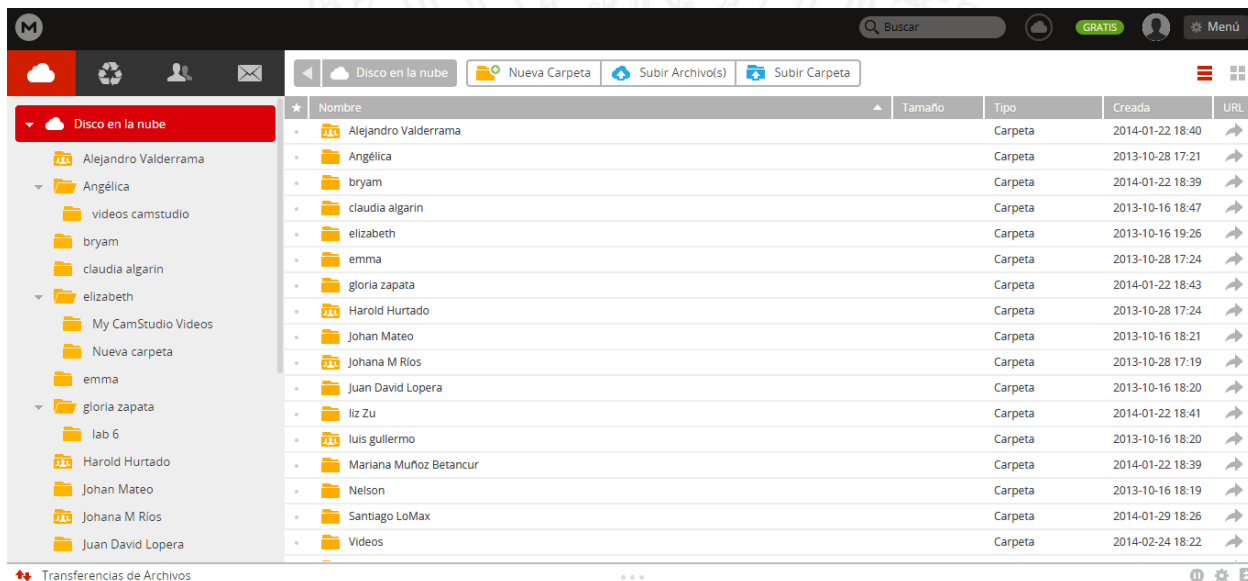


Ilustración 28. Carpetas de los estudiantes en la nube.

²² <https://mega.co.nz> Recuperado Noviembre 6 de 2014

²³ http://es.wikipedia.org/wiki/Mega_%28sitio_web%29 Recuperado Noviembre 6 de 2014

²⁴ <http://camstudio.es/> Recuperado Noviembre 6 de 2014



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Durante el proceso de elaboración de las carpetas por parte de los estudiantes, surgieron preguntas, entre ellos: ¿Cuál es su capacidad?, ¿Qué nivel de seguridad tiene? y aspectos sobre ¿Cómo se sube o se descarga un archivo en Mega?.

El docente prosiguió con la clase y puso en funcionamiento el software Tracker, tomó el vídeo de movimiento circular y a través de él mostró paso a paso cómo se realiza el análisis de movimiento de un cuerpo (Ilustración 29).



Ilustración 29. Demostración software Tracker.

Comenzó el proceso mostrando de manera específica las partes principales del software mientras iba realizando el análisis del vídeo y dejando claro cuáles eran los elementos básicos para realizar este tipo de trabajo. Detalló cómo se carga el vídeo en el software, cómo se pone en funcionamiento, la manera de escoger el segmento de éste que se va analizar, limitando su cuadro inicial y final. De manera paralela a la explicación el docente iba interactuando con los estudiantes y realizando preguntas.

El docente: nosotros hemos trabajado algo en clase, algo que es muy importante a la hora del análisis de un movimiento, ¿Qué es?

El Caso 1: el punto de referencia.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: el punto de referencia o el sistema de referencia, ¿Cierto? Miren que siempre lo que hemos trabajado en clase es que siempre debemos tener un punto para observar

(Anexo 10 clase 3; línea 278 a 281)

A partir de la pregunta anterior el docente mostró la construcción del sistema de referencia y cómo se ubica para el posterior análisis, luego procedió a calibrar el vídeo y darle unas dimensiones a éste, se definió el cuerpo como una masa puntual y realizó el seguimiento del cuerpo con la marcación de puntos durante su trayectoria. En el desarrollo del proceso los estudiantes intervienen.

Estudiante: ¿Cuál es la importancia de calibrar?

Docente: estamos filmando un vídeo, ¿Cierto? Yo sé cuánto mide cada baldosa, digamos que cada baldosa tiene una medida 30 cm, yo tengo un cuerpo que está pasando a lo largo de este salón, lo filmo y lo monto en el Tracker. Éste último no sabe cuáles son las dimensiones del salón, entonces para poder hacer una gráfica posición tiempo, les digo que necesitamos darle una escala ¿Verdad?, en ese caso, este pedacito vale 30 cm –señalando la baldosa– de esta baldosa, luego, ya el software interpreta: “...ah, bueno, si este pedacito vale 30 cm y tenemos 10 baldosas, la longitud total es 300 cm”; entonces el software trabaja en una escala de 300 cm.

(Anexo 10 clase 3; línea 301 a 308)

De forma subsiguiente reveló primero a los estudiantes en dónde se encuentran las gráficas, mostrando cómo en pantalla se pueden tener desde una hasta tres de ellas de forma simultánea y advirtió que se pueden ver en total hasta veinticuatro (22) variables diferentes con respecto al tiempo, tal como se muestra en la ilustración 30 (anexo 11)²⁵.

Estudiante: Profe, ¿Cierto que ese programa también nos permite mirar en el eje también?

Docente: sí podemos ver el eje Y acá (mostrando el eje en la pantalla).

²⁵ tracker_help.pdf



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Caso 4: Profe, usted había dicho que por defecto el Tracker en la primera gráfica colocaba el tiempo con la posición en X, entonces, la segunda gráfica es el tiempo con la posición en Y, ¿La tercera gráfica?

Docente: la tercera gráfica vuelve y se repite en el eje X, es ahí donde usted toma la decisión de acuerdo con el análisis que usted está haciendo de qué variable pone ahí.

Caso 4: ¿El Tracker me permite hacer un análisis a partir de un vídeo sólo si tengo un vídeo o puedo yo colocar los datos que ya tenga y me muestra las gráficas?

Docente: habría que mirar, pero yo creo que sí se puede porque por aquí hay unas opciones de constructor de datos y aparece este cuadro de diálogo, entonces miren que yo puedo colocar una expresión y observar cómo puedo cambiar esta masa, darle otro nombre, definir variables, en fin, eso se puede hacer, cambiar la figura; hay varias cosas que pueden hacerse ahí, ¡bueno!

(Anexo 10 clase 3; línea 347 a 361)

En un segundo momento el docente continuó con la explicación, tomó una sola gráfica y mostró los datos que se pudieron obtener de ésta: como la ecuación general de la gráfica, el área bajo la curva, la razón de cambio en cada punto y valores estadísticos.

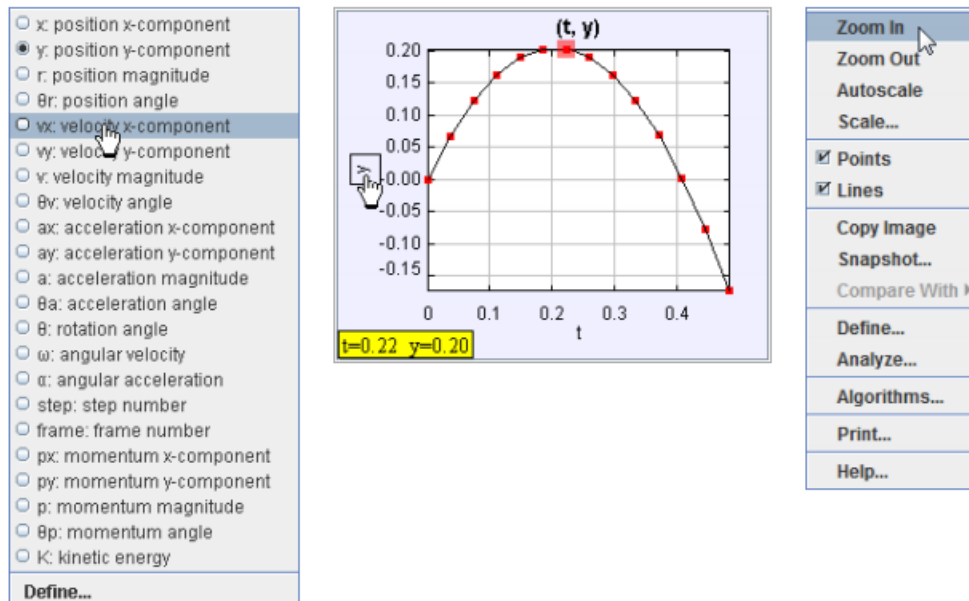


Ilustración 30. . Múltiples opciones de gráficas tomado de Tracker help.pdf



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

El tercer momento lo dedicó a mostrar dónde se encuentra la tabla de datos y la información que se puede obtener de ésta. Durante la explicación algunos alumnos hicieron preguntas, a las que el docente les dio respuesta oportuna.

Caso 2: ¿La única gráfica que se puede modificar es la tercera?

Docente: no, puedes modificar cualquiera; si quiero modificar la primera le doy clic simplemente en el eje, en el nombre del eje, por si le voy colocar velocidad angular, listo, y mira la gráfica que sale. Que quiero comparar la velocidad angular con la posición angular, entonces le puedo quitar el tiempo y miren que el tiempo lo puedo mover de ahí, puedo comparar las variables que quiera, es decir, con el tiempo puedo comparar 22 variables diferentes con respecto al tiempo, pero, si tengo 25 variables, ¿Cuántas combinaciones puedo hacer?

Caso 2: Y al momento de hacer un análisis de la gráfica, por ejemplo, cuando aparece pues lo de la función, ¿Es necesario que la persona sepa ya? O ¿Qué tenga un conocimiento previo de la función?, porque el software no da más opciones, no da una opción para la gráfica sino que tiene que ser la que uno le ponga.

Docente: ahí está la opción, cierto, es decir, ahí hay una construcción de la gráfica de un movimiento, entonces tenemos que tener unos conocimiento previos como de qué tipo de función estamos hablando, porque digamos que solo tenemos aquí la mitad de la gráfica. Esta mitad, podríamos decir, que es como una U hacia abajo entonces es una parábola, luego, podríamos estar yéndonos a parábola: ¿Cuál es la que acerca más a esa función? Entonces miremos a ver..., hacemos clic en función y debemos tener, y la más cercana sería ésta, ¿Cierto? En el imaginario sólo si tuviéramos esta parte superior entonces tendríamos que la que más se acerca sería ésta, ¿De acuerdo? Debemos saber diferenciar entre los diversos tipos de funciones. Hay unos conocimientos previos que hay que tener necesariamente, de hecho, miremos el laboratorio que acabamos de entregar de la gráfica, que es para tener una idea de los diferentes elementos que tienen las gráficas. ¿Qué otra pregunta hay?

Caso 4: ¿Me repite los datos o los resultados que nos muestra el análisis de la gráfica? ¿Usted dijo qué ahí mostraba la ecuación de la gráfica?.

*Docente: por ejemplo, lo que dije ahorita fue; que supusiéramos que estábamos solamente con esta parte, que sería una parábola cóncava hacia abajo ¿cierto?, que cuál era la función si nos estamos imaginando que es una parábola, entonces, seleccionamos la opción “parábola” y nos va a escribir la ecuación general de la parábola, dado que yo marqué estos datos y me hizo un ajuste a la gráfica, con esos datos me está diciendo que **A** vale -3,833, que **B** vale 19,988, y que **C** vale -3,672. Y esos son los que yo remplazo en esta gráfica **A,B,C** para dar la ecuación general de esa gráfica o del movimiento. ¿Era eso lo que preguntabas? Entonces mire que dependiendo de la cantidad de datos, miren que si cojo estos datos de acá sólo me permite coger los de aquí abajo, entonces estaría haciendo un ajuste para esta parte de la parábola, pues para esta parte de la gráfica, suponiendo que sea una parábola, entre más datos cojo más*



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

se acerca al ajuste, y con este ajuste me evito estar haciendo por allá ese cálculo de buscar la constante.

Estudiante: profe, ¿Solamente se puede hacer esa ecuación? Para la constante de proporcionalidad y la variable independiente, ¿También se puede encontrar?

Docente: por consiguiente, ahí es donde juega el conocimiento y la descripción que tengamos con las próximas clases de qué significa A, qué significa B, qué significa C; por ejemplo C es el punto de corte en el eje Y cuando X vale 0, cuando el tiempo vale 0, perdón en este caso, es interpretar qué significa cada variable de eso. Recordemos que en la clase anterior vimos que la posición final era igual, vuelvo y repito, a posición inicial; en este caso C sería la posición inicial, velocidad inicial por tiempo, el tiempo esta lineal en este caso T mayúscula sería esa velocidad inicial, más un medio de la aceleración por tiempo al cuadrado, esa aceleración por un medio sería ¿quién? “A” suponiendo que esto es un movimiento rectilíneo acelerado, entonces, ahí puedo encontrar que A, a bueno 0.5 la aceleración es cuanto, la aceleración de este movimiento sería el doble de eso sería...8,52, por decir algo, entonces ahí puedo entrar a decir: ah, bueno, esa fue la aceleración de ese movimiento, como estamos hablando de un ajuste, estamos hablando de una aceleración promedio, entonces son datos que vamos a poder sacar de ahí.

(Anexo 10 clase 3; línea 403 a 457)

Al terminar la explicación y resueltas las preguntas sobre puntos específicos del software Tracker que no quedaron claros, se dio por culminada la clase.

En cuanto al objetivo investigativo que apuntó hacia la instrumentalización que deben realizar los estudiantes del Tracker, se pudo observar cómo el docente en la explicación paso a paso de los elementos que tiene éste, apuntó hacia ese sentido y cómo los casos con sus preguntas y dudas que tenían, dieron cuenta de una construcción inicial de esta instrumentalización; el caso 1 no realizó preguntas pero estuvo atento al trabajo que se estaba realizando, porque durante la explicación del docente y las preguntas que este hizo participaron respondiendo acertadamente una de ellas, la que hacía alusión al sistema de referencia y con ella dieron paso a la manera cómo se utilizaba ésta en el análisis de vídeo. De las inquietudes generadas por el caso 2 se destacó la siguiente: “Y al momento de hacer un análisis de la gráfica, por ejemplo, cuando aparece pues lo



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

de la función, ¿Es necesario que la persona sepa ya? ¿O tenga un conocimiento previo de la función....? ”. Esta pregunta fue muy importante porque permitió mirar

la asociación que debe realizarse con la información que le puede proporcionar el

software y lo que él debe saber para poder interpretarla; donde el caso está yendo mas allá de la instrumentalización y contextualizando de la información adquirida para llegar a la construcción de conceptos nuevos. El caso 3 sólo hizo una pregunta: *¿en qué unidades trabaja el software?* Ya que éste no las deja claras, siendo válida en el momento de ubicarse dentro del lugar donde se realizó el vídeo y saber en qué unidades están las diferentes variables que entrega el Software. El caso 4 tuvo una buena participación en la clase, realizó varias preguntas que apuntaron a la instrumentalización que él está realizando, pero no se quedó solamente en la explicación del docente sino que va más adentro del Software, cuando pregunta: *“¿El Tracker me permite hacer un análisis a partir de un vídeo sólo si tengo un vídeo o puedo yo colocar los datos que ya tenga y me muestra las gráficas?”*. Con la pregunta mostraron que quieren profundizar en elementos que tiene el Software y adicionarlos a los que ya lograron interiorizar con la explicación del docente y dándole otro uso al ya explicado.

En esta clase se pudo evidenciar un inicio de instrumentalización de los casos, a partir de la explicación y reflexión sobre el Software Tracker realizada por el docente y el análisis del vídeo que realizó, en la próxima clase se realizará un acercamiento de forma directa a éste, con la aplicación de la guía laboratorio 3 (anexo 2), donde se evidenciará la instrumentalización que realice cada Caso en el manejo del Tracker y la solución de ésta.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Clase cuatro: en la sala de sistemas, inició con el saludo, el orden del día y el objetivo de aprendizaje para los estudiantes. También se hizo referencia al objetivo que se diseñó para la clase desde la investigación: *detallar cómo realizan los casos el acercamiento al software Tracker desde la instrumentalización y como elaboran el análisis de movimiento de un cuerpo.*

El docente realizó una presentación concerniente al contenido que tiene la guía del laboratorio 3 (Ilustración 31), hace énfasis en sus partes principales, en la explicación de la actividad que se pretende realizar y sugirió a los estudiantes que graben lo que realicen con el CamStudio, luego les solicita que descarguen el vídeo de Mega que tiene el nombre de “VLB 3.1 mp4” con el que se va a trabajar. Resolvió las dudas iniciales que surgieron en los estudiantes sobre conflictos que tiene con el computador y se dejó claro cuál es link donde deben responder el informe del laboratorio.²⁶



Ilustración 31. Explicación del docente sobre la guía de laboratorio 3.

Así que, asignada la guía de laboratorio 3, se pasó a la realización del trabajo práctico. Inicialmente los estudiantes leyeron la guía (Ilustración 32) y cumplieron una serie de sugerencias

²⁶ <https://docs.google.com/forms/d/1laKxI7Kf1aHu-QqfTbgaHF3FZLeuIYCfbysKWAMqqHw/viewform>
recuperado 6 de noviembre 2014.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

definidas a partir de un orden preestablecido (anexo 2) pero no es estricto; todas referidas a herramientas de aplicación del software Tracker con el fin de explorar y hacer a la par el análisis de movimiento del cuerpo que se apreció en el vídeo, de esta forma los estudiantes evidenciaron las aplicaciones del software, sus potencialidades y las debilidades.

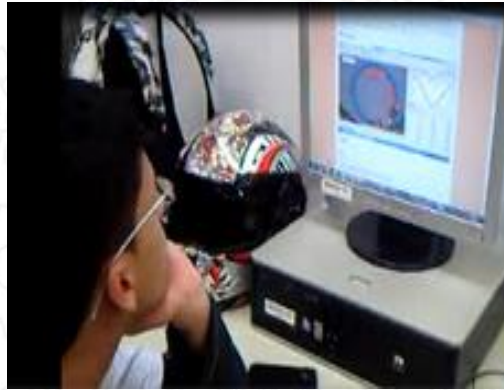


Ilustración 32. Lectura de la guía por el Caso 1.

. Durante la sesión el docente observó los casos, ninguno de ellos tuvo dificultades al descargar el vídeo de la nube Mega y posteriormente introducirlo al software Tracker, se vio cómo estos manipularon el software y leyeron con normalidad la guía para proseguir con su trabajo (Ilustración 33).



Ilustración 33. Lectura de guía e implementación en el Software Tracker caso 4.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Paralelo a los estudiantes que realizaban el laboratorio, el docente fue solucionando las dudas que surgían entre los estudiantes de forma individual (Ilustración 34), ya fueran de orden conceptual, relacionadas con el laboratorio 3, sobre elementos propios del software Tracker o relacionadas con la utilización de éste. Ilustramos brevemente algunas de ellas:



Ilustración 34. Solución de dudas.

Docente: Se dirigió hacia el caso 1

Caso 1: ¿Por qué la última gráfica esta repetida?

Docente: Tenemos la masa, estamos trabajando con un masa, tiempo y posición en X, en Y. ¿Qué quieres mirar? Si quieres mirar la aceleración o la velocidad en este vídeo, estamos mirando es qué tipo de movimiento tiene, entonces podría ser, la velocidad qué características tiene; entonces es magnitud de la velocidad ¿Cierto? O si quieres comparar la velocidad con la posición en X, mirar en X si la velocidad es constante, entonces, dale clic más bien aquí, esta última velocidad en X, ahí esta velocidad en Y, y que podríamos entonces decir: “esa velocidad es como ¿Constante?, ¿Variable?”

Caso 1: la velocidad es variable

Docente: porque lo otro es mirar las unidades, ¿En qué unidades está?.

(Anexo 10 clase 4; línea 90 a 100)

El docente observó cómo los cuatro (4) Casos tenían listo el análisis del vídeo con el Software (ilustración 35), mostrando el dominio que adquirieron en el manejo de éste.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

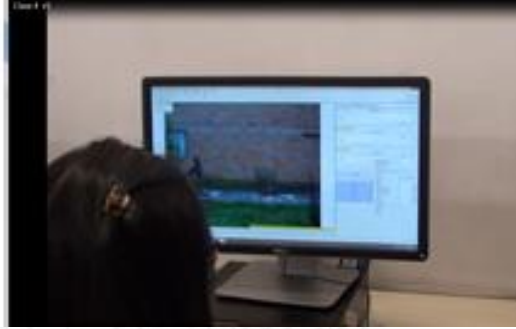


Ilustración 35. Análisis del vídeo con el Software Tracker Caso 3.

El Caso 2: ¿grabamos todo esto?

Docente: únicamente lo que hizo con el Tracker está listo, entonces antes de cerrar, lo guarda en una carpeta y lo montas de una vez a Mega.

(Anexo 10 clase 4; línea 115 a 117)

Se observó cómo los casos resolvieron el formulario de Google Drive a partir del trabajo realizado con la guía de laboratorio 3 y el software Tracker (ilustración 36). Inquietudes sobre la prueba:



Ilustración 36. Solución del formulario de Google Drive laboratorio 3.

Caso 1: ¿No entiendo la décima pregunta?

Docente: en el trabajo usted qué hizo, ¿cómo puede hallar posición, desplazamiento, trayectoria, distancia, cambio de posición, razón de cambio, rapidez, velocidad y aceleración? ¿Si se puede trabajar la definición de posición, de trayectoria, desplazamiento,



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

trabaja esto.

si se puede? Entonces, ¿se evidencia en lo que se hizo que si se puede trabajar la definición de posición, de trayectoria, ¿si se puede?

Caso 1: sí, (asiente con la cabeza)

Docente: la idea es darnos cuenta cómo se evidencian esos conceptos, en qué partes podrán ser evidenciados. Si en esto momentos no la tienes clara, pero sí se puede; apenas se está iniciando el trabajo, la idea es que al final usted sepa dónde se trabaja esto.

Los casos terminaron de solucionar el formulario de Google Drive referido al laboratorio 3 y lo enviaron; las respuestas (anexo 12) se consignaron en el análisis sobre los resultados obtenidos en la tabla # 19, en ella se registró la reducción de los datos de las respuestas del laboratorio 3 por cada sub-categoría (anexo 7).

Consecuentes con lo observado en la clase y lo hecho por los casos, valga referir que no tuvieron dificultades con ninguno de los documentos abordados, en especial, el dirigido al manejo del Tracker que implica un acercamiento de forma individual con la instrumentalización de este artefacto (software). El Caso 1 reportó dos inquietudes durante la instrumentalización realizada: *¿Por qué la última gráfica esta repetida?* Esta pregunta ocurrió cuando el caso manipuló la opción de tener 3 gráficas en pantalla y por defecto el software repitió la primera y no la entendió éste. *¿Por qué?* Es evidente que el trabajo conceptual realizado por este caso todavía tiene vacíos, al manifestar: *¿no entiendo la décima pregunta?*, la cual está orientada a verificar la asimilación de los conceptos de posición, desplazamiento, trayectoria, distancia, cambio de posición, razón de cambio, rapidez, velocidad y aceleración a partir del análisis de vídeo realizado con el Tracker. La dificultad tiene dos explicaciones posibles: la primera, que no tienen claro los conceptos de cinemática; la segunda, que el proceso de instrumentalización desplegado en la clase no lo relacionan todavía con los elementos pertenecientes al Tracker. Los otros casos hicieron preguntas significativas o relevantes al tema estudiado, y logrando así el objetivo propuesto para la clase.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Se advierte que en la siguiente clase se retomarán las preguntas resueltas en la guía de laboratorio 3, con el ánimo de generar una discusión introductoria y brindar solución a las dudas de los estudiantes en relación con el proceso, en especial, el último punto (10) que dejó abierto el trabajo para el próximo laboratorio. Asimismo se continuará con la instrumentalización, intentando observar si los casos tienen inicios de esquemas de uso a partir del software Tracker y si han comprendido o no el concepto de razón de cambio en el análisis del movimiento de un cuerpo.

Clase cinco: inicia con el saludo, el orden del día y el objetivo de aprendizaje correspondiente para los estudiantes. Igualmente, se tiene en cuenta el objetivo para esta clase desde la investigación: *Identificar en los Casos la génesis instrumental del Software Tracker y cómo utilizan el concepto de razón de cambio al realizar el análisis de movimiento de un cuerpo.*

La discusión que se generó en la clase comenzó con la socialización del laboratorio 3, a partir de las preguntas que los estudiantes formularon sobre el trabajo desarrollado en éste. Veamos algunas:

Estudiante: ¿qué es la razón de cambio o cómo se halla?

Docente: (le pregunta al grupo) ¿quién le responde esa pregunta a la compañera?, (pero nadie contesta). El docente pasa a responder la pregunta y a explicar este concepto para todo el grupo; recurre a la gráfica del análisis del laboratorio anterior por medio del Tracker (que está funcionando en su PC); primero explicó los elementos presentes en la gráfica X vs t , y preguntó: ¿con esta gráfica cómo se halla la razón de cambio? Pero no hay respuesta por parte de ningún estudiante. Entonces, el docente pasó a la pizarra y escribió la ecuación matemática del concepto de razón de cambio (ilustración 37), y dice: que en la gráfica hay 13 o 14 puntos para trabajar este concepto y hallar su respectivo valor, también, asoció esta ecuación con la pendiente en una línea recta, luego, mostró cómo al aplicar un límite a esa ecuación se convierte en velocidad instantánea y además, esa razón de cambio es una velocidad promedio.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación



Ilustración 37. Explicación de la razón de cambio.

El docente volvió al Tracker y amplió la tabla, mostrando que con los datos de ésta se pueden encontrar los valores de la razón de cambio y realizó el procedimiento con ayuda de los estudiantes que le dictaron los valores e hicieron las operaciones en la calculadora; encuentra que el resultado es negativo y como es una velocidad indica que se mueve hacia la izquierda; el docente recurrió al vídeo y mostró que efectivamente el cuerpo se mueve en ese sentido, y además hizo la aclaración del sistema de referencia y cómo se interpretó el movimiento en éste.

Prosigue la clase. El docente afirmó que puede coger cuántos puntos desee en la tabla para comparar los valores de la razón de cambio y saber si es constante o es variable.

Caso 4: ¿Si puede coger el primer punto y el último?

Docente: que le queda una razón de cambio muy grande, pero, también se puede hacer y podría ser como un promedio de todos.

El docente continuó con la explicación, mostró otra forma de cómo se podía ver la razón de cambio y lo hizo, con la pendiente de la gráfica que da el Tracker en cada punto, por medio de la opción analizar, la pestaña measure y activar la opción slope (valor de la pendiente); luego se coloca el puntero del mouse en el punto y éste muestra el valor correspondiente (ilustración 38).

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

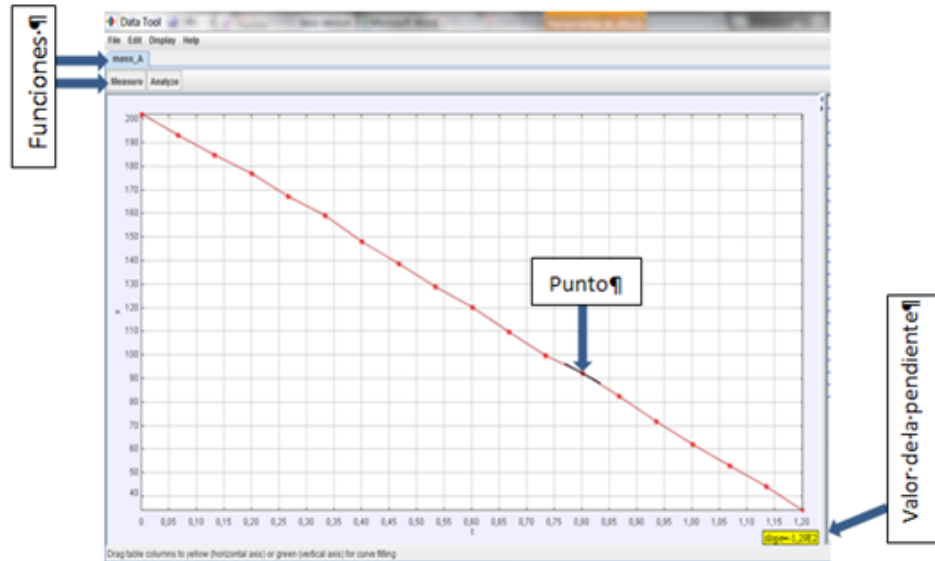


Ilustración 38. Análisis de la gráfica.

El caso 4: Pide el favor de que le repitan como se halla.

Docente: Le mostré de nuevo cómo hacerlo, y lo hizo a partir de varios puntos de la gráfica. De nuevo enfatizó en la relación de la razón de cambio de esta gráfica y la velocidad del cuerpo.

El caso 4: ¿En los valores de la gráfica, qué significa E2 al lado del valor?

Docente: ¿Que es 10 al exponente 2 (10^2)?

El docente reanudó sus planteamientos y mostró punto a punto la pendiente de la gráfica (ilustración 38) y comparó 3 puntos en específico, mostrando que son valores aproximadamente constantes y que debe tenerse en cuenta el error humano. Que si el tramo de recta es constante y el movimiento es rectilíneo, podemos decir que en ese tramo el movimiento fue rectilíneo uniforme. ¿Qué otra pregunta hay respecto al laboratorio anterior? Como no hubo más preguntas, pasó al trabajo de la clase.

En este momento el docente realizó las indicaciones respectivas y los estudiantes abordaron la solución de la guía de laboratorio 4 (anexo 2); de nuevo inquiere: ¿Quién tiene preguntas? o ¿quién no ha podido comenzar? Una estudiante levantó la mano y el docente va hacia su puesto, le colabora en la solución de sus inconvenientes técnicos.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Más tarde los alumnos empezaron a ver el vídeo “v1b41” (anexo 5), el docente explicó a todos los estudiantes qué está sucediendo con el cuerpo que se mueve en este de forma general, dijo que es lo que hay que analizar en el Tracker para solucionar el laboratorio 4. Además explicó los dos formularios de Google Drive que deben responder, uno con la tabla de los datos iniciales (anexo 7) y el otro que corresponde al informe del laboratorio 4.^{27 28}

Los estudiantes iniciaron el trabajo. El docente de forma individual fue resolviendo las preguntas sobre el manejo del Tracker.

El caso 1 (c5v2 5.42): ¿cuando la cámara se mueve mucho, dónde se pone el sistema de referencia?

Docente: busque un rango del vídeo en donde se encuentre estable y no tiene necesidad de evaluar todo el movimiento sino un parte de éste.

Caso 2(c5v2 7.25): no sabe qué trayectoria definir (muestra en la pantalla cómo se mueve el cuerpo).

Docente: escoja un punto inicial donde el cuerpo se mueva y vuelva a ese punto, no tiene que ser el vídeo completo.

Caso 2: listo (asiente con la cabeza que entendió).

El docente va pasando por el puesto de cada estudiante, soluciona los inconvenientes y preguntas de manejo del software. Varios estudiantes preguntaron: ¿Dónde colocar el sistema de referencia?

Caso 1(c5v2 11.33): ¿Para calibrar qué medida le damos?

Docente: Para calibrarlo, esos cuadros que están el piso tienen como 150.

Caso 1: Un metro cincuenta (1,50 m).

²⁷ https://docs.google.com/forms/d/187Iiw_QSObl24i-RphISYGaey3VpS4EMpsKHq9uVCqU/viewform

²⁸ <https://docs.google.com/forms/d/1Nn72ymBbohsx6sB5IWno-fIYqF1Ok7YVqv5UIvqfPf0/viewform>



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

El docente observó a los estudiantes: los vio muy concentrados en su trabajo, en particular el caso 3 no presentó ningún inconveniente con lo que estaba realizando.

Por otro lado, se dio cuenta que en algunos computadores, el software Tracker y el CamStudio entraron en conflicto y no podían trabajar conjuntamente. Instantes después le da solución al problema.

Caso 4(c5v2 18.00): ¿Por qué cuando está marcando los puntos, hay veces que el cuerpo no cambia de cuadro si no que se queda ahí? (señalando el vídeo).

Docente: En ese punto el cuerpo se está quedando quieto para la velocidad del vídeo.

Caso 2(c5v2 18.52): (hace una pregunta con respecto a la solución de la tabla de datos inicial y que hace referencia al punto 4)

Docente: la pregunta ¿Qué gráficos tienen sentido en el análisis de este laboratorio?, (la lee) posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo, si.

Caso 2: Sí.

Docente: Apenas es, si así está bien. (Cuando el caso 2 vuelve al Tracker, el docente mira la pantalla) lo está grabando con el Camstudio.

Caso 2: Sí.

Docente: Excelente gráfica (ilustración 39)

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

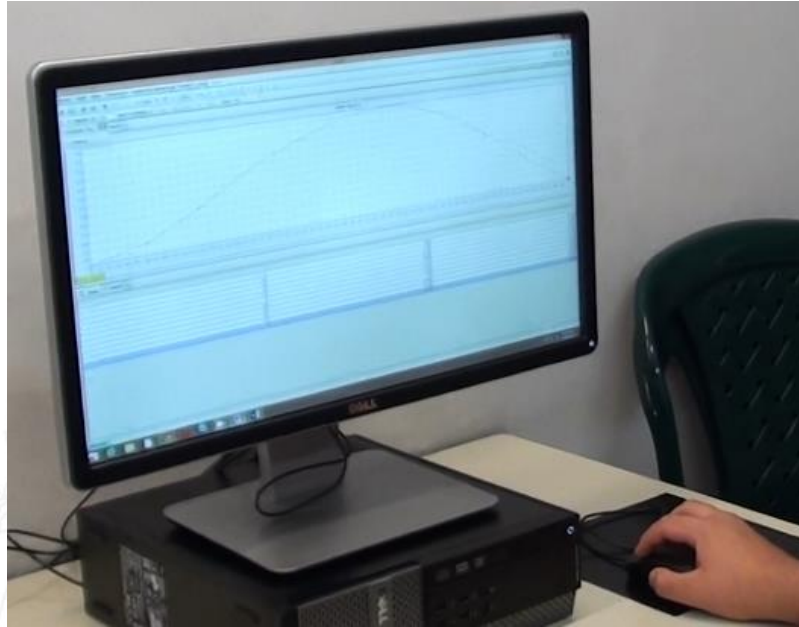


Ilustración 39. Gráfica Caso 2.

El docente continuó dando la ronda por el salón y observó que el caso 3 ya realizó el análisis sin inconvenientes (ilustración 36) ni preguntas. De manera ritual continúa respondiendo las preguntas de los estudiantes.

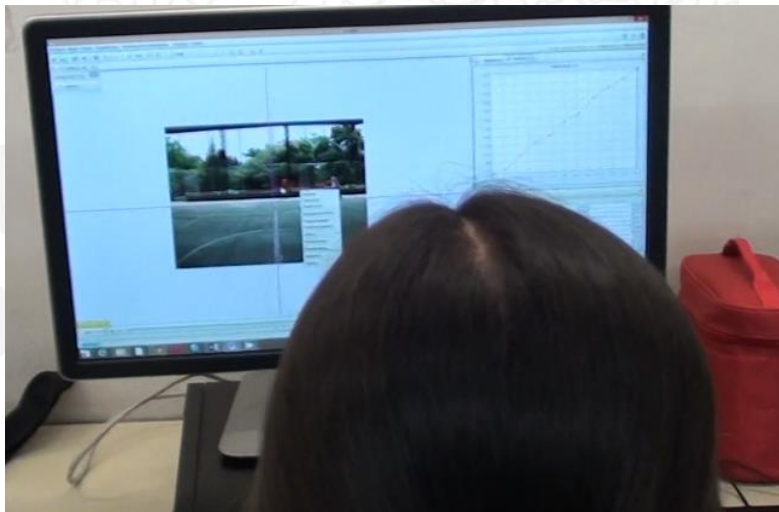


Ilustración 40. Análisis del vídeo v1b41 Caso 3.

Alumna: ¿Porque la gráfica me quedó torcida? (le muestra al docente cómo ella la construye).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: Hizo la corrección de que no está analizando el vídeo como debe ser y le mostró cómo debe hacerlo. Puesto que ella no había limitado el cuadro inicial y final, tal como se dieron las indicaciones al inicio de la clase.

El profesor reanuda la observación de los estudiantes trabajando de forma muy autónoma, concentrados en el análisis del vídeo y la respuesta de éste. El caso 4 ya realizó el análisis del vídeo y apreció cómo se ven las gráficas que le suministró el software Tracker (ilustración 41), para posteriormente darle respuesta a las preguntas de la guía del laboratorio 4. Al contrario, el caso 1 lo vio con dificultades dado que no pudo marcar los puntos en el seguimiento del cuerpo dentro del vídeo. El caso 3 está respondiendo los formularios de Google Drive. El caso 2 esta observando las gráficas y tomando nota en su libreta de apuntes.



Ilustración 41. Análisis del vídeo v1b41 Caso 4.

El docente se le acercó al caso 2, el cual tiene en la pantalla tres gráficas superpuestas y le mostró cómo desactivarlas y activarlas para trabajar con cada gráfica de forma individual.

Otros estudiantes preguntaron sobre cuáles gráficas tenían sentido. El docente les resolvió las dudas. Una de las estudiantes le mostró la gráfica y él le dijo que están bien, y ella le replica diciéndole que creían tenerla mala.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Caso 3 (c5v3 8.35): Pregunta por las variables estadísticas que aparecen cuando se le da analizar a las gráficas y ésta aparece en una nueva ventana (ilustración 42).

Docente: Maximice la ventana (señalando la pantalla)

Caso 3: (la cerró) ¿Cómo es?

Docente: Clic derecho analizar (y maximiza la ventana del análisis de gráficas)

Docente: La preguntas son estas: este es el valor máximo, valor mínimo, la media, la desviación estándar, desviación típica creo que es: por el momento en este curso de física esto no nos interesa por ser datos estadísticos.

Caso 3: (Asiente con la con cabeza que entendió)

Docente: Lo que sí nos interesa aquí, cuando estemos hablando de analizar el ajuste, es si miramos el ajuste de gráficas; aquí aparece el valor de la raíz cuadrada media, más o menos el error que se está produciendo al trabajar con estos valores (mostrándole los parámetros de la ecuación), que son con los que vamos a formar la ecuación.

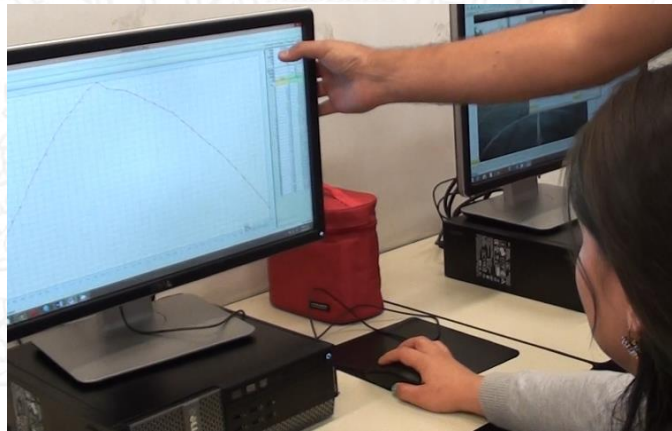


Ilustración 42. Solución de preguntas del docente Caso 3 variables estadísticas..

El docente observó el trabajo del caso 2, se le acercó y le preguntó:

Docente (c5v3 9.40): ¿de a cuántos cuadros realizó el análisis del vídeo.

Caso 2: 15.

Docente: de 15 cuadros apenas fue; porque nos da un curva mas estable. ¿Cómo quedó el de la velocidad?.

Caso 2: (cambia la gráfica para mostrarle al docente)

Docente: esa es la de velocidad, ¿el de la aceleración?



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Caso 2: (cambia la gráfica para mostrarle al docente)

Docente: (las observa) está bien.

El docente se acercó a un estudiante que en su pantalla tiene una gráfica, está hallando el área bajo la curva y le pregunta: ¿Para qué le sirve a usted esa área bajo la curva? Y el estudiante no sabe cómo responderle docente. A partir de ahí el caso 4 hace una pregunta:

Caso 4 (c5v3 11.50): ¿Cuál es la derivada de la aceleración? (y señala una gráfica en la pantalla del compañero).

Docente. ¿La derivada de la aceleración? No sé.

Caso 4: Si el profe no sabe, yo tampoco (dirigiéndose al compañero)

Docente: Vengan yo les resuelvo esa pregunta en el tablero.

Caso 4: (Muestra en la gráfica de aceleración el tiempo del compañero (ilustración 38), si yo tengo aquí en este gráfico la aceleración versus tiempo, ¿el área bajo la curva qué es?

Docente: Aquí tengo velocidad versus tiempo (señalando la gráfica en la pantalla)

Caso 4: Pero suponiendo que tengo la de aceleración tiempo.

Docente: Si tiene la de aceleración tiempo la integral es la velocidad.

Caso 4: Pero la derivada.

Docente: De la aceleración no sé, pero como se está trabajando con aceleración constante, la derivada de la aceleración es cero.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

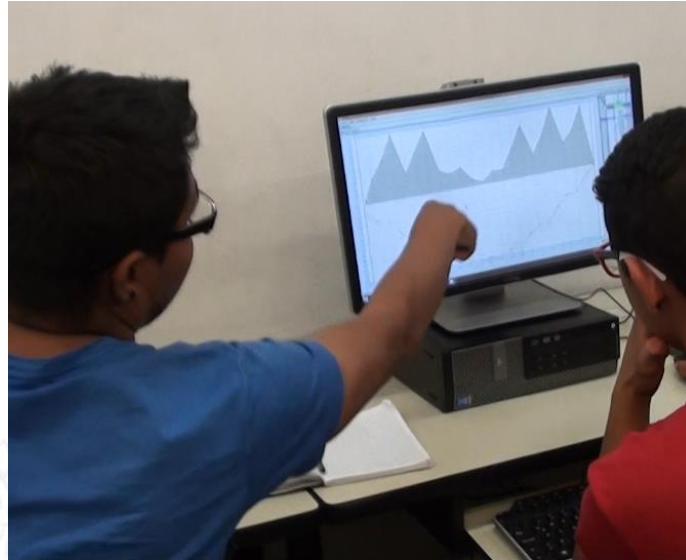


Ilustración 43. Discusión integral de la aceleración Caso 4.

Dos estudiantes llaman al docente, mostrando sus gráficas y preguntando ¿Cuál estaba de las dos buenas?, él les responde que las dos están bien. Solo que uno analiza el cuerpo moviéndose a la derecha y el otro a la izquierda, por eso tienen diferente inclinación. Una de ellas, pregunta por el punto que tiene que ver con los valores estadísticos, el docente le dice de dónde los puede obtener y para que le sirve y que tiene utilidad es este momento y que no.

Caso 2 (c5v3 14.40): ¿Que si el ajuste de graficas solo se le puede hacer a la primera o se le puede hacer a las otras?.

Docente: Usted se la puede hacer a cualquiera.

Caso 2: ¿Y a las otras cómo cómo se hace?

Docente: ¿Cómo se hace? Entonces yo cambio de variable (mostrándole el PC en el eje vertical), si cambio de variable, cambia inmediatamente el ajuste; para esta gráfica este sería el ajuste. ¿Lista?.

Caso: ¡ah, listo!

También se observó que el caso 1 había realizado el análisis de vídeo en el cual tuvo dificultades momentos antes. Asimismo, se vio en la clase cómo los compañeros se ayudaron en la elaboración



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

del análisis de resultados. Pero sucedió que algunos estudiantes al cerrar el CamStudio, éste entró en conflicto con el Tracker e impidió grabar lo realizado en clase. El docente asistió a los estudiantes que tenían inconvenientes y les dio solución. Algunos habían grabado y se salvó la información. Se vio luego a los estudiantes montando sus trabajos al disco en la nube Mega.

Caso 4 (c5v3 24.28): si yo miro esta gráfica ¿Por qué el área bajo la curva no le está dando ningún valor?.

Docente: ¡ah, no le esta dando valor!, no se lo está midiendo

Caso 4: ¿Y eso por qué?

Docente: Miremos si cambiando la escala lo solucionamos (haciéndolo en el PC), ¿Cuánto vale el último punto? ¿Éste es de cuál? ¿La de la velocidad? Dale el valor máximo y mínimo tanto vertical como horizontal, a ver si con eso.

Caso 4: (lo realiza)

El docente continuó dando respuesta a las preguntas hechas por los estudiantes y se dio cuenta que el caso 1, su computador, entró en conflicto entre el Tracker y el CamStudio, al reiniciar el equipo; entonces, el docente para resolver las preguntas de la guía de laboratorio 4, en los formularios de Google Drive, los guió a partir del trabajo realizado por la compañera del lado.

Una estudiante que estuvo al lado del caso 4, le preguntó: ¿Cómo se ve la razón de cambio?.

Caso 4 (c5v4 1.28): (le muestra en la pantalla en la tabla de datos) mire la razón de cambio.

Estudiante: ¿Eso es lo que tengo que copiar?

Caso 4: Eso es lo que tiene que analizar.

Docente: ¿Por qué no la amplían del todo? (mostrándoles la pantalla). ¿Qué quieres mirar hay)

Estudiante: ¿Cómo se ve la razón de cambio y cómo saber si es variable, es constante?

Docente: ¿De cuál gráfica?



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Estudiante: Todas

Docente: Aquí tienes la de la velocidad

Estudiante: ¿Esta qué es?

Docente: Esa es la de posición en X, necesitamos posición, velocidad y aceleración

Estudiante: Esta es la posición, esta es la velocidad, pero...

Docente: Es que le va a mostrar la principal; cambie esta variable (mostrándole el eje vertical en la gráfica. (Ilustración 44).

Estudiante: ¿Cuál?, ¿Ésta?

Docente: Sí, parece la X, mire lo que está mostrando acá (señalando la pantalla), de la posición con el tiempo, esa es la principal; y de la que me da información, la otra, queda ahí pero no me muestra información.

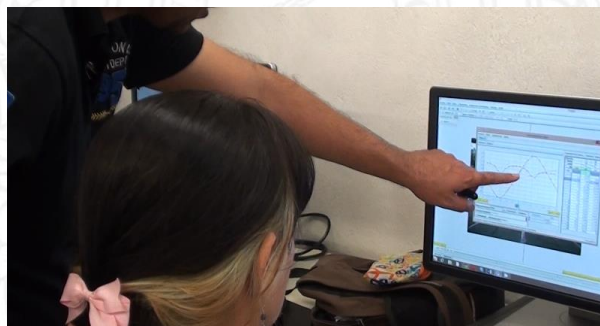


Ilustración 44. Explicación a estudiante como se halla la razón de cambio.

Interrumpe el caso 4 , ¿Qué tipo de ajuste se utiliza para cada gráfica?

Docente: (le muestra en el Tracker dónde lo hace), usted se va a análisis de gráficas, y dentro del análisis, usted se va a ajuste. Para esta gráfica, ¿Qué ajuste le daría usted, lineal, cuadrática, ... cúbica, exponencial, senoidal? También, según los conocimientos que tenga usted del tema

Caso 1(c5v4 4.22): (a partir de la tabla inicial de datos, la pregunta 4): ¿Qué gráficos tienen sentido en el análisis de este laboratorio?

Docente: Hay 24 opciones de gráficos, ¿De esos gráficos cuáles tienen sentido realmente? por ejemplo, ¿Tiene sentido el gráfico del ángulo con el tiempo?

Caso 1: De pronto tienen sentido si las hubiera alcanzado a ver.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: ¡Venga, apoyémonos en el de la compañera!, (les muestra a las dos las opciones de las gráficas desde el PC); yo tengo todas estas opciones, por ejemplo, ¿La de la velocidad angular tiene sentido?

Estudiante: ¡No!

Caso 1: ¡No!

Docente: De esa gama ¿Cuáles tienen sentido y cuáles no? Ahí te apoyas en el de la compañera

El caso 2 (c5v4 5.53) mostró al docente cómo se limitan las gráficas para hallar el área bajo la curva. Luego el docente guió al caso 4 que no podía hallar estos valores. Otros alumnos preguntaron por la razón de cambio. El docente les mostró ésta a partir de las gráficas y el análisis de forma individual. Otros más querían saber: ¿Dónde se halla la ecuación?, ¿Cómo se halla la distancia? El docente dio respuesta a todas las inquietudes.

Prosigue la clase. El docente les dijo a todos que apuntaran en su cuaderno de notas las preguntas o dudas pendientes para que las hagan en la próxima clase. Los estudiantes terminaron los dos formularios, los enviaron y subieron los documentos o vídeos a Mega y terminó la sesión.

Las respuestas al formulario de la tabla inicial de datos del laboratorio 4 (anexo 7) y las respuestas de la guía del laboratorio se presentaron en el análisis de los resultados obtenidos en la tabla 27, en la que se hizo la reducción de datos de las respuestas de los laboratorios 4 por cada sub-categoría anexo 7.

Síntesis de la clase. En la primera parte se resolvieron todas las dudas del laboratorio 3; una de las más relevantes la hizo un estudiante: *¿Qué es la razón de cambio y cómo se halla?* Estratégicamente el docente le devolvió la pregunta al resto del grupo, ninguno respondió; dando a entender que no tenían claro el concepto, incluyendo a todos los casos. Durante la explicación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

del docente, el caso 4, participó y solicitó que le repitieran cómo se halla este concepto y su valor, evidenciando efectivamente que no lo tienen con claridad.

En la segunda parte de la clase y referente a la solución del laboratorio 4, esta se enfocó en la génesis instrumental que realizaron los casos con el software Tracker, en la construcción del concepto de razón de cambio y los conceptos relacionadas con la cinemática.

El caso 1, inicialmente tuvo inconvenientes con la marcación de los puntos en el seguimiento del cuerpo, los superó y realizó el análisis del movimiento del cuerpo. Por otra parte de las dudas que surgieron, los casos 1 y 2 coincidieron al preguntar: *¿dónde colocar el sistema de referencia?* Este episodio se puede ver desde dos puntos de vista – prosiguió el docente–: si es desde el Software, está realizando la construcción de la instrumentalización, y desde lo conceptual está aclarando qué es y para qué sirve dentro del análisis de movimiento de un cuerpo. Igualmente el caso 1 hizo dos preguntas: *¿para calibrar qué medida le damos?* El docente replicó indicando que no está explícita en el vídeo, lo que demostró que dentro de su instrumentalización e inicio de esquema de uso tiene este elemento interiorizado y que es parte de los elementos necesarios para poder realizar el análisis. La segunda pregunta estuvo referida a *¿Qué gráficos tienen sentido en el análisis de este laboratorio?* Interrogante que evidencia que en varios casos y entre los estudiantes existen unos vacíos conceptuales en el estudio de la cinemática.

El caso 2 también demostró ciertos vacíos conceptuales cuando expreso “*no saber qué trayectoria definir*”; pero con la explicación del docente pudo solucionar la duda y luego en la instrumentalización que realizó este caso, se halló en el análisis del vídeo un buen trabajo, la marcación de los puntos fue muy precisa, que dio como producto gráficas y que facilitan el análisis de estas.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

El caso 3 no presentó ningún inconveniente en el trabajo desarrollado. En la pregunta que hizo (*sobre las variables estadísticas que aparecen*) realizó una profundización, ampliando la instrumentalización hecha en la clase anterior y demostrando tener interiorizados los elementos necesarios para elaborar el análisis del movimiento de un cuerpo.

El caso 4 presentó algunos inconvenientes, inicialmente, con la instrumentalización realizada en durante clase y evidenciada en las preguntas: *¿Por qué cuando está marcando los puntos, hay veces que el cuerpo no cambia de cuadro sino que se queda ahí?* y *¿Por qué el área bajo la curva no le está dando ningún valor?* Momentos después superó los inconvenientes e hizo el análisis de vídeo. Este caso desplegó una buena participación en la clase y ayudó a una compañera que preguntó sobre *¿Cómo se ve la razón de cambio?*, al responderle correctamente; dejando constancia de que empezó a entender este concepto y a utilizarlo y, para reafirmarlo, hicieron el siguiente cuestionamiento: *¿Cuál es la derivada de la aceleración?* Con este cuestionamiento dejaron constancia de la profundización en la instrumentalización que hasta el momento han logrado.

La clase permitió deducir que se dio una evolución en el proceso de instrumentalización de los casos, puesto que cada uno de ellos integró elementos nuevos al análisis de vídeo con el Tracker, pero, no se pudo evidenciar en estos esquemas de uso del dispositivo. Ahora bien, en cuanto al concepto de razón de cambio y los conceptos relacionados a éste como el de cinemática, se aprecia el inicio de integración y comprensión de estos al utilizarlos en la solución de la guía de laboratorio 4. En la próxima clase se realizará un énfasis mayor sobre el trabajo conceptual de la razón de cambio.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Clase seis: se realiza en la sala de sistemas, la clase inicia con el saludo, el orden del día y el objetivo de aprendizaje para los estudiantes. También hay que tener en cuenta que hay un objetivo para esta clase desde la investigación; *Determinar en los casos, cómo aplican y entienden el concepto de razón de cambio al realizar el análisis de movimiento de un cuerpo.*

Antes de iniciar las temáticas de la clase, el docente hizo una propuesta para dividir la evaluación en un 80% escrita y un 20% para la solución del laboratorio 6 (anexo 7). En la ejecución del éste los estudiantes hicieron el análisis completo, incluso, desde la filmación del vídeo y conversaron entre ellos para ponerse de acuerdo. Una estudiante preguntó: ¿El vídeo se hace de forma individual?. El docente le contestó que no y les dio la opción de realizaron en grupos de tres o cuatro personas, pero, les advirtió que el análisis en el computador se hace individual. La estudiante repregunta: ¿El vídeo es para montarlo al Tracker? El docente le manifestó que debía hacer el vídeo, todo el análisis completo de éste; pero que los laboratorios anteriores los podían utilizar como apoyo. Concluyó diciéndoles a los estudiantes: piensen al respecto y me dicen después.

El docente siguió el derrotero establecido para la clase e indicó a los estudiantes que tenían el correo de los dos link, que el primero es el formulario de Google Docs dirigido a la solución de la tabla inicial de datos²⁹ y el segundo, es el que hace referencia a las preguntas para resolver la guía del laboratorio 5³⁰ (anexo 7). Acto seguido, les recordó que en Mega hay un archivo identificado como lb5.trk (anexo 5), que ellos deben descargar y con el cual van a trabajar en esta clase: tienen

²⁹ https://docs.google.com/forms/d/187Iiw_QSObl24i-RphISYGaey3VpS4EMpsKHq9uVCqU/viewform recuperado 25 julio 2014

³⁰ https://docs.google.com/forms/d/1o9QsrNz1Fd_-WImgjiMyoT_X9L-XktLrEN1BTRld8/viewform recuperado 25 julio 2014



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

que ir directamente a responder las preguntas porque ya el vídeo está analizado y únicamente deben buscar la información en el software Tracker. Les reiteró enfáticamente que no tenían que hacer análisis porque ya estaba hecho; les demandó sobre nuevas preguntas y al no haberlas, les pidió el favor que prendieran el CamStudio a quienes les funcionaba.

Instantes después, un alumno preguntó: ¿Cómo es que se llama el archivo? El docente le repitió: el archivo a descargar es el lb5.trk, pero al abrirlo únicamente aparecen en el Tracker las gráficas y no el vídeo.

El docente ve al caso 1, quien le abre el archivo de Tracker pero no el vídeo con el que se analizó.

Caso 3: Dice que el vídeo debe estar en el computador, que para hacerlo en la casa le tocó guardar el vídeo... para poder hacerlo.

(Anexo 10 clase 6; línea 29 – 31).

El docente les explicó que en el vídeo hay un cuerpo cayendo sobre glicerina y se los dibujó en el tablero. En este instante un alumno descargó el vídeo, le mostró algo al docente; quien le preguntó: ¿Dónde está? y acto seguido copió en el tablero el nombre vlb5.MPG (anexo 5) e indicó que lo descargaran también de Mega. Luego aclaró:

Docente: Pero lo que interesa son las gráficas y el análisis a partir de ellas, si es un movimiento vertical los valores de “x” no interesan, y el sistema de referencia está de esta forma (mostrando el dibujo en el tablero), donde lo que interesa es el valor del cuerpo en el eje “y”, no en él “x”.

(Anexo 10 clase 6; líneas 37 -40)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Los alumnos comenzaron la solución del laboratorio 5 (anexo 7). El docente reiteró de nuevo que el análisis ya estaba hecho y debían responder las preguntas buscando la información en Tracker. Les dijo que miraran en la pantalla el vídeo y les mostró un cuerpo que baja sobre glicerina, este es el vídeo (ilustración 45), entonces, lo que en realidad nos interesa son las gráficas –que ya están hechos– y se hallan en el eje “y”; porque las “x” no nos interesan. Inmediatamente los alumnos se pusieron a trabajar. Se pudo apreciar como ellos utilizaron los elementos de la clase como Mega, CamStudio, los formularios de google Drive y el Software Tracker. Una alumna dijo que el PC no le mueve; el docente le ayudó a organizarlo, igual, ocurrió con otros alumnos más.



Ilustración 45. Explicación del vídeo del archivo v lb5.trk.

Se vio cómo el caso 1 y 3 respondieron el formulario de google Drive, la manera en que rastrearon la información para hacerlo y cómo manipularon el Tracker apreciando la forma en que corrió el vídeo. El docente siguió ayudando a los alumnos y les explicó que lo más importante del análisis del vídeo eran las gráficas. Al respecto, vale ilustrar:

Caso 1: ¿En el vídeo, qué objeto se utilizó para la calibración?

Docente: Esta cinta de aquí, hasta aquí, tiene 40 cm (mostrándole en la pantalla y se lo repitió al resto del grupo)

(Anexo 10 clase 6; líneas 55 - 59)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



Ilustración 41. Calibración del vídeo laboratorio 5.

Durante el desarrollo de las preguntas de la guía del laboratorio 5, algunos estudiantes preguntaron si ellas estaban correctas. Sobre el particular:

Estudiante: ¿Qué significado físico tiene el valor? ¿Esto si responde a la pregunta o yo no entiendo la pregunta?

Docente: (lee la pregunta) la razón de cambio en, ¿Qué significa?

Estudiante: ¿La razón de cambio en la gráfica posición-tiempo?

Docente: En este caso tenemos la gráfica posición-tiempo, ¿La razón de cambio de esa gráfica que significado físico es?

Estudiante: Es la velocidad (sonríe) (ilustración 46)

(Anexo 10 clase 6; líneas 69 - 75)

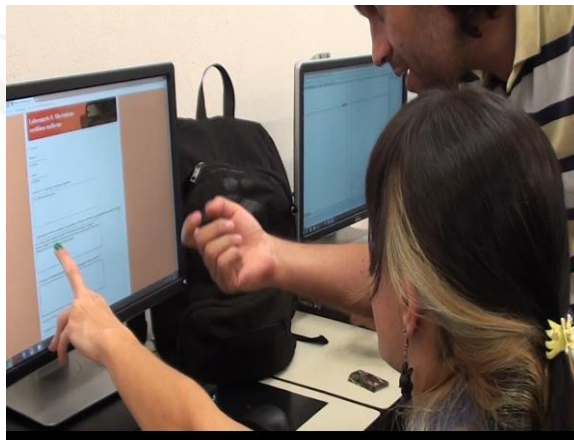


Ilustración 46. Explicación a estudiante sobre la razón de cambio.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Se apreció cómo los estudiantes conversaron y discutieron sobre el significado de los valores de las variables en la ecuación de la gráfica, pero al no solucionarlo, recurrieron al docente:

Estudiante: Cierto que, eh... “y”, el valor de “y” de la ecuación, es el punto es interceptado por la pendiente, que es este “y”.

Docente: Es la función Y.

Estudiantes: B es la constante de proporcionalidad

Docente: no, B es el intercepto. O en ese caso la posición inicial de Y.

Estudiante: A es la constante de proporcionalidad.

Docente: sí, y ¿Qué significa la pendiente?

Estudiante: La razón de cambio

Docente: y ¿La razón de cambio es?

Estudiante: Velocidad.

Docente: Entonces Y es igual a la velocidad por tiempo más la posición inicial.

(Anexo 10 clase 6; líneas 105-114)

Aconteció que durante la clase los casos se dedicaron a manipular los diferentes documentos e hicieron la recolección de información para la solución de la guía del laboratorio 5. El docente continuó solucionando dudas e inconvenientes de los estudiantes debido a los errores cometidos con el software. No obstante todos los estudiantes se concentraron en el trabajo. Algunos de ellos dividieron la pantalla en 2 para trabajar a la par con el software Tracker y con los formularios, mostrando así esquemas de uso de los diferentes documentos dispuestos para la clase (ilustración 47).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

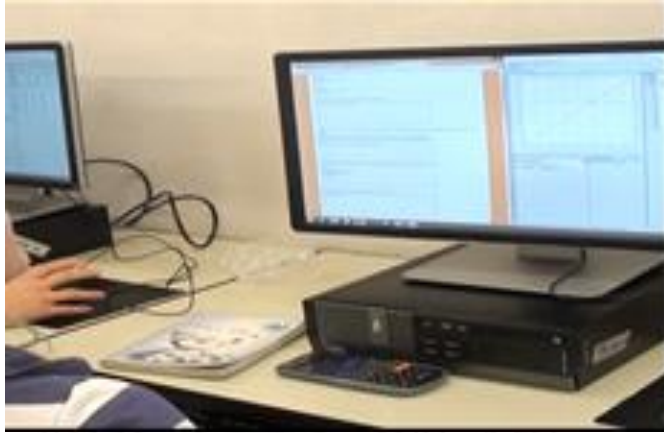


Ilustración 47. Manejo de las documento de la clase.

Pero también intervinieron estudiantes con preguntas que dieron a entender que no poseen un manejo claro del Tracker, un ejemplo de ello es la pregunta ¿Cuál es el intervalo del vídeo? Dado que éste es uno de los conceptos básicos para la utilización del dispositivo referido, lo que demostró que no poseen una buena instrumentalización del software Tracker. El docente continuó resolviendo preguntas tanto conceptuales como de manejo del software.

Caso 1: ¿Cuando analizamos las gráficas, ponemos la aceleración y aparece cero?

Docente: Dice entonces, ¿Qué significa.

Caso 1: Que no hay aceleración.

Docente: ¿El movimiento cómo es?

Caso 1: Que es un movimiento rectilíneo uniforme.

Docente: Ahí tiene su respuesta.

Caso 1: En este intervalo no aparecen los valores

Docente: Organice los puntos que están desordenados.

Caso 1: ¡Ah, sí! Bueno ya...

Docente: Al principio y al final hay unos puntos donde no aparecen los valores de aceleración y velocidad en la tabla de datos; porque aquí, al principio, no hay con quién medir; recordó la definición de velocidad, el final con el inicial, entonces, dijo: que sí estoy parado en este punto (mostrando la gráfica), pero si estoy parado en cero, el anterior no



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

existe, no puedo calcular ahí, entonces calculo en el siguiente; por eso aparece así (ilustración 48).

(Anexo 10 clase 6; líneas 132 -145)

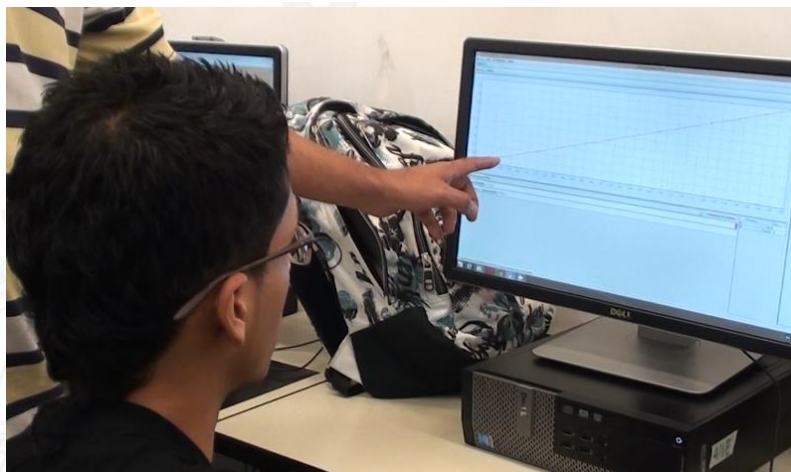


Ilustración 48. Explicación de datos faltantes en la tabla al Caso 1.

Estudiante: ¿Por qué la velocidad en la pendiente no es constante?

Docente: Hay un error, no sé cuál será el error; pero mira que es a la -14 y a la -14 que le va dar cero, catorce ceros antes de ese número, ¿eso que número es?

Estudiante: Cero

Docente: Mire que todas están a la -15, -14, a la -16, es un número tan pequeñito que se puede asumir como cero; ya es demasiada precisión de esto.

Estudiante: Entonces digo que la pendiente es cero

Docente: La pendiente es cero y ¿qué va significar esa pendiente en esa gráfica? Que le está dando cero

Estudiante: No sé, me va explicar nuevamente.

Docente: Si toda la pendiente le está dando cero, en la tabla, ¿qué tiene usted como cero?

Estudiante: No sé

Docente: ¿En la tabla que se ve cero?

Estudiante: La aceleración en Y

El docente: ¡Ojo con eso! Hay que mirar lo que me está dando la gráfica y lo que tengo en la tabla para poder relacionar las variables; listo en relacionar las gráficas.

El docente continuó respondiendo preguntas del funcionamiento del Tracker como conceptuales, entre ellas, para qué sirve el área bajo la curva de una gráfica y cómo encontrar la razón de cambio.

Estudiante: ¿Por qué la ecuación es la misma para todas?

Docente: Porque estamos hablando de que todas son lineales, como todas son iguales me van a dar la misma ecuación y porque no tiene sentido que coloque aquí una parábola (mostrándole en el software), coja estos valores y me ajuste una parábola y vea que todo da igual, entonces son iguales, porque es que aquí no va a encontrar unos puntos que estén en una curva determinada.

Estudiante: Entonces, ¿A y B siguen siendo los mismos valores?

Docente: ¡ah, depende de quién! En este caso tenemos la aceleración y el tiempo, entonces mira, yo aquí tengo el tiempo (mostrando en la pantalla) que es este valor de B a lo que está, a la -16, yo puedo decir que ese valor de B es cero. Entonces la aceleración sería igual A por t, ¿Qué es t?

Estudiante: t es el tiempo, pero ¿Qué es A?

Docente: ¿En esta ecuación, qué es A?

Estudiante: La pendiente, porque tiene el mismo valor de velocidad.

Docente: Ésta es la ecuación y mira que tiene tres gráficos, entonces, claro, tres gráficos te van a dar diferentes... entonces ubiquémonos en cuál gráfico estamos trabajando y, si estamos trabajando en la aceleración, miremos y quitémosle los chilitos y solamente dejemos la que nos interesan, la aceleración.

Estudiante: ¡Ah, bueno!



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: entonces si podemos mirar... ¿A ésta qué le paso? ¡Ah, bueno!, aquí está la -13 a la -14 y, ahí el software lo está exagerando mucho, está la -13 a la -14, eso da cero ¿Cierto?

Estudiante: Cero, cero, mire A

Docente. Miremos los puntos que da cero, a partir de acá nos da cero, ¡listo!, como ahí nos da cero, cojamos los puntos que dan cero, entonces ¿Qué tenemos ahí de gráfica?, esto es un valor tan pequeñito que da cero y esto me da constante.

Estudiante: Ese E a la cero

Docente: E a la cero, cualquier número elevado a la cero es 1. Entonces va tener que esa A es 1.25 por 10 a la cero, eso es 1.25., pero entonces nosotros podríamos decir, y es lo siguiente si miramos la aceleración en Y, ¿cuánto vale?

Estudiante: Cero

Docente: Entonces se puede decir que todo esto es cero (mostrando la ecuación en el Tracker), desde la tabla, porque la gráfica tiene un problema con estas dos puntas, como aquí nos está dando una velocidad constante en Y, voy a decir que el movimiento es rectilíneo uniforme y aquí la tabla me garantiza que la aceleración es cero. Realmente la ecuación de la aceleración es A igual a cero ¡Listo!

Estudiante: (asiente con la cabeza)

(Anexo 10 clase 6; líneas 187- 221)

Caso 4: ¿Qué significan estos valores? (mostrando en la tabla los datos estadísticos)

Docente: bueno esto son valores estadísticos valor máximo, valor medio, mediana desviación estándar, desviación típica, y esto nos significa números de datos 14, aquí tengo 12 datos, números datos 14, y 10 datos, esa n significa número de datos, que significan estas dos (mostrando la pantalla), el error que puede o tiene la gráfica hacia arriba o hacia abajo o derecha o izquierda, eso significa; porque puede tener un error 5.02 por 10 a la -1, eso sería 0.5

Caso 4: ¿Qué significa esta gráfica? Yo tengo esta gráfica, cuando le doy analizar.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: Dale clic derecho, ¿qué se hizo? (el manipula el Software para mirar qué sucede), miremos la escala, pongámosla automática, ya apareció la gráfica, pero mira el rango que tiene esta, mira esta por 10 a la -15, todo esto de valores por 10 a la -15, ¿Eso es qué? cero, y voz como que tenías la escala descuadrada.

Caso 4: Entonces, esto no me va dar nada, una área bajo la curva.

Docente: Una área pura porque es que mira todo esto vale cero, porque mira esta columna vale cero, cero si la línea –digamos horizontal– vale cero, yo... cualquier número multiplicado por cero, me va dar cero y aquí en la tabla puedo deducir constante y la celebración es cero, ¿Entonces qué movimiento es?

Caso 4: Rectilíneo uniforme, entonces a las otras ¿Les hago lo mismo que usted acabó de hacer?

Docente: En la escala, y ahí esta automática, si usted quiere cambiar la escala se la puede cambiar.

Caso 4: Pero tampoco me da un área.

Docente: Pero corrámosla hacia acá (haciéndolo en el PC), el punto acá, ahí si me tiene que dar un área; tampoco da ¿Cuál es la gráfica? La de la aceleración, cierto.

Caso 4: La de la velocidad.

Docente: ¿La de la velocidad? ¡Ésta es la de la aceleración! Esto es supuestamente el área 4.8 por 10 a las -16, ¿Eso qué es? Cero. Entonces si no vamos a la velocidad, desmarcamos la aceleración y pongamos la velocidad y esto la arrastramos que nos quede principal esa,

Caso 4: ¡Ah, ya, ya...!

Docente: Entonces ahí si podemos encontrar cuanto se movió el cuerpo.

Caso 4: (Asiente con la cabeza) ¡Ya.. gracias! (ilustración 49)

(Anexo 10 clase 6; líneas 222- 253)

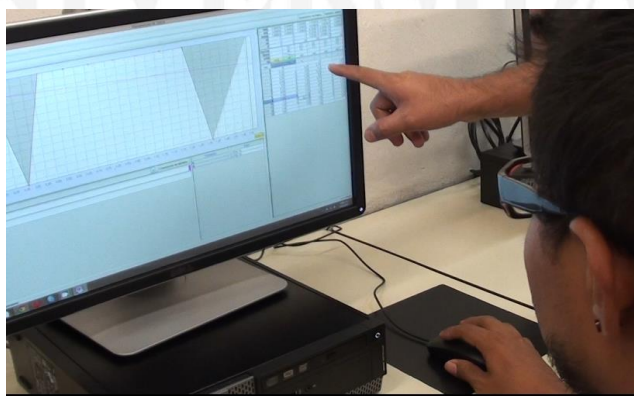


Ilustración 49. Explicación del docente al Caso 4 sobre el área bajo la curva.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

El docente le resolvió las dudas a una estudiante que no entendió el significado físico de la razón de cambio de una gráfica.

Estudiante: acá dice: ¿Qué físico tiene este valor? Pues el de la razón de cambio.

Docente: el de la razón de cambio, en la gráfica Y en versus tiempo.

Estudiante: pero... ¿Cómo así qué físico tiene?

Docente: vamos a la gráfica, ¿Qué significado físico?, entonces vamos a analizar esa gráfica, démosle analizar, ampliémosla para que lo veamos grande.

Estudiante: (lo realiza en el PC)

Docente: ¡Listo!, entonces, si yo miró la pendiente, ¿La razón de cambio qué valor me está dando?, ¿En cualquier punto me está dando qué?

Estudiante: La misma

Docente: El mismo, y si éste (mostrando el valor de slop en pantalla) y si lo comparo con la tabla ¿Qué me está dando?... cuánto era el valor que aparecía acá (mostrando el valor de slop en pantalla)

Estudiante: 1.25

Docente: En cualquier punto me da 1.25 (mostrándole la tabla), ¿esto quién es?

Estudiante: Ese es la velocidad.

Docente: Entonces el sentido físico de esa pendiente o razón de cambio es la velocidad. Entonces, mire que estamos comparando en la pendiente de una gráfica el valor con la tabla, porque estamos relacionando los conceptos que podemos encontrar en la gráfica con la tabla para saber cómo están relacionados, en este caso, la pendiente de la gráfica posición tiempo, ¿Me va dar qué? La velocidad.

Estudiante: ¡gracias! (ilustración 50)

(Anexo 10 clase 6; líneas 302- 332)

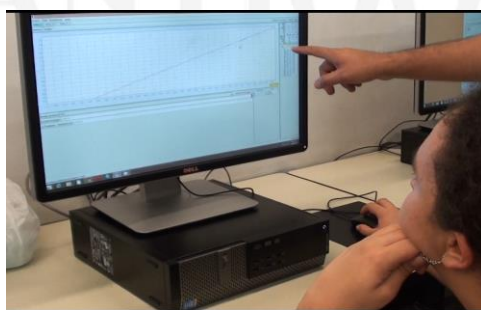


Ilustración 50. Explicación del significado físico de la razón de cambio.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

El docente continuó resolviendo dudas, hizo la aclaración de que en la guía se habla del eje “x” y es en “y”. Se diocuenta además que hay varios estudiantes que no han pasado de la tabla inicial de datos. Varios estudiantes hicieron la pregunta sobre qué tipo de gráficas son éstas, mostrando que no tenían claro este concepto.

Pero con la explicación del docente los mismos estudiantes llegaron a la conclusión de que era una línea recta; al igual que el valor de la aceleración que es cero. Después de la explicación del docente, llegaron a esa conclusión. También analizaron los valores que estaban en las ecuaciones, que los dan las gráficas y hallaron el valor de las diferentes variables. Del mismo modo hicieron preguntas que tenían que ver con áreas bajo la curva, donde los estudiantes no encontraron el valor de esta y fue porque no se limitan los puntos y no se fijan en la escala de la gráfica.

Estudiante: Este caso sería la ecuación de cada gráfica (señalando en la pantalla)

Docente: En este caso sería la ecuación de Y, porque tengo el eje vertical, el eje Y.

Estudiante: Entonces, ¿Qué significa A en esta ecuación?

Docente: ¡Saca el cuaderno! ¿Qué movimiento dijimos que era?

Estudiante: Movimiento rectilíneo uniforme.

Docente: Entonces busquemos en el cuaderno cuáles son las ecuaciones de movimiento rectilíneo uniforme y las comparamos con esta ecuación y encontramos las variables.

Estudiante: (saca el cuaderno)

*Docente: Si yo tengo el movimiento rectilíneo uniforme (mirando en el cuaderno y escribe las ecuaciones), entonces si tenemos $Y = V * t + Y_i$ y si yo miro esta ecuación (muestra la pantalla). $Y = A * t + B$, en este caso A sería V, la velocidad, en este caso B quien sería, la posición inicial. Entonces es la información que aquí le están dando, que la $V = 1.25$ por 10 a la cero, 1.25, y que B es un valor muy pequeñito a la -16, entonces $B = 0$, es un valor tan pequeñito que lo podemos tomar como un error en la medida y aproximarlo a cero y ya, y a la ecuación nos queda así y las escribe en el cuaderno ($Y = 1.25 * t$). ¿solucionada la pregunta?*

Estudiante: Si (Ilustración 51)

(Anexo 10 clase 6; líneas 340- 357)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

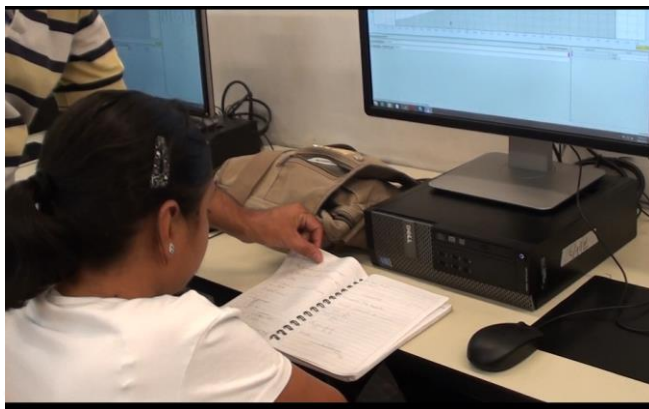


Ilustración 51. Explicación del significado de los parámetros de las ecuaciones.

Por último los estudiantes enviaron las respuestas de los formularios, se subieron los vídeos a Mega y se dio por terminada la clase.

Las respuestas al formulario de la tabla inicial de datos del laboratorio 5 (Anexo 7) y las respuestas de la guía del laboratorio se presentaron en el análisis sobre los resultados obtenidos en la tabla # 24, en la que se realizó la reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 5 por cada sub-categoría anexo 7.

En esta clase los casos utilizaron todos los documentos (Mega, CamStudio, los formularios de google Drive y el software Tracker) dispuestos para ella sin ninguna dificultad, se observó cómo manipularon el Tracker, buscaron la información y respondieron los formularios. Al iniciar el trabajo y descargar el archivo de Tracker no aparecía dentro de éste el vídeo, entonces el caso 3 dijo: *el vídeo debe estar en el computador*, mostrando que ya tenía interiorizado el manejo del Tracker y que construyó su Instrumentalización de éste. Para el caso 1 fue una parte muy importante de su trabajo la calibración, y preguntó: *¿En el vídeo, qué objeto se utilizó para la calibración?*, porque esto lo ayudó a contextualizar las dimensiones en las que se estaba trabajando. Desde lo conceptual el caso 1, cuando está analizando las gráficas –en específico la



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

de la aceleración y en ella apareció el valor de cero— le preguntó al docente y en la conversación éste le hace caer en la cuenta qué significa y cómo llegó a la conclusión de lo que estaba analizando *era un movimiento rectilíneo uniforme*.

El caso 4 tuvo una discusión parecida a la anterior pero desde otro punto de vista del análisis de gráficas, donde este manifestó: *entonces, esto no me va dar nada una área bajo la curva?* Y en la conversación con el docente, el caso llegó a la conclusión de que el movimiento es *rectilíneo uniforme*, al igual que el caso anterior. Los casos 2 y 3 no realizaron ninguna pregunta, puesto que durante toda la clase trabajaron autónomamente. Un aspecto muy particular de la clase fue que ninguno de los casos preguntó por *el concepto de razón de cambio*, suponiendo que lo tenían claro, puesto que no mostraron dificultades para responder al trabajo planteado para esta clase. De otra manera, en parte de los otros participantes del curso sí hubo muchas preguntas sobre este concepto de razón de cambio y algunos en la discusión con el docente entendieron el concepto y lo relacionaron con otros de cinemática.

En la próxima clase, se pretende observar cómo los casos hacen un análisis del movimiento de un cuerpo desde la misma creación del vídeo hasta la manipulación de este con el Tracker, con la finalidad de ver los esquemas de uso que estos presentarán y la evolución del concepto de razón de cambio que estos deben poseer.

Clase siete: esta se realizó en la sala de sistemas e inició con el saludo, el orden del día y el objetivo de aprendizaje para los estudiantes. También tuvimos en cuenta que hay un objetivo para esta clase desde la investigación; *identificar en los casos la génesis instrumental del software Tracker y cómo utilizan el concepto de razón de cambio al realizar el análisis de movimiento de un cuerpo*.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

El docente dijo: en esta clase se realizará el análisis del vídeo que ustedes trajeron, correspondiente al laboratorio 6 (anexo 7) y tiene que ver con el movimiento de un cuerpo que cae en movimiento vertical. También les recordó la propuesta que realizó en la clase pasada (la copiaron en el tablero), este trabajo afuera es otra nota de laboratorio que vale un 20% en el parcial, quien no lo quiera aceptar, pues no es válido; pero dejen la cosa clara de una vez. Luego preguntó: ¿Quién está de acuerdo? Todos los alumnos dijeron que lo estaban. El docente manifestó que antes se ganaría más ¿Cierto?, las reglas son muy básicas: ustedes van a trabajar absolutamente solos, no pueden hablar de nada, si le van a preguntar a alguien es a mí; en Mega está la guía, cada uno trajo su memoria con el vídeo y entonces comiencen a trabajar con él.

El caso 4: ¿hay qué grabarlo con el CamStudio?

El docente dijo: sí es posible, sí; dado que hay computadores que no lo dejan hacer. De todas maneras, en el primer punto del trabajo deben escribir cómo hicieron el análisis. Prosiguió: ¿alce la mano quién no trajo el vídeo? Y observó que unos cuantos alumnos la levantaron. Pidió a los estudiantes que trajeron los vídeos ser tan amables de montarlos en Mega para que los otros compañeros trabajen, no es sino seguir la guía y si tienen preguntas pues me la hacen.

Los alumnos iniciaron el trabajo de la clase, utilizando Mega (ilustración 52) para descargar la guía de laboratorio 6 (anexo 7) y bajar el vídeo; utilizaron el software Tracker para realizar este trabajo (en formato Word).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

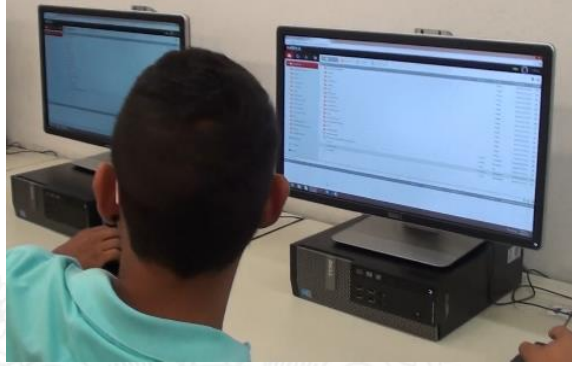


Ilustración 52. Los estudiantes utilizando Mega.

Docente: ¿Quién subió el vídeo?

Estudiante: Profe, que...!él!

Docente: ¿Dónde lo subió y cómo se llama?

Estudiante: Es P2240165.MPG (Vlb6 Anexo 10). El docente le comunicó a todo el grupo para que trabajen con éste (ilustración 53).



Ilustración 53. Vídeo de caída libre elaborado por el Caso 4.

El docente nuevamente da la indicación para el trabajo lo presenten en el mismo documento de Word de la guía laboratorio 6, porque en la segunda parte hay que hacer las gráficas, entonces, deben copiar las gráficas del Tracker y pegarlas en la guía. Además, al nombre del documento le



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

cambian el nombre y le dan el de ustedes; cuando terminen lo montan a Mega y me lo envían al correo.

Se observa cómo los estudiantes están trabajando con el software Tracker, viendo el vídeo y limitando los cuadros de este para su análisis, colocando el sistema de referencia, marcando los puntos de la trayectoria.

El caso 2 y 3 están trabajando con su propio vídeo, pues lo tenían montado en el Tracker se vio cómo limitaron los cuadros de análisis del vídeo y en el fondo de la pantalla, se pudo apreciar que el caso 3 tiene a mega activado (Ilustración 54).

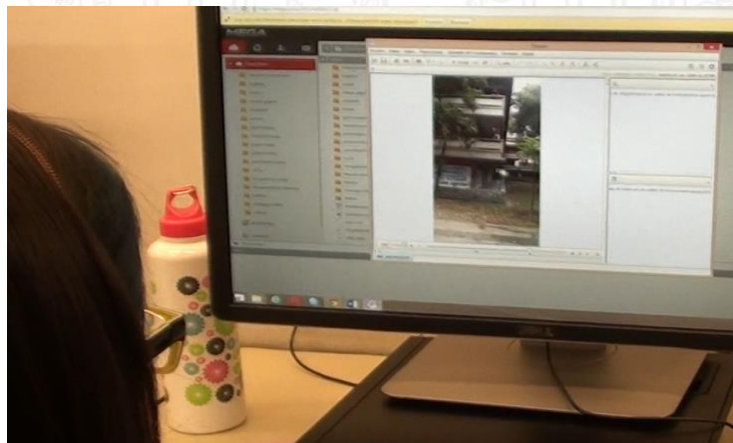


Ilustración 54. Trabajo del Caso 3.

Por su parte, el caso 4 también tenía su vídeo listo y trabajó con el que su compañero subió a Mega y que fue elaborado por ellos dos; igualmente se pudo apreciar cómo están viendo el vídeo y limitando los cuadros. El caso 3 tenía en su análisis el sistema de referencia, la calibración lista y estaba creando la masa puntual para poder hacer el seguimiento del cuerpo. También se valoró cómo el caso 2 calibró el vídeo y ajustó el sistema de referencia. Finalmente, en este avance de la clase los casos realizaron el análisis sin ningún inconveniente.

Salvo que una estudiante (A) al momento de realizar el seguimiento del cuerpo, marcó los puntos donde ella le pareció y no sobre éste, haciéndolo de forma incorrecta y dando como consecuencia una gráfica que no tenía nada que ver con el movimiento que se está analizando (ilustración 55).

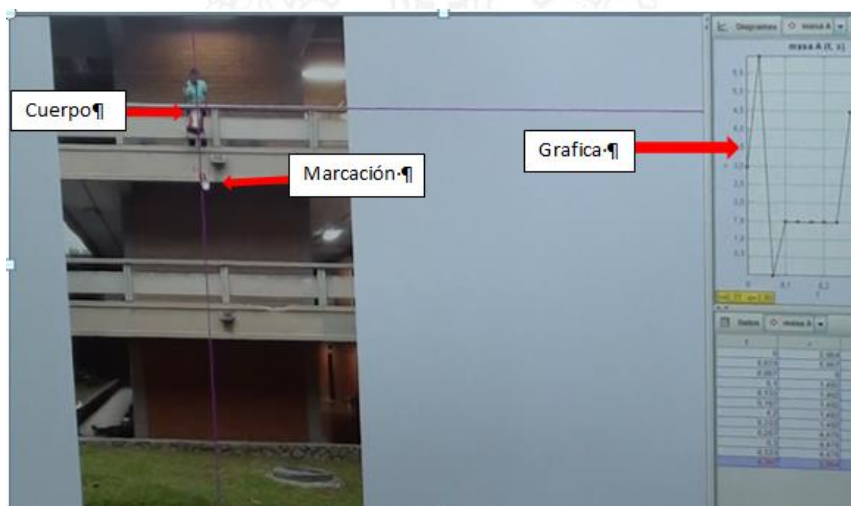


Ilustración 55. Error del seguimiento de un cuerpo.

El docente continuó observando el trabajo de los alumnos. Una estudiante (B) preguntó por la calibración: ¿Que si podía tomar un objeto determinado dentro del vídeo? El docente le dijo que sí.

El caso 4 estaba realizando el seguimiento del cuerpo y para verlo mejor utilizó el zoom del Tracker y marcó el cuerpo siempre en el mismo lugar. El caso 1 ya obtuvo el análisis del vídeo realizado y siguió respondiendo las preguntas de la guía del laboratorio 6 (ilustración 56).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

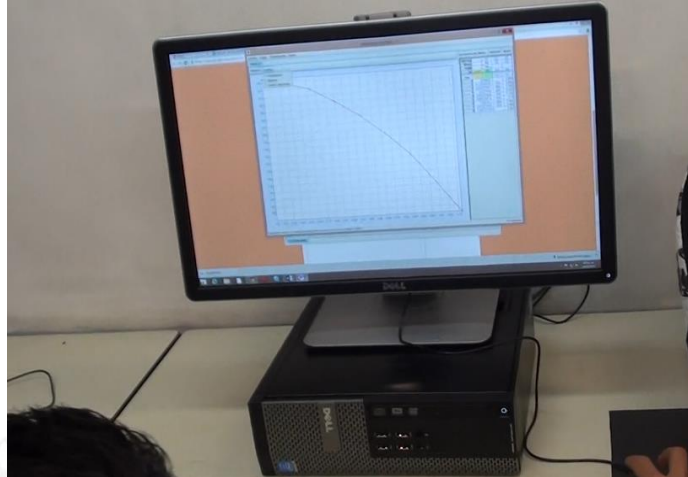


Ilustración 56. Trabajo de análisis del caso 1.

En esta parte de la clase vimos a la mayoría de los estudiantes observando las gráficas construidas e iniciando el análisis de mismas y comenzando a responder preguntas del laboratorio 6.

El caso 2, estaba realizando el análisis de gráfica, escogiendo las que iba a utilizar e hizo una pregunta (ilustración 57):

Caso 2: Es que no es claro

Docente: ¿Qué no lo es?

Caso 2: Por ejemplo, en estas dos gráficas (muestra la pantalla), movimiento con respecto a Y y con respecto a X.

Docente: Sí...

Caso 2: En este caso sería el análisis de posición de Y,

Docente: ¡Estamos de acuerdo! Sí porque la único es la posición en Y, porque se está moviendo vertical, entonces mira la gráfica en X no tiene sentido, ahora, mira posición en Y, aceleración en Y y velocidad en Y todo en Y.

Caso 2: ¡Listo!

Docente: Porque el movimiento es vertical.

(Anexo 10 clase 7; líneas 43- 53)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

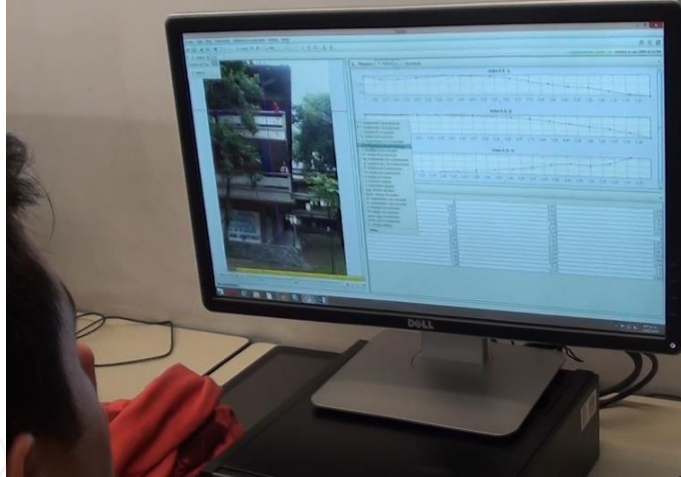


Ilustración 57. El Caso 2 escogiendo las gráficas para analizar.

El caso 4 estuvo solucionando las preguntas de la guía del laboratorio (ilustración 58) y preguntó:

Caso 4: una vez que tenga montado mi sistema de referencia y lo bloqueo, ¿cómo vuelvo y lo desbloqueo?

Docente: (le muestra la opción el Tracker) para desbloquearlo, lo bloqueo, lo hace visible o lo oculta.

(Anexo 10 clase 7; líneas 58-60)

La estudiante (B) manifestó dudas con el análisis de las gráficas de velocidad y aceleración, le solicitó ayuda al profesor, él le colaboró solucionándolas.

La Estudiante (C) le dice al docente; que si le hace el favor y le ayuda a marcar los puntos, es que me da mucha dificultad.

Docente: te da dificultad, ¿Porque?, a ver yo veo cómo los marca usted.

Estudiante (C): (Le muestra en el PC).

Docente: Es que mira, hay que bajarle la cantidad de cuadros y tienes que volver a comenzar porque la marcación exige comenzar desde cero (observa cómo lo hace).

Estudiante (C): Ya quedó mejor, ¿pero sí está quedando bien?.

Docente: Pero sí, le está quedando la gráfica.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Estudiante (C): ¡Que no!, eso está quedando muy charro...!mejor lo vuelvo a hacer!

(Anexo 10 clase 7; líneas 67-74)

Caso 1: Le dice al docente que le explique, del punto de la guía, lo que se refiere a qué significado físico tienen cada una de las variables de las ecuaciones que da el Tracker.

Docente: tienes las ecuaciones, ¿Cierto?

Caso 1: Sí.

Docente: Con la que resolvimos el examen, que significa si tengo $vf^2 = vi^2 + 2a(xf - xi)$ ¿Qué significa Vf?

Caso 1: Velocidad final.

Docente: Ese sería significado físico de esa variable.

Caso 1: Entonces tocaría decir cuáles de A y de B.

Docente: Si no te acuerdas de las ecuaciones, sácalas del cuaderno y las comparas con las que tienes ahí, ¡listo!

Caso 1: ¡listo!

Docente: ya las comparaste, sabes cuál es el significado físico, qué variable es y qué unidades tiene. (El docente va hacia el tablero, copia las fórmulas (ilustración 58). Si no se acuerdan de las ecuaciones, aquí las copié en el tablero y uno las compara con las que da el Tracker, para encontrar ese sentido físico que tienen.

(Anexo 10 clase 7; líneas 75 -90)



Ilustración 58. Ecuaciones de movimiento acelerado.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Se percibió cómo los estudiantes estaban analizando las gráficas que obtuvieron y respondiendo las preguntas de este laboratorio. El docente continuó solucionando dudas a los estudiantes sobre el análisis de gráficos e interpretación de las ecuaciones y sobre los ajustes de gráficas y sus respectivas ecuaciones.

El docente le dice a al caso 4: mira la variable que tienes aquí, ¿Si ves? (mostrándole que al eje vertical lo llamó X), usted a este eje lo llamó X, ¡devuélvase! (ilustración 59)

Caso 4: (Se devuelve a las gráficas iniciales)

Docente: Algo hizo y a este eje le puso X, porque mire el comportamiento que tiene (mostrándole la gráfica parabólica que tiene en pantalla), si a ésta la llamo X, entonces ésta también tiene que ser X y ésta también tiene que ser X (mostrándole el eje vertical de otras dos gráficas que tiene en pantalla).

Caso 4: ¿Yo qué había hecho entonces?

Docente: Mira que vos podrías coger una zona y hacer el análisis (mostrando sectores de las gráficas en el PC), no con toda la gráfica.

(Anexo 10 clase 7; líneas 100 -109)

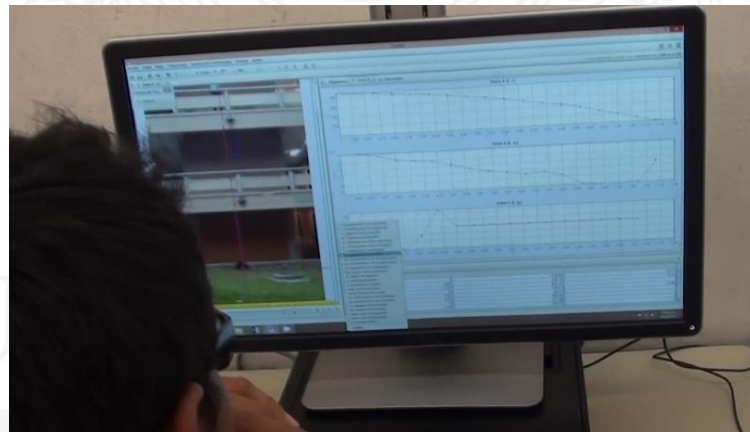


Ilustración 59. Corrección de las gráficas del Caso 4.

El caso 1, en sus resultados encuentra el valor de la aceleración, pero al entrar en confusión con este llama la docente.

Caso 1: En la aceleración se supone cómo es caída libre, es la gravedad.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: Sí, pero, ¿Qué valor vas a encontrar ahí?

Caso 1: Un valor todo extraño.

Docente: ¿Cuánto estás encontrando?

Caso 1: Como -55, -56...

Docente: Es que lo otro fue... que en el vídeo,! muéstrame cuál es el vídeo de ustedes!

Caso 1: El mismo.

Docente: Es que en el vídeo no pusieron ningún objeto para calibrar, sino que usted puso lo que le parecía

Caso 1: ¡Ah, já!

Docente: Si en el vídeo hay un objeto, por ejemplo de un metro, se hubiera podido calibrar mejor, pero no. Entonces pusieron cualquiera, por lo que no le va dar el valor de la gravedad.

Caso 1: ¿Entonces?

Docente: Entonces habría que mirar la equivalencia.

Caso 1: Sacar un promedio

Docente: Sí, hay que sacar el promedio.

Caso 1: Más fácil así.

Docente: Eso si tocó hacerlo así.

Caso 1: ¿Cómo saco el promedio?

Docente: Pero... el promedio lo saca... dale aquí en análisis, estadísticas y te da el máximo, mínimo, el valor medio, el promedio, ¡ahí está!

(Anexo 10 clase 7; líneas 144 -164)

El docente continuó solucionando dudas a los estudiantes sobre el análisis de gráficos, los ajustes de gráficas, sus respectivas ecuaciones y su interpretación.

El docente luego se desplaza hacia el caso 1, al verlo con una calculadora en la mano lo indagó sobre qué estaba realizando:



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: ¿Qué está haciendo?

Caso 1: Estoy hallando el cambio de posición.

Docente: ¿El cambio de posición...?

Caso 1: Porque el cambio de posición es el área bajo la curva de la velocidad versus tiempo y el cambio de posición es versus tiempo, es la velocidad. Entonces ¿aquí cómo pondría...el promedio de ella?

Docente: ¿Cómo?

Caso 1: La distancia recorrida es el cambio de posición sobre el tiempo; entonces sería la velocidad o únicamente tomaría la posición inicial y final.

Docente: ¿Para qué?

Caso 1: Para el cambio de posición.

Docente: Posición inicial y final, ¿y ya!

Caso 1: ¿Pero ese me lo da el Tracker?

Docente: Sí, cuál es el punto final este y el inicial este (mostrándole en la tabla de datos)

(Anexo 10 clase 7; líneas 190 -203)

El docente se le arrimó a la estudiante (D) y le preguntó en qué iba; ella le contestó que ya organizó las gráficas; éste le respondió que ya las tiene...!listo! Siguió observando lo que hacían los demás los alumnos.

El docente observó el caso que tenía dificultades; se dirigió hacia él y le preguntó:

Docente: ¿Qué está haciendo?

Caso 2: Es que no me acuerdo de una cosa.

Docente: ¿De qué?

Caso 2: De...con lo de... con la ecuación de las gráficas.

Docente: Para comprar esas ecuaciones

Caso 2: Sí.

Docente: Véalas acá (le mostró las que hay en el tablero, ilustración 53); si tú estás comparando la cuadrática, la comparas con esta (señalando el tablero).



Caso 2: ¡Ah...!

Docente: Pero esta es la posición, entonces, el Tracker te está dando ¿Que?, este valor y este valor (mostrándole en el tablero), entonces lo estás comparando ahí, o si vos le pones A, B, y C, ahí no está diciendo nada, sino que hay que contextualizarlo.

Facultad de Educación

(Anexo 10 clase 7; líneas 208 -219)

La estudiante (B) preguntó: ¿La razón del cambio entre la posición versus tiempo, puedo promediarlas? Porque las pendientes son muy cercanas. El docente le dijo: espera yo miro, que la pendiente de la posición es versus tiempo es la velocidad. Y ella complementó: entonces sería este.

El docente prosiguió observando el trabajo que ellos hacían y fue donde la estudiante (D) que lo había llamado. Le dijo que en la aceleración da 0,71 y debería ser 9.8; el docente le respondió que debería ser, pero, ¿entonces qué paso? Eso tiene una escala correcta dentro del vídeo. Ella le manifestó: más o menos. Y éste de nuevo le dice: ¿usted está segura de lo que midió? Ella replicó que no, porque creía que medía más o menos 100 cm. El docente le inquirió que más o menos fue ustedes no lo midieron; no hay un valor que me diga que hay un metro de verdad. Ella dijo: puedo aproximarle a que me dé. Y el docente le respondió que sí, sí puedes aproximarle; pero la idea es no forzar la respuesta, ¡listo!

El docente resolvió las últimas dudas, los estudiantes enviaron el trabajo al correo y lo subieron a su carpeta en el disco en la nube (Mega), algunos revisaron la evaluación parcial y se dio por terminada la clase.

Las respuestas de la guía de laboratorio 6, se presentaron en el análisis entorno a los resultados obtenidos en la tabla # 25, en la cual se realizó la reducción de datos de las respuestas del laboratorio 6 por cada sub-categoría anexo 7.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

En esta clase el objetivo estuvo dirigido hacia los esquemas de uso que poseen los casos con respecto al software Tracker; se percibió la independencia de cada uno de los participantes de la clase y además fue una de las condiciones de ésta. Se observó cómo los casos de forma general trabajaron con el software Tracker viendo el vídeo y limitando los cuadros de éste para su análisis, colocando el sistema de referencia, marcando los puntos de la trayectoria. Pero particularmente, se trató cada caso de manera independiente. De hecho, el caso 1 no presentó inconvenientes con el análisis que realizó del vídeo con el Tracker, pero si se observó que tenía vacíos conceptuales debido que me solicitó *que le explicara del punto de la guía, lo que se refiere a qué significado físico tiene cada una de las variables de las ecuaciones que da el Tracker*. Y con la explicación del docente fue comprendiendo y saliendo de sus dudas, al responder preguntas del docente como *¿Qué significa V_f ? caso 1: velocidad final*. Advirtiéndole que tiene conceptos claros como la aceleración debido a la gravedad, por ejemplo cuando encontraron el resultado que les dio su análisis, vieron que el valor es diferente al teórico y preguntó *¿Por qué?* El docente explicó que el motivo de la diferencia es que dentro del vídeo se les olvidó colocar un objeto de longitud conocida para poder hacer una buena calibración. En el esquema de uso del caso 1, utilizó una calculadora para verificar si los valores que estaba hallando de cambio de posición eran correctos, sin apoyarse en la tabla de datos que le estaba mostrando el software.

5.2 Recolección de información durante el desarrollo de las clases.

Para darle validez a la investigación y a los resultados que se obtuvieron de ésta, toda investigación debe tener un soporte del material documental que se recogió a partir de la



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

intervención que realizó el investigador, consecuente con este aspecto, se enlista el material que recolectó en las siete (7) clases que se realizaron en la fase anterior.

El material documental recogido es el siguiente: en cada clase se realiza el diario de campo teniendo un total de siete (7). En la clase uno (1) se realiza una encuesta conocimientos previos, física y TIC, la cual fue solucionada por once (11) estudiantes, los restantes no la terminaron o no le dieron la opción enviar al terminar. En la clase dos (2) se realiza el laboratorio 2: Construcción y Análisis de Gráficos la cual es entregado por doce (12) estudiantes. En la cuarta (4) clase se resuelve el laboratorio 3: Análisis del movimiento de un cuerpo, entregando por catorce (14) estudiantes. En la clase cinco (5), se da solución al laboratorio 4: Posición y trayectoria, el cual lo entregan doce (12) estudiantes. Para la clase seis (6) se trabajó sobre el laboratorio 5: Movimiento rectilíneo uniforme, el informe de este lo entregaron quince (15) estudiantes. En la clase siete (7): se da solución al laboratorio 6: Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, de este trece (13) estudiantes lo entregan. Además en los laboratorios 4 y 5 hay una tabla de recolección de datos inicial, de este instrumento se obtuvieron treinta (30) respuestas a ellas. También después de la intervención se realiza una entrevista individual a los 4 casos.

Además de los materiales documentales mencionados anteriormente, se grabaron en las clases treinta y tres (33) vídeos, con un tiempo aproximado de 5 horas, 48 minutos y 15 segundos, en estas clases no se grabaron las presentaciones iniciales del docente en cada una de ellas. En la entrevista se grabaron siete (7) vídeos, con un tiempo aproximado de 1 hora, 16 minutos y 30 segundos. Con el software CamStudio se grabó el trabajo realizado por los estudiantes en el computador y se tienen de este veintidós (22) archivos. Del trabajo realizado con el software Tracker, se tienen veintiuno (21) archivos.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Todos los materiales mencionados conforman el insumo para la realización del análisis de la información en el próximo capítulo, pero solo se utilizará la información que corresponda a cada uno de los casos seleccionados en esta investigación.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Capítulo 6. Triangulación hermenéutica de la información.

En la presente investigación, se establecieron unas categorías y subcategorías apriorísticas a partir de la categorización propuesta por Cisterna (2005), con el fin de tener unos parámetros para la elaboración de los instrumentos de la recolección, organización y análisis de la información, producto de la intervención que se realizó en cada una de las clases propuestas y la participación de los Casos. Para el análisis de la información obtenida con estos instrumentos y siguiendo la misma línea de la propuesta del autor antes mencionado, se realizó una triangulación hermenéutica, entendida como “la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia, constituye el corpus de resultados de la investigación” (Cisterna, 2005, pág. 68). Para este procedimiento se efectuó la siguiente secuencia: seleccionar la información obtenida en la intervención por cada instrumento; triangular la información por cada instrumento; triangular la información entre todos los instrumentos investigados y; triangular la información con el marco teórico.

6.1 Selección de la información

Este aspecto de la triangulación hermenéutica permitió desechar los datos que no servían y seleccionar aquellos que sí (la lista de datos y referencia a los tipos de información recogida) de la información que se recogió, bajo los criterios de pertinencia (se tomó aquello que tenía relación directa con las categorías o subcategorías de la investigación) y la relevancia, que apuntó a la



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

recurrencia o asertividad con respecto al tema en cuestión. Aspecto que puede corroborarse en sección de Anexo 7: tabla 13 a 21 para el diario de campo.

6.2 La triangulación la información por cada instrumento.

Ésta se realizó en una reflexión adecuada para la convergencia de cada instrumento con sus datos relevantes a partir de la selección de la información obtenida del proceso precedente. Vale la pena referir que en unos se halló mayor recurrencia de una categoría que en otra, por ejemplo, el sondeo conceptual sobre la razón de cambio fue preminente en los resultados de los laboratorios y en la entrevista. En un nivel de pertinencia adecuado pero no tan relevante el cruce de instrumentos reflejó el esquema de uso de cada uno de los Casos. Esta distinción y las posteriores permitieron distinguir y vislumbrar unas conclusiones iniciales por cada subcategoría y luego por cada categoría. Proceso que puede evidenciarse en la sección de Anexo 7: tabla 13 a 21 para el diario de campo

6.3 Triangulación de la información entre todos los instrumentos investigados.

Consistió en integrar la información relevante y pertinente suministrada por los instrumentos para contrastarla y a partir de ahí generar nuevos procesos de interpretación, los cuales permitieron alcanzar un nivel mayor de profundidad conceptual para la posterior formulación de hallazgos y conclusiones. A continuación se relaciona la descripción del proceso por cada categoría.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Categoría A: Génesis Instrumental

Después del proceso de síntesis interpretativa que se realizó anteriormente y de acuerdo con las categorías apriorísticas propuestas para esta investigación, la génesis instrumental inició con una presentación e instrucciones hechas por el docente, que tuvo varias partes, la primera presentación en PowerPoint y un vídeo tutorial que se realizó en la clase 1 y 3, la segunda la demostración del análisis del vídeo de un cuerpo en movimiento con el software Tracker en la clase 3 y la tercera en la solución de dudas a los casos en cada una de las clase; donde en la clases 1 y 3 se especificó la importancia del análisis de vídeo en la física, los elementos más importantes del Tracker, su utilización y la información que se puede obtener de éstos y esto dirigido específicamente a la instrumentalización (sub-categoría A1) del software. Teniendo en cuenta además, que el Tracker no es el único artefacto utilizado durante el proceso de génesis instrumental, porque al hablar de análisis de vídeo, es necesario una cámara digital o un celular en modo vídeo para hacer éstos, las guías de laboratorio, formularios de Google Drive, la nube Mega y el CamStudio.

Una representación de lo planteado se puede apreciar en el siguiente gráfico (ilustración 60), donde se da la relación entre el artefacto-sujeto-objeto (TAI):

Artefacto	Acción	Objeto	Instrumento
-----------	--------	--------	-------------



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

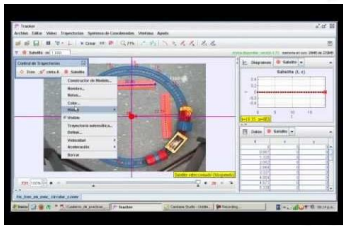

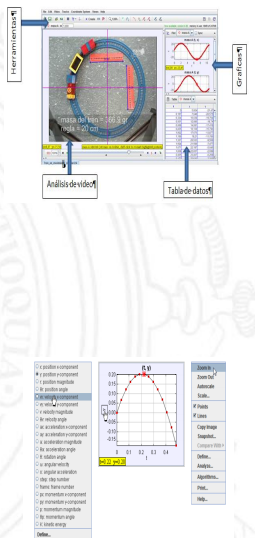
<p>Vídeo tutorial</p>  <p style="text-align: center;">+</p> <p>Explicación del docente</p> 	<p>Descripción de comando y opciones para el análisis de vídeo con el Tracker</p>	<p>Tracker</p>		<p>Apropiación y uso de comando relativos al análisis de gráficas en Tracker.</p>
--	---	----------------	---	---

Ilustración 60. Instrumentalización clase 1 y 3.

El primer acercamiento por parte de los casos al Tracker lo realizan en la clase 4, donde trabajan y resuelven la guía de laboratorio 3, donde esta tiene la característica de ser una especie de tutorial para conocer las partes y aprender a utilizar el Tracker, a la par que se realiza el análisis de un vídeo. Además en esta clase el artefacto a utilizar es la guía de laboratorio 3 y el objeto es el Tracker, donde en esta la guía se convierte en un instrumento de aprendizaje y los casos conocen los elementos del Tracker, construyendo así una génesis instrumental (ilustración 61), con firmando esta construcción con lo extractado del caso 3, “la primera en cada uno de los puntos



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

traía la imagen del software con su respectiva acción, además era un acercamiento que permitía explorar el software por medio de la guía” (haciendo referencia al laboratorio 3).

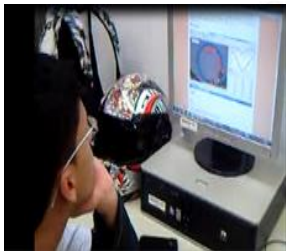
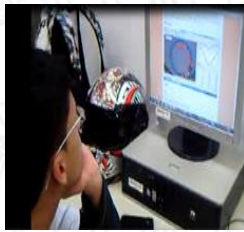
Artefacto	Acción	Objeto	Instrumento	
Laboratorio 3 	Lectura de la guía laboratorio 3 como referente para aprender utilizar el Tracker	Tracker	Laboratorio 3 	Análisis del movimiento de un cuerpo

Ilustración 61. Génesis instrumental laboratorio 3.

De otro lado, el Tracker comienza a convertirse en un artefacto pero unido a la guía de laboratorio 3, para ser dirigido hacia el estudio del movimiento (ilustración 62).

Artefacto	Acción	Objeto	Instrumento



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación



Ilustración 62. Génesis instrumental laboratorio 3+ Tracker- Movimiento.

Continuando con esta categoría, en la clase 5 se realizó el laboratorio 4, siguiendo el proceso de instrumentalización (sub-categoría A1) que desarrollan los casos del Tracker, hallando en ella, que estos no muestran dificultades con este aspecto hasta el momento, solo presentan algunas preguntas que fortalecen este proceso y los dirigen hacia una mejor apropiación de ésta. Además en la clase se puede observar cómo hay inicios de esquemas de uso o de instrumentación relacionados con la sub-categoría A2 entre los casos, unos más que otros. La clase además estuvo dirigida hacia el estudio de los conceptos de distancia, posición y trayectoria y a la razón de cambio, donde la génesis instrumental realizada en esta clase desde la instrumentalización y la instrumentación, toma al Tracker como artefacto y los conceptos antes mencionados como objetos, dado que el primero se convierte en instrumento y se hace mediación con los conceptos (ilustración 63).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

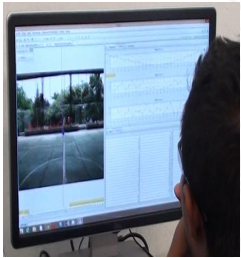
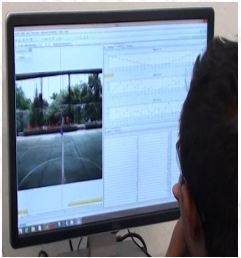
Artefacto	Acción	Objeto	Instrumento	
<p data-bbox="354 573 440 600">Tracker</p>  <p data-bbox="289 919 505 947">Análisis de graficas</p>	<p data-bbox="573 730 703 793">Análisis del Vídeo vlb41</p>	<p data-bbox="760 674 865 825">Distancia posición y trayectoria</p>	<p data-bbox="992 573 1078 600">Tracker</p>  <p data-bbox="927 919 1143 947">Análisis de graficas</p>	<p data-bbox="1190 583 1352 856">Diferenciar los conceptos de Distancia posición y trayectoria</p>

Ilustración 63. Génesis instrumental Tracker-distancia, posición y trayectoria.

El laboratorio 5 (clase 6), los casos mostraron un comprensión de los diferentes elementos del software Tracker utilizados para el análisis de vídeo, la interiorización de ellos y la información efectiva que obtienen de estos, pero no es una instrumentalización (sub-categoría A1) acabada, puesto que no se utilizaron en su totalidad las herramientas del Tracker, únicamente las que eran útiles para el análisis de movimiento. También evidenciaron un esquema de uso ya más consolidado, una instrumentación surgida a partir de los instrumentos elaborados para la observación de la sub-categoría A2, pero no definitiva.

En la clase 7, que fue muy interesante para ellos, donde el caso 4 afirmó “que fue la que más le gustó” y les permitió a los casos confrontar los conocimientos adquiridos hasta el momento,



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

tanto desde la génesis instrumental como desde los conceptos aprendidos en las clases anteriores, puesto que debían realizar la filmación del vídeo de un cuerpo cayendo libremente por efecto de la gravedad y luego realizar el análisis del vídeo con el Tracker y dar respuesta la guía de laboratorio 6. Verificándose que en los casos no se presentó ningún inconveniente en la solución de éste y encontrando unos buenos resultados en las respuestas propias del laboratorio.

En consecuencia, apoyados en los diferentes documentos (las guías de laboratorios, los formularios de Google Drive, entre otros) en que se registró la investigación se pudo observar cómo para los casos fue significativo e importante saber utilizar muy bien los esquemas de uso del Tracker, es decir, hacer una buena instrumentalización, porque ellos le encontraron potencialidades como: “tener una fluidez al analizar un vídeo” (caso 1), “instrumento que habilitó el trabajo al poder ver las tablas, gráficas” (caso 2), “permitir y favorecer la interpretación de los conceptos que se trabajaron durante la teoría, evidenciarlos más fácilmente a partir de la práctica” (caso 3) y “ayudó a optimizar mucho los procesos” (caso 4). Durante la instrumentalización los casos comenzaron de menos a más, todos de una forma diferente e iniciaron con la información presentada por el docente de los elementos propios del software Tracker (artefacto) y en cada clase fueron interiorizando más elementos de él, hasta lograr la instrumentalización. Apropiados de esta construcción individual cada uno encontró su esquema de uso, dándole una instrumentación particular al Software Tracker en el análisis de vídeos de los cuerpos en movimiento que se propusieron en cada sesión de clase y laboratorio, convirtiendo el artefacto en un instrumento de aprendizaje.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Con el transcurrir de las clases, se pudo observar cómo de manera gradual los casos en sus procesos utilizaron el Tracker, haciendo de este una génesis instrumental, donde el Tracker inicialmente es el artefacto y el concepto de razón de cambio es el objeto y luego al pasar las clases y las guías de laboratorios el Tracker se convierte en un instrumento, que permitió que los casos interiorizaran el concepto de razón de cambio y además comprender los demás conceptos referente a la cinemática, entre ellos, velocidad y aceleración (ilustración 64).

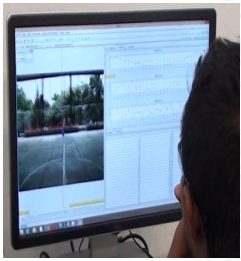

Artefacto	Acción	Objeto	Instrumento	
<p data-bbox="354 947 440 972">Tracker</p>  <p data-bbox="289 1293 505 1318">Análisis de graficas</p>	<p data-bbox="570 1066 708 1199">Análisis de las gráficas producto del Video vlb41</p>	<p data-bbox="764 1104 862 1161">Razón de cambio</p>	<p data-bbox="992 978 1073 1003">Tracker</p> 	<p data-bbox="1195 1066 1349 1199">Identificar y conceptualizar la razón de cambio</p>

Ilustración 64. Génesis instrumental del concepto de la razón de cambio.

Categoría B: Proceso de aprendizaje

Para éste se trabajó 7 clases, su énfasis y búsqueda de objetivos de la investigación se priorizaron de la siguiente manera: la clase 2, complemento del diagnóstico de saberes previos; en



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

la clase 3, su esencia se encamino solamente al proceso de instrumentalización dirigido por el docente; en cambio para la clase 4 se dio una mirada dual a la instrumentalización y al aspecto conceptual, dándole prelación al primero; las clases 6 y 7, por la trascendencia de los objetivos de investigación manejadas en ellas, se describen de una manera más amplia, así:

En la clase 5 se realizó el laboratorio 4, orientado a apropiar los conceptos de distancia, posición y trayectoria e indirectamente la razón de cambio, pero también, para continuar con la instrumentalización que hicieron los casos del Tracker. En el ámbito de lo conceptual (categoría B) tuvieron dudas sobre ¿Qué tipo de graficas utilizar en el análisis? ¿Y ajustes de gráficas a utilizar?, evidenciando con esto vacíos dentro del estudio de la cinemática, en los cuales intervino el docente para que fueran superados. Además el caso 4 preguntó por el concepto de razón de cambio (sub-categoría B2), lo que permitió en esta clase observar la manera como avanzaron en el manejo del concepto.

En el laboratorio 5 se orientó al movimiento rectilíneo uniforme, el cual fue realizado en la clase 6, evento en que pudo apreciarse que los casos tenían interiorizado el concepto de razón de cambio (ver tabla 24) y a partir de éste, encontrar las característica de este movimiento; valga traer a colación de manera significativa lo ocurrido con los casos 1 y 4, quienes al darse cuenta que el valor de la aceleración es cero, concluyeron “que la velocidad era constante, entonces el movimiento es rectilíneo uniforme”. Situación que confirmó de manera inequívoca la relación existente entre el movimiento y sus características.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

En la clase 7 se implementó y desarrolló el laboratorio 6, cuyo propósito fue ver el logro del objetivo de investigación en esta clase, dirigido a la génesis instrumental para ver cómo utilizaron el concepto de razón de cambio. Fue evidente la manera en que los casos se apropiaron del uso del software Tracker (ver tabla 26 de síntesis interpretativa de laboratorios), permitiéndoles que interiorizaran el concepto de razón de cambio y de manera paralela la comprensión de los conceptos referente a la cinemática. Factores que dinamizaron el aprendizaje de los estudiantes y propiciaron una mayor comprensión del concepto de manera progresiva, pues este fue evolucionando en cada caso de forma diferente, la cual se pudo verificar con la solución no solo de este si no de los demás laboratorios.

Puede deducirse con relación a la categoría, que el artefacto se convirtió en instrumento y cumplió con su función mediadora en la apropiación de los conceptos objeto de la presente investigación (la razón de cambio en el contexto de la cinemática). Esta aseveración se fundamentó a partir de los elementos contrastados en los diferentes instrumentos de análisis de la información, los cuales se encuentran debidamente soportados.

6.4 La triangulación con el marco teórico.

El marco teórico no debe quedar solo como un referente de la literatura o como una revisión actualizada sobre el tema, sino que debe aportar en el hallazgo de conclusiones, para la investigación se convirtió en fuente esencial del proceso de conocimiento que aportó en la propuesta, lo que implicó retomar la discusión bibliográfica y su contraste con los resultados



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

obtenidos en la intervención, respaldados en unos interrogantes previos que condujeron a la discusión sobre las diferentes subcategorías y categorías de la investigación, etapa que permitió establecer un cuerpo integrado y un sentido total de los resultados obtenidos de forma significativa.

El facilitador (docente investigador) hizo la triangulación del marco teórico con los instrumentos teniendo en cuenta que para el análisis debía observar los referentes psicológicos, los fundamentos de la Teoría de la Actividad Instrumentada (TAI) dirigida hacia las TIC y la mirada pedagógica sobre todos los documentos, y en especial, sobre todos los detalles y particularidades generados por los Casos en cada una de las clases.

El docente apoyándose en el aprendizaje mediado pudo realizar una lectura detallada de los eventos durante la fase de investigación y en el posterior análisis de la interpretación de los instrumentos, que le permitieron identificar en relación con los objetivos de la investigación lo siguiente: a) el uso del Tracker favoreció no solo el aprendizaje del concepto de razón de cambio sino que afianzó todas las nociones inherentes a la cinemática (ver tablas 27, 28, 42 y 43 de síntesis interpretativa de laboratorios y de las entrevistas); b) los planteamientos establecidos en la TAI se reflejaron en una instrumentación más autónoma y evidenciada en los esquemas de uso adoptados frente a las guías de los laboratorios, la solución de formularios de Google Drive, la filmación de un cuerpo en caída libre y análisis de vídeo (Anexo 7); y c) el favorecimiento de los aprendizajes se percibió en las inferencias, en las relaciones establecidas, en la modificación de las condiciones de interacción del entorno, los errores, las confusiones, olvidos y descubrimientos manifestados



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

en las respuestas, en las preguntas, en el trabajo solidario entre Casos, todas ellas, síntomas inequívocos del adquisición del concepto de razón de cambio, de las nociones de cinemática, y en la adopción de conceptos previos conducentes a la elaboración de unos nuevos.

Para el presente trabajo de investigación el artefacto fue el software Tracker, pero no el único. La génesis instrumental se logró dado que los casos tomaron el artefacto, se apropiaron éste y lo aplicaron de manera independiente para los análisis de una serie de vídeos, evidenciándose el grado de instrumentalización que realizaron del software Tracker (instrumentalización = apropiación del software Tracker). Lo que permitió la instrumentación que realizaron los casos, gracias a la habilidad adquirida con base en los esquemas de uso (instrumentación = influencia de las potencialidades sobre la actividad de estos) y cómo con estos lograron los objetivos de cada uno de los laboratorios planteados en la investigación (Gueudet & Trouche, 2009).

El factor de Orquestación Instrumental sub-categoría B1 se validó mediante la interpretación de los resultados de la entrevista semiestructurada, en los cuales pudo apreciarse que si bien el Tracker fue valioso y generó esquemas de uso de forma personal, este, no fue el único interviniente; los demás documentos también tuvieron su aporte en la construcción de los conceptos de los casos (ver el Caso 3; en la tabla). Finalmente, el fundamento teórico indujo a referir que en los procesos de aprendizaje mediados deben tenerse en cuenta, más que los artefactos y los documentos, la interacción directa caso-razón de cambio, las interacciones entre el caso y el Tracker, las interacciones entre el Tracker y aquello sobre lo cual permite la acción a seguir (guías



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

de laboratorio, vídeos, construcción y análisis de gráficas, entre otros) y, por último, la interacción caso-razón de cambio mediada por el Tracker (Verillon & Rabardel,1995).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Capítulo 7. Hallazgos, Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se presentan los hallazgos, las conclusiones y recomendaciones surgidas en la investigación. Esto fue posible a través del análisis sobre el alcance de los objetivos propuestos y la convalidación de las categorías y subcategorías a la luz de los instrumentos y los referentes teóricos. Además se sugiere una posible línea de investigaciones a futuro.

7.1 Hallazgos

En la valoración del proceso del concepto de razón de cambio se encontró un factor incidente para que éste no fuera incorporado con facilidad entre los estudiantes que inician el estudio de la Física, en particular los casos. Dado que pudo establecerse la inexistencia de un factor de concatenación de los temas ecuación, gráfica y tabla en el área de matemáticas, en lo correspondiente a la línea recta, la parábola e hipérbola servida en el nivel de educación secundaria y media, donde los casos no mostraron reconocimiento de la relación entre estos tres conceptos y los manejaron de manera independiente (resultados del laboratorio 2).

Por tradición pedagógica y teórica la mayoría de los docentes que sirven el área de matemáticas tienen la costumbre de que a partir de dos puntos, hallan la ecuación de línea recta sin hacer referencia a que éstos vienen de una tabla de datos. Dan por hecho que los estudiantes tienen este concepto interiorizado y los textos de matemáticas contribuyen a prolongar esta situación. Ahora bien, se puede construir de la tabla la gráfica pero no se hace la referencia obligada para indicar



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

de dónde salió la tabla. De la misma manera los docentes en relación con la ecuación hallan la tabla y luego construyen la gráfica, pero, omiten decir la manera cómo se halla la ecuación.

Igualmente la bibliografía en matemáticas no trae explícita la relación existente entre la ecuación de la pendiente de una línea recta con el concepto de razón de cambio. Factor que contribuye a que la noción de razón de cambio pase desapercibida y se convierta en componente que deba “extrañarse” con mayor rigor y grado de dificultad entre los estudiantes de primeros semestres. En consecuencia éste y los dos hallazgos anteriores juegan un rol incidente para la no comprensión de los conceptos de razón de cambio y las nociones afines de la cinemática, como lo son la velocidad y la aceleración, cuya definición depende de ésta.

7.2 Conclusiones

Desde el diseño y la problematización de la investigación se perfiló describir, analizar y validar la manera cómo una propuesta didáctica mediada podría favorecer la enseñanza de conceptos de cualquier rama de la física. Hechos los análisis de los instrumentos e identificados los hallazgos a la luz de la teoría, se van a condensar los aspectos más significativos de esta propuesta. Los cuales se apreciaron como resultado del contraste entre la teoría y los análisis de los instrumentos definidos para el alcance de los objetivos. Los interrogantes surgidos a través del proceso fueron otro indicador trascendente que permitió la discusión sobre las diferentes categorías y subcategorías de la investigación, configurándose así un cuerpo integrado con sentido sobre los resultados obtenidos.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

A través del ejercicio se pudo comprobar que la propuesta didáctica si favoreció el aprendizaje del concepto de la razón de cambio entre los casos, pero ocurrió de una manera diferente para cada uno. Puesto que el uso del Tracker afianzó su aprendizaje y de manera conexas todas las nociones inherentes a la cinemática. Esta aseveración se apoyó en el análisis del mediador (docente) quien observó a partir de sus referentes psicológicos, de los fundamentos de la Teoría de la Actividad Instrumentada (TAI) dirigida hacia las TIC y desde su mirada pedagógica sobre todos los documentos, y en especial, sobre todos los detalles y particularidades generados por los casos en cada una de las clases implementadas.

En relación con lo planteado anteriormente, dos apreciaciones muy importantes que fueron expuestas, así: el caso 2, quien advirtió sobre las dificultades para utilizar el software Tracker en un tema determinado sin tener los conceptos previos con claridad. El caso 1, quien vio muy positiva la información que se puede obtener y cómo se llega a la apropiación del concepto de razón de cambio con ella.

La Teoría de la Actividad Instrumentada (TAI) permitió verificar en los casos una instrumentalización más autónoma que se evidenció en los esquemas de uso adoptados por ellos frente a la instrumentación del Tracker, cuya incidencia fue altamente significativa; pero se advierte que no fue el único insumo empleado en las clases. La génesis instrumental fue pieza fundamental para lograr el objetivo propuesto en la investigación y pudo captarse cuando los casos tomaron el artefacto, se apropiaron de éste y lo aplicaron de manera independiente para los análisis de una serie de vídeos, evidenciándose el grado de instrumentalización que realizaron del software Tracker (instrumentalización = apropiación del software Tracker). Lo que permitió la



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

instrumentación que realizaron los casos, gracias a la habilidad adquirida con base en los esquemas de uso (instrumentación = influencia de las potencialidades sobre la actividad de éstos) y cómo con estos alcanzaron los objetivos de cada uno de los laboratorios planteados en la investigación (Gueudet & Trouche, 2009).

El factor de Orquestación Instrumental sub-categoría B1 se validó mediante la interpretación de los resultados de la entrevista semiestructurada, en los cuales pudo distinguirse que si bien el Tracker fue valioso y generó esquemas de uso de forma personal, éste, no fue el único interviniente; los demás *documentos* también tuvieron su aporte en la construcción de los conceptos de los casos (ver el caso 3; en la tabla). Por consiguiente, el fundamento teórico triangulado con los demás instrumentos posibilitó establecer que en los procesos de aprendizaje mediados debe tenerse en cuenta, más que los artefactos y los documentos, la interacción directa caso-razón de cambio, las interacciones entre el caso y el Tracker, las interacciones entre el Tracker y aquello sobre lo cual permite la acción a seguir (guías de laboratorio, vídeos, construcción y análisis de gráficas, entre otros) y, por último, la interacción caso-razón de cambio mediada por el Tracker (Verillon & Rabardel, 1995).

De acuerdo con los casos esta propuesta didáctica al principio causó dificultades entre ellos y el primer laboratorio se les hizo tedioso, pero cuando alcanzaron las competencias para utilizar el software, reconocieron posteriormente que fue más fluido, con los demás laboratorios se pudo afianzar el concepto de razón de cambio y trabajar los demás conceptos referentes a la cinemática. Lográndose la comprensión de los conceptos con la utilización del software Tracker, haciendo la salvedad del caso 4 quien afirmó que los entendió mejor en clase. Lo cierto es, y se ha reafirmado varias veces, que con el Tracker los estudiantes hallaron una alternativa mediada y clara para



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

entender el concepto de razón de cambio, la relación con los otros conceptos, la diferencia entre los conceptos y además pudieron construir sus propios conceptos.

Además el caso 3 concluyó que el aprendizaje de los conceptos no se alcanzó únicamente por la utilización del software Tracker, sino por todos los documentos que se introdujeron en cada una de las clases y que hicieron parte de su orquestación instrumental. Aunque el caso 4 expresó que aprendió más en las clases magistrales que con la utilización del Tracker, también dio fe de que con el software se puede aprender y evidenció este aspecto en varios de sus compañeros.

En relación con las categorías de la investigación y con referencia directa a la *génesis instrumental*, se pudo verificar desde los casos que la *instrumentalización* es un proceso que en las clases mostró la manera cómo ellos aprendían algo nuevo con la utilización del Tracker, determinándose que es un proceso que no se puede lograr de forma inmediata ni mucho menos acabada: es gradual la forma en que van descubriendo nuevas herramientas y la pertinencia personal en que deben y pueden ser utilizadas por ellos. Es decir, se produjo una interiorización de ellas y las formas particulares de cada usuario para utilizarlas. Tal como se reflejó durante los diversos escenarios planificados para la ejecución de la propuesta.

También se logró observar cómo el concepto de razón de cambio, dentro del contexto de la cinemática, fue estudiado y aprehendido en esta investigación gracias a que los casos mostraron una evolución del concepto a través de la intervención realizada en de cada una de las clases y sus respectivas actividades. Esta evolución se pudo determinar por medio de los instrumentos utilizados en la investigación y mediante el análisis del investigador. De manera paralela los



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

estudiantes también adquirieron un mayor dominio y habilidad en el manejo del software Tracker.

En definitiva, la ejecución de la propuesta didáctica sí permitió analizar y comprobar cómo favoreció el aprendizaje del concepto de Razón de Cambio en física, pues la mediación escogida (Tracker) y respaldada por la TAI permitió la generación en los casos de una instrumentación más autónoma (génesis) que se evidenció en los esquemas de uso adoptados por ellos, puesto que de manera autónoma, gradual e individual evidenciaron mejores esquemas de uso para responder competentemente a la solución de las guías y laboratorios implementados.

7.3 Futuras investigaciones

Valorando las posibilidades de interpretación que generó la ejecución de la propuesta, en especial los análisis en torno a su corpus como un constructo con sentido, se concluyó que una perspectiva resultante para ser vista como línea para investigaciones a futuro, sería abordar las complejidades que desde la física comporta la relación entre ecuación, gráfica y tabla al estudiar el movimiento de un cuerpo. Debido a los casos no relacionaban estos tres elementos a la misma vez, solo lo hacían por parejas y no como una tríada que tienen una relación directa.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Bibliografía

- Acero, E. (s.f.). El diario de campo: Medio de investigación del docente. *Actualidad Educativa*, 3(13).
- Adúriz-Bavo, A. (1999-2000). La didáctica de las ciencias como disciplina. *Enseñanza*, 61-74.
- Adúriz-Bravo, A. (1999 - 2000). La didáctica de la ciencia como una disciplina. *Enseñanza*, 17-18, 61 - 74.
- Agillar, E. (2008). El vídeo didáctico como mediación en la enseñanza de las leyes de Newton "¿que hace que el movimiento de las partículas cambie? *Revista Colombiana de Física*, 38(3), 1190-1193.
- Allain, R., & Beichner, R. (2004). Rate of Change and Electric Potential. En A. I. Physics, 2004 *PHYSICS EDUCATION RESEARCH CONFERENCE* (págs. 69-72). Sacramento, California: American Institute of Physics.
- Araujo, I. S., Veit, E. A., & Moreira, M. A. (2004). Actividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(2), 179-184.
- Aveleyra, E., Racero, D., & Chiabrandó, L. (2011). Desarrollo de material educativo para estudiar un péndulo simple con myUdutu. *EduTec-e, revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 38, 1-13.
- Azcarate, c. (1990). *La velocidad: introducción al concepto de derivada*. Medellín: PhD thesis no publicada.
- Ballesteros, E. (2007). Instrumentos psicológicos y la teoría de la actividad instrumentada: fundamento teórico para el estudio del papel de los recursos tecnológicos en los procesos educativos. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática, año 3(4)*, 125 - 137.
- Bogdan, R., & Taylor, S. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. . Barcelona: Paidós.
- Boyer, C. B. (2007). *Historia de las matemáticas*. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Brown, D. (2011). *TRACKER vídeo analysis and modeling tool*. Recuperado el 13 de septiembre de 2012, de <http://www.dgeo.udec.cl/~andres/Tracker/>
- Calderon, S., Nuñez, P., & Gil, S. (2009). La cámara digital como instrumento de laboratorio: estudio del tiro oblicuo. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 3(1), 87-92.
- Capuano, V. (2011). El uso de las tic en la enseñanza de las ciencias naturales. *Notas y Revisiones*, 79-88.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14, 61-71.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Cisterna, F. (2007). *Manual de Metodología de la Investigación Cualitativa Para Educación y Ciencias Sociales*. Concepción, Chile: Universidad del Bio-Bio.

Cisterna, F. (200X). *Métodos de Investigación Cualitativa en Educación. Guía teórico-práctica*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2013, de <http://www.scribd.com/doc/147417873/Francisco-Cisterna-Me%CC%81todos-de-investigacio%CC%81n-cualitativa-en-educacio%CC%81n>

- Cortés, J. C., & Guerrero, M. d. (2012). Programas de cómputo interactivos para crear ambientes tecnológicos para el aprendizaje de las Matemáticas. *ANNALES de DIDACTIQUE et de SCIENCES COGNITIVES*, 17, 117-136.
- Cortes, Z. J. (2006). La razón de cambio (cociente de incrementos) desde un punto de vista gráfico y numérico. *Revista Iberoamericana de Educación Matemáticas*, 3-10.
- Del Castillo, A., & Montiel, G. (2009). ¿Artefacto o Instrumento? Esa es la pregunta. En P. Lestón, *Acta Latinoamericana de Matemáticas Educativa* (Vol. 22, págs. 459-467). México, DF, coacalco, Mexico: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A.C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Diaz Moreo, L. (1998). *Reflexiones didácticas: entorno a fracciones, razones y proporciones*. Santiago de Chile: Publicación del programa MECE/ Educación Media.
- Doorman, L. M., & Gravemeijer, K. P. (2009). Emergent modeling: discrete graphs to support the understanding. *ZDM Mathematics Education*, 41, 199-211. Obtenido de DOI 10.1007/s11858-008-0130-z
- ENLACES, C. d. (2006). *ENLACES*. Recuperado el 20 de marzo de 2012, de www.oei.es/tic/estandares.pdf
- Galeano, M. E. (2010). Estudio cualitativo de caso: el interés por la singularidad. En M. E. Galeano Marín, & C. A. Hurtado Orosco (Ed.), *Estrategias de investigación social cualitativa: El giro en la mirada* (Segunda reimpression ed., págs. 63-82). Medellín, Antioquia, Colombia: La carreta Editores.
- García, A., & Gil, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones Informáticos. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 304-322.
- Giancoli, D. C. (1997). *Física: Principios con aplicaciones* (Cuarta ed.). (A. H. Flores, Trad.) Naucalpan de Juárez, México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
- Gil Pérez, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 154-164.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educ Stud Matemáticas*, 71, 199-218.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Henao, B. L. (junio de 2010). Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de Stephen Toulmin. *Tesis inédita de doctorado*. Burgos, España: Universidad de Burgos.

Hewitt, P. G. (2007). *Física Conceptual* (10 ed.). (V. A. Flores, Trad.) Naulcalpan de Juárez, México: Pearson Educación.

Jeans, S. j. (1953). *Historia de la Física*. México - Buenos Aires: Fondo de Cultura Económicas.

Kozulin, A. (2000). *INSTRUMENTOS PSICOLÓGICOS: la educación desde una perspectiva sociocultural*. (G. Sánchez Barberán, Trad.) Barcelona, España: PAIDÓS.

Lucci, M. A. (2006). La propuesta de Vygotsky: La Psicología socio-histórica. *profesorado. Revista de currículo y formación del profesorado*, 10(2), 1 - 11.

Martinho, T., & Pombo, L. (2009). Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturales - um estudo de caso. *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 527 - 538.

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Serie Lineamientos Curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articles-89869_archivo_pdf5.pdf [consulta 15 de marzo de 2014]

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016*. Recuperado de: http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/articles-166057_cartilla.pdf [consulta 15 de marzo de 2014]

Ministerio de Educación Nacional. (2008a). *Serie Guías No. 30. Orientaciones generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología: ¡Una necesidad para el desarrollo!* Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf [consulta 15 de marzo de 2014]

Ministerio de Educación Nacional. (2008b). *Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales*. Recuperado de: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf [consulta 15 de marzo de 2014]



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Lineamientos de calidad para las licenciaturas en educación*. Recuperado de:

http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-340962_recurso_1.pdf

[consulta 25 de agosto de 2014]

- McFarlane, G. J. (2000). Have there been recent changes in climate? Ask the fish. *Prog. Oceanography*(47), 147 - 169.
- Merzagora, E. (febrero de 1999). Medidas casi imposibles. *Newton Siglo XXI*(10), 77-83.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (Junio de 2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), 1017 - 1054.
- Moller Andersen, H., & Lund Nielsen, B. (2013). Video-Based Analyses of Motivation and Interaction in Science Classrooms. 35(6), 906-928. Recuperado el 05 de febrero de 2014, de <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.627954>
- Ortega, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Latinoam.estud.educ.Manizales (colombia)*, 41 - 60.
- Perafán, G. A. (2004). La investigación acerca de los procesos de pensamiento de los docentes: orígenes y desarrollo. En G. A. Perafán, *la epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional* (págs. 41-72). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 2 - 18.
- Rendón, P. A. (2009). Conceptualización de la razón de cambio en el marco de la Enseñanza para la Comprensión. *Tesis*. Medellín.
- Rendon, P. A., & Duarte, P. V. (2008). *El proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de razón de cambio del concepto de razón de cambio mediada por los mapas conceptuales*. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/823/1/27comunNuevo.pdf>
- Ruiz, f. j. (julio-diciembre de 2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *latinoam.estud.edu.*, 3(2), 41 - 60.
- Ruiz, J. (2009). Congreso internacional sobre uso y buenas prácticas con TIC. La Web 2.0. *La evaluación del alumnado al incorporar las TIC*.
- Ruiz, M. (2011). Génesis instrumental en el estudio de la elipse desde una perspectiva variacional: el caso de Geogebra. *Tesis inédita de maestría*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Salvador, D. F., Ribeiro, L. G., & Ribeiro, R. F. (Agosto - Diciembre de 2010). Aplicação do modelo de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) em um programa on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biología. *REVISTA ELECTRÓNICA DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS*, 5(2), 31-43.

Sanmartí, N., & Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las tic. *Alambique (versión electrónica)*, 29.

Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., & Freedman, R. A. (2004). *Física Universitaria* (11 ed., Vol. 1). (R. Esacalona, Trad.) Naulcalplan de Juárez, México: Pearson Educación.

Sepulveda, A. (2003). *Los conceptos de la física: Evolución histórica*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Serway, R. A. (1997). *Física* (4 ed., Vol. 1). (G. Nagore, Trad.) México, D.F., México: McGraw-Hill.

Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. (R. Filella, Trad.) Madrid, España: Ediciones Morata, S. L.

Taşar, M. (30 de Mayo de 2010). What part of the concept of acceleration is difficult to understand: the mathematics, the physics, or both? *ZDM Mathematics Education*, 42, 469 - 482. Recuperado el 12 de marzo de 2013, de <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11858-010-0262-9>

Torres, Á. L. (2009). Creación y utilización de vídeo digital y TICS en Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.*, 6(3), 440-451.

Trouche, I. (2004). ENVIRONNEMENTS INFORMATISÉS ET MATHÉMATIQUES: QUELS USAGES POUR QUELS APPRENTISSAGES? *Educational Studies in Mathematics*, 55, 181-197.

UNESCO. (8 de Enero de 2008). *EDUTEKA*. Recuperado el 16 de marzo de 2012, de <http://www.eduteka.org/estandaresdocentesunesco.php>

Verillon, P., & Rabardel, P. (1995). Cognitions and artifacts: a contribution to the study of thought in relation to instrument activity. *European Journal of Psychology*, 10(1), 77 - 101.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Anexos

Anexo 1. Encuesta diagnóstica de saberes previos, física y TIC.	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2. Guías de laboratorio.....	203
Anexo 3. Presentación PowerPoint ver DVD 1.	228
Anexo 4. Vídeo tutorial Tracker. Ver DVD 1.....	228
Anexo 5. Vídeos para análisis en la clase. Ver DVD 1.....	228
Anexo 6. Protocolo éticos.	229
Anexo 7. La observación participante.....	231

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803




UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Anexo 1. Guías de laboratorio

<p>Universidad de Antioquia Facultada de Educación Licenciatura en Educación Básica en ciencias Naturales y Educación Ambiental Física Biológica I 2024221</p>	 <p>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1803</p>
--	---

Laboratorio 2: Construcción y Análisis de Gráficos.

Introducción

Para construir un gráfico, la variable independiente se coloca en el eje horizontal (a veces llamado eje X); mientras que la variable dependiente en el eje vertical (eje Y). Las escalas se seleccionan de tal manera que sea factible representar espacios iguales para representar los datos tabulados. Los gráficos permiten observar las relaciones de proporcionalidad directa e inversa entre las variables, dependiendo de esta relación se puede obtener la constante de proporcionalidad, la razón de cambio y la ecuación empírica.

Objetivos

- Presentar gráficamente la información obtenida en procesos de medición en el laboratorio.
- Usar los gráficos para encontrar la relación matemática entre las variables y la construcción de su ecuación.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Materiales

- Cronometro
- Metro
- Regla
- Papel milimetrado
- Calculadora no programable
- Cinta negra
- Cámara de vídeo (cámara digital o celular)

Procedimiento

Para realizar esta práctica se integraran grupos de 3 estudiantes, inicialmente se darán las indicaciones en el laboratorio. El laboratorio está dividido en dos partes. La primera parte de este es teórica, la cual consiste en elaborar una grafica a partir de información obtenida de resultados de medición realizados en laboratorios. La segunda parte, consiste en la toma de datos de posición y tiempo del movimiento en línea recta de uno de los compañeros y luego procesar esta información.

Informe

Parte 1

- a. Los siguientes datos relacionan las masas de diferentes trozos de hierro y sus respectivos volúmenes. Complete la tabla1 de datos en las unidades del sistema internacional.

15g,2cc	1	45g,6cc	0	3	75g,10cc
30g,4cc		60g,8cc			90g,12cc

M(kg)						
V(m ³)						

Tabla No 1 masa y volumen de los trozos de hierro

- b. Se tiene los siguientes datos 0,1.5, 6.0, 13.5; los cuales dependen de 0, 1, 2, 3; respectivamente. Complete la tabla 2 con esta información

x					
y					

Tabla 2. Para dos variables relacionadas

- c. Un péndulo simple al oscilar con diferentes longitudes proporciona diferentes periodos de oscilación; los cuales se presentan a continuación:

90 cm, 0.19 s; 80 cm, 0.18 s; 70 cm, 0.17 s; 60 cm, 0.15 s; 50 cm, 0.14 s; 40cm, 0.13s; 30 cm, 0.11 s

L(m)							
T(s)							

Tabla 3. Para el péndulo simple

- d. En una tabla coloque los pares ordenados;(0.25,4);(0.50,2);(1.00,1);(2.00,0.5)

x				
y				

Tabla 4.Obtenida con los pares ordenados

- e. La variable R tiene como datos 1, 2, 3 y la variable S que depende de la variable R, tiene datos 5, 0.625, 0.185 respectivamente. Ordene los datos en la tabla 5.

R			
S			

Tabla 5 para las variables R y S



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación Volumen en ft^3 : 6, 10, 20, 30, 60, 100

Presión en lb/in^2 ; 100, 60, 30, 20, 10, 6 respectivamente

f. La relación entre la presión absoluta de un gas y su respectivo volumen a temperatura constante, proporciona los siguientes datos:

P (lb/in^2)						
v(ft^3)						

Tabla 6. Para valores de presión y volumen de un gas a temperatura constante

Análisis de tablas y gráficas

Para todas las tablas realizar:

- Construir el gráfico en papel milimetrado.
- Escribirla relación de proporcionalidad entre las variables.
- Determinar la constante de proporcionalidad.
- Describir la razón de cambio de cada gráfica.
- Escribir la ecuación de la gráfica.
- ¿Cuál es la variable independiente y la dependiente?

Parte 2

Para esta actividad cada uno de los integrantes del equipo debe tener un roll determinado. Se debe escoger una trayectoria recta y en esta se marcaran 10 puntos diferentes a distancias diferentes. Un primer integrante caminará por esta trayectoria **sin detenerse** hasta el final de esta. El segundo, tomará el tiempo que tarda en pasar por cada una de las marcaciones y el tercer integrante anotará la información dictada por el segundo integrante. Un cuarto integrante está dedicado a filmar el movimiento durante la trayectoria escogida por el equipo.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

- a. Realiza una tabla con la información obtenida.
- b. Completar la tabla con la Velocidad (v) y la aceleración (a).
- c. Construir el gráfico de x vs t , v vs t y a vs t en papel milimetrado.
- d. Escribirla relación de proporcionalidad entre las variables.
- e. Determinar la constante de proporcionalidad.
- f. Describir la razón de cambio de cada gráfica.
- g. Escribir la ecuación de la gráfica.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Laboratorio 3: Análisis del movimiento de un cuerpo

Introducción

El Tracker (imagen 1) es un paquete de análisis de vídeo construido sobre una plataforma Java Open Source Physics (OSP). Incluye como características; seguimiento de objetos teniendo en cuenta su posición, velocidad y aceleración. Además gráficos con filtros y efectos especiales, múltiples cuadros de referencia, puntos de calibración, líneas de perfil para el análisis del espectro, patrones de interferencia y modelos dinámicos de partículas. Está diseñado para ser usado en un curso introductorio en laboratorios de física. Por lo anterior este laboratorio tiene la intención de dar a conocer los elementos más importantes de este *software* mediante el análisis de un vídeo de un cuerpo en movimiento.

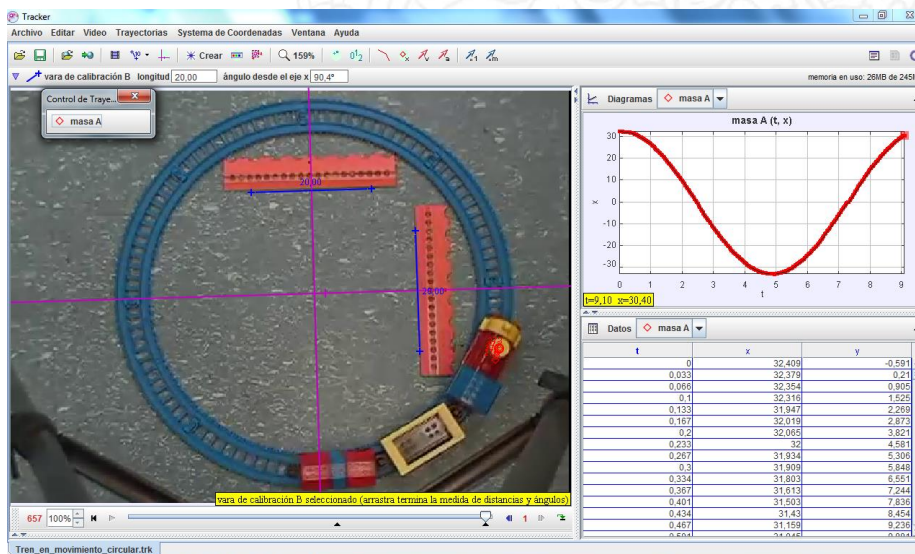


Imagen 1

Objetivo

Conocer el funcionamiento y utilización del software Tracker.

Realizar un análisis básico a partir del movimiento de un cuerpo, por medio del software Tracker.

Materiales

- Cámara de vídeo (cámara digital o celular)
- Vídeo del movimiento de un cuerpo en línea recta.
- PC
- Software Tracker versión 4.8.

Parte 1

Realiza el análisis del vídeo por medio del software Tracker versión 4.8.

¿Cómo utilizar el Tracker?

Para empezar a utilizar el Tracker, al abrirlo por primera vez aparece como está la imagen 2.

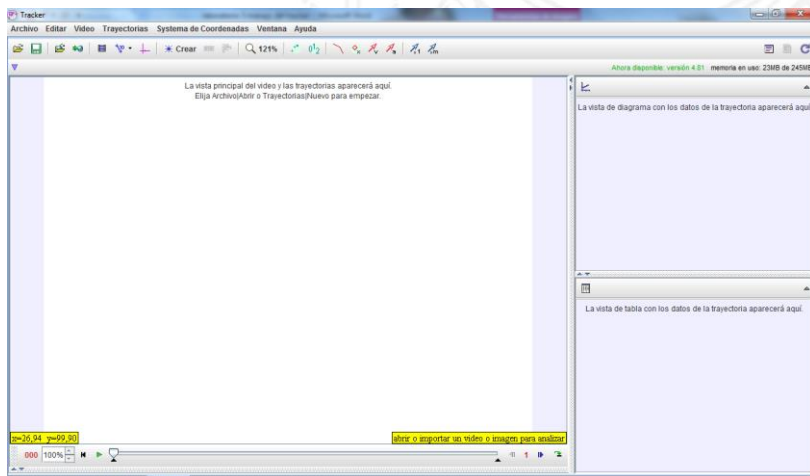


Imagen 2

Paso 1: Abre un vídeo o un archivo Tracker

Presiona el botón *archivo*, selecciona la opción *Abrir*, luego selecciona de la carpeta donde esté guardado el vídeo y por último abrir (imagen 3).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

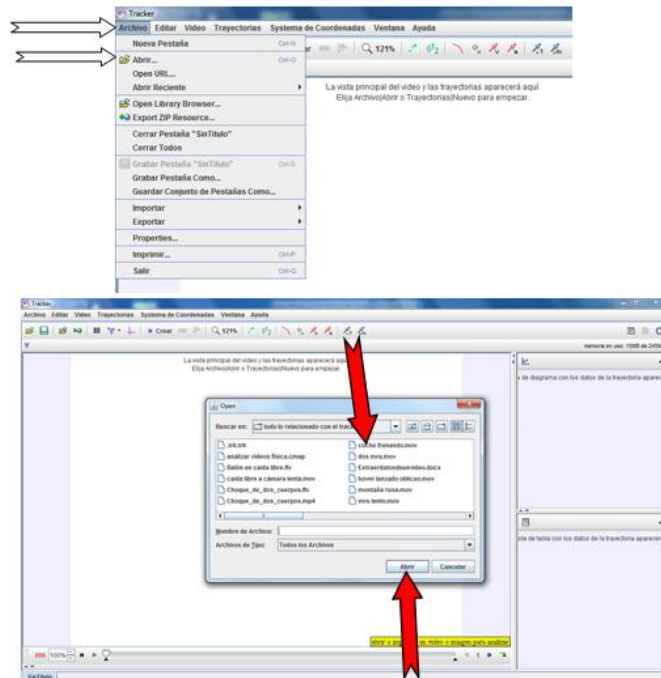



Imagen 3

Paso 2: Identifica los cuadros (vídeo clip) que desees analizar.

Despliega la configuración del vídeo presionando el botón  ajuste del corte, para fijar el cuadro inicial y el final y el tamaño de paso (imagen 4).

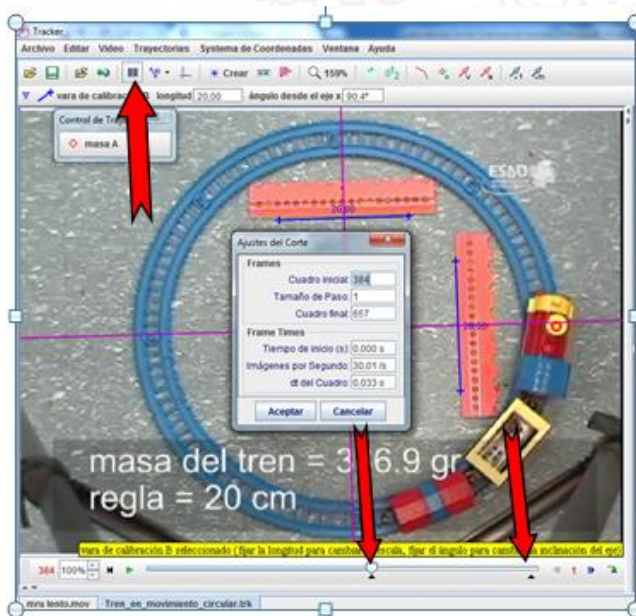


Imagen 4



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

En la *ventana ajuste de corte* se fija los cuadros inicial y final, del rango que deseas analizar en el vídeo. En parte inferior de la figura 4, puedes ver que se puede arrastrar el deslizador del reproductor para escanear y encontrar rápidamente los cuadros de interés. Si el vídeo contiene demasiados cuadros para analizar (más de 20 puede llegar a ser tedioso), aumenta el tamaño de paso para saltar automáticamente los cuadros.

Paso 3: Calibra la escala del vídeo.

Presiona el botón herramienta de calibración  para mostrar la escala en la que está el cuerpo analizar dentro del vídeo (imagen 5).

Arrastra los dos extremos de la cinta a posiciones que sean globalmente conocidas (por ejemplo, los extremos de un palo de un metro u otro objeto de dimensiones conocidas en la imagen del vídeo). Luego presiona la lectura de la cinta e ingresa la distancia conocida. Por ejemplo, en la imagen 5 de abajo la escala está fijada en centímetros usando una regla de 20 cm.

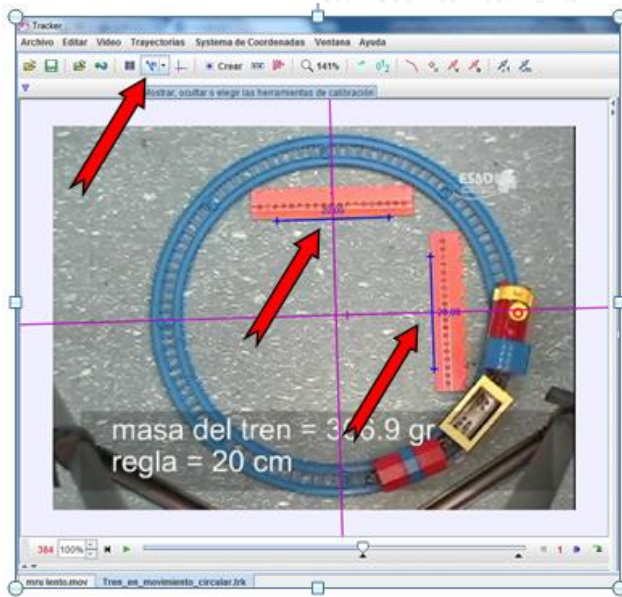



Imagen 5

Paso 4: Fija el sistema de referencia.

Presiona el botón ejes para mostrar los ejes coordenados  (imagen 6). Arrastra el origen y/o el eje x para fijar el sistema de referencia y el ángulo. Una opción común para el origen es la posición inicial de un objeto de interés.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

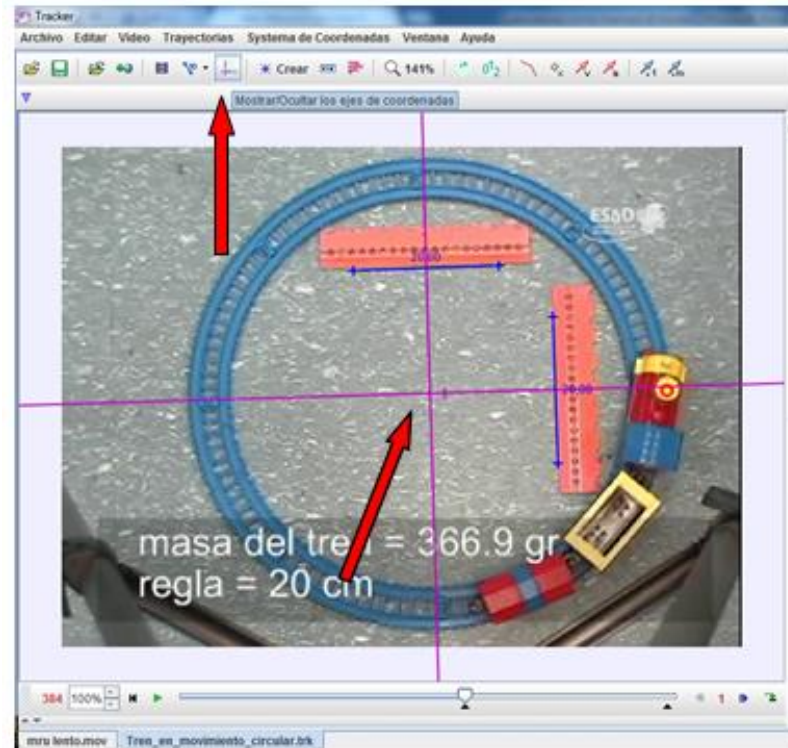
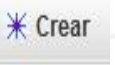


Imagen 6

La escala de vídeo junto con el sistema de referencia y el ángulo definen únicamente un sistema coordinado que convierte posiciones de imágenes en pixeles a una escala de coordenadas globales. En algunos vídeos las propiedades del sistema coordinado pueden variar de un cuadro al siguiente (por ejemplo, si la cámara hace un acercamiento la escala variara, ó si se detiene el origen también cambiara).

Paso 5: Seguimiento del objeto de interes.

Para realizar el seguimiento del objeto, debemos primero definir de qué tipo es. Presiona el botón **Clear**  y luego la opción de *masa puntual*. (Imagen 7)

1803

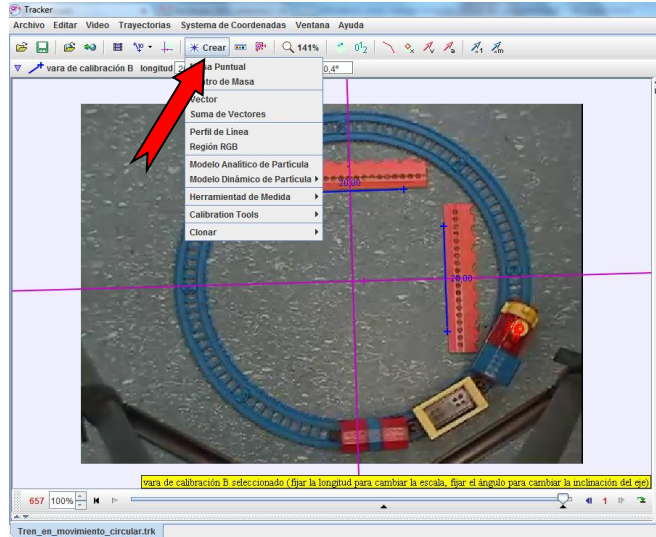


Imagen 7

Luego para hacer seguimiento al objeto y marcar su posición en cada cuadro, se debe dejar presionando la tecla Shift y al mismo tiempo se presiona un clic con el mouse (sobre el indicador en forma de cruz), marcando un punto en esta y así sucesivamente a medida que el vídeo automáticamente avanza a través del vídeo clip. (Imagen 8)



Imagen 8

Nota: No te saltes cuadros, si lo haces las velocidades y aceleraciones no podrán ser determinadas correctamente. Siempre puedes *ajustar* la posición seleccionada arrastrándola con el mouse ó puedes marcar la posición y moverla con la flecha punteada. Presiona el botón derecho del mouse para hacer un aumento y así obtener una mejor definición en la imagen.

Paso 6: Análisis de trayectorias.

La ventana del lado derecho muestra gráficos de datos Track. De clic el rotulo X o Y para cambiar las variables en ese eje. Para trazar múltiples gráficos presiona el botón *diagramas* y selecciona el número deseado. Presiona el botón derecho del mouse sobre un trazo para acceder a opciones de visualización y análisis en una ventana emergente (imagen 9).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

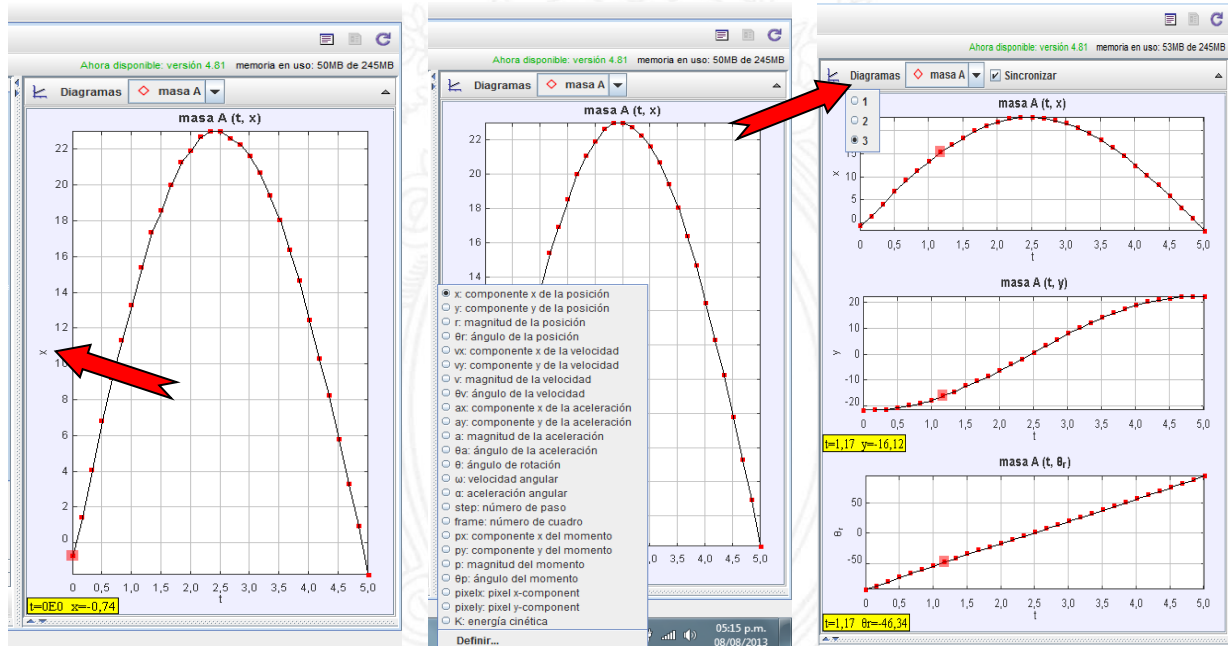


Imagen 9

Dos de las opciones más poderosas del análisis disponible que aparecen en la ventana emergente son *Definir* y *Analizar* (imagen 10).

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

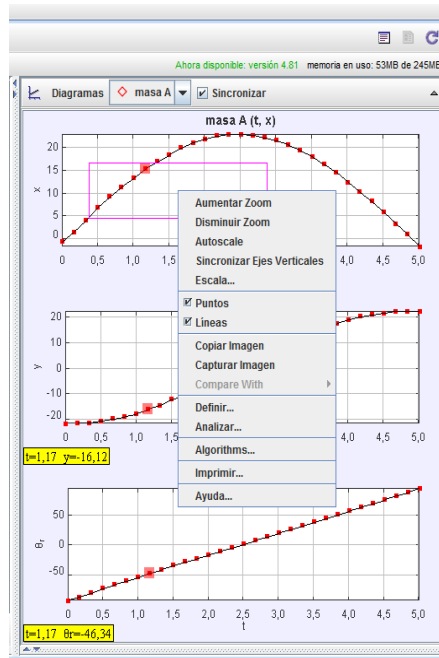


Imagen 10

La opción *Definir* muestra un constructor de datos (imagen 11) con el cual puedes definir las variables para las gráficas y tablas de datos. Estas pueden ser virtualmente cualquier función construida y previamente definidas. Para obtener ayuda usando el constructor de datos ábrelo y haz Clic en el botón ayuda.

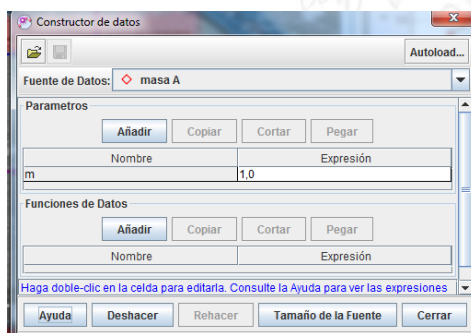


Imagen 11

La opción *Analizar* muestra una herramienta de datos (imagen 12) con estadísticas, ajuste de curvas y otras posibilidades de análisis. Para obtener ayuda usando la herramienta de datos haz clic en el botón de ayuda.

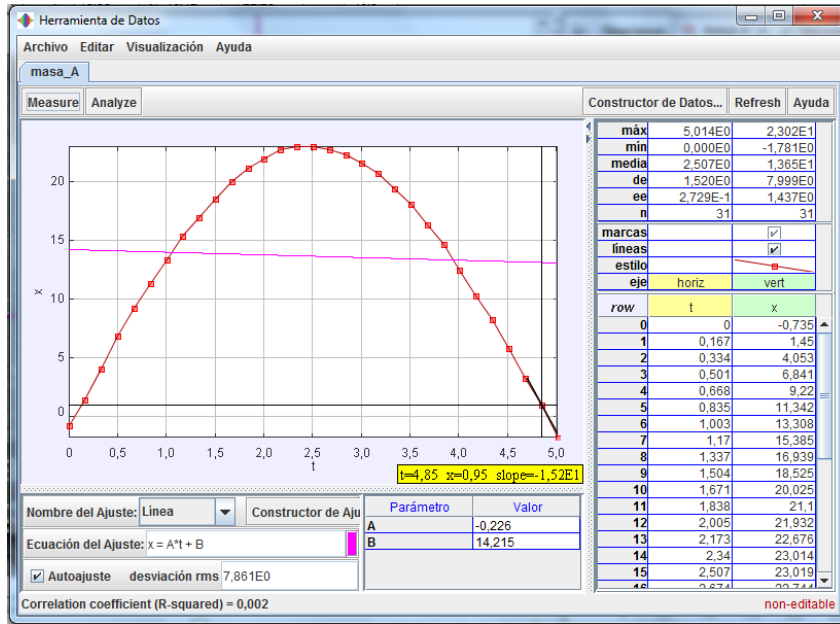


Imagen 12

Paso 7: Guarda el trabajo en un archivo Tracker (.tkr).

Haz clic en el botón grabar ó en la opción del menú *archivo/guardar pestaña o conjunto de pestañas*, para guardar el trabajo en un archivo Tracker de extensión .trk basado en un código XML.

Cuando se abre un archivo Tracker previamente guardado, Tracker carga, configura las propiedades del sistema coordenado, reconstruye todas las pistas (tracks), variables comunes y vistas.

Paso 8: Utilizar la información de un Track para un informe.

En tabla de datos se muestra información de seguimiento del objeto o cuerpo estudiado. Para cambiar las variables incluidas en la tabla haz clic en el botón *datos* y selecciona los que quieras mostrar. Los datos se pueden traspasar fácilmente copiando y pegándolos a una hoja de Word u otra aplicación. Para copiar selecciona los datos deseados en la tabla, luego haz clic con el botón derecho del mouse. Elige copiar datos seleccionados desde la ventana emergente (imagen 13).

Paso 9: Imprime o copia/pega imágenes para informes.

Puedes imprimir ó copiar una imagen completa o individual de un cuadro en Tracker (i.e, un trazado de curva ó una base de datos).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación
(imagen 13)

Para imprimir el cuadrado completo (de todos los lados visibles) elige el ítem *archivo/imprimir* que se encuentra en el menú. Para imprimir una cosa en particular presiona el botón derecho del mouse y elige de la ventana emergente el botón *imprimir*. Para copiar una imagen elige la vista deseada desde el menú *editar/copiar imagen* ó haz clic en el botón derecho en la imagen y selecciona *copiar imagen*. Pegar impresiones ó imágenes en notas y reportes es una excelente manera de documentar resultados de análisis de vídeo

t	x	y
5,014	-1,781	22,486
0	-0,735	-21,751
4,847	0,946	22,484
0,167	1,45	-21,577
4,679	3,294	22,4
0,334	4,053	-21,418
4,512	5,811	21,747
	6,841	-20,763
	8,236	21,191
	9,22	-19,841
	10,276	20,366
	11,342	-19,079
	12,445	19,176
	13,308	-17,975
	14,652	17,589
	15,385	-16,121
	16,356	16,021
	16,939	-14,575
	18,054	14,285
1,504	18,525	-12,28

Imagen 13

Informe

1. ¿Cuál es la importancia de limitar los cuadros del vídeo?
2. ¿Con que objetivo aumentan o se disminuye el tamaño de paso de los cuadros en el vídeo?
3. ¿Para qué sirve la escala en el estudio de un vídeo?
4. ¿Qué importancia tiene el sistema de referencia en el estudio de movimiento?
5. ¿Porque es importante realizar un buen seguimiento del objeto?
6. ¿Qué tipo de análisis puedo hacer con el seguimiento de un objeto?
7. ¿Qué información puedo obtener al trazar y analizar una trayectoria?
8. ¿Qué información puedo obtener de una tabla de datos? ¿Qué análisis puedo hacer de esta?
9. ¿Qué tipo de movimiento es tu vídeo: rectilíneo uniforme (MRU) o rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) u otro? ¿explica porque?
10. Como se evidencian los conceptos de: posición, desplazamiento, trayectoria, distancia, cambio de posición, razón de cambio, rapidez, velocidad y aceleración.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Respuestas a la preguntas de del INFORME en el link
<https://docs.google.com/forms/d/1laKx17Kf1aHu-QqfTbgaHF3FZLeuIYCbysKWAMqqHw/viewform>.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Licenciatura en Educación Básica en ciencias Naturales y
Educación Ambiental
Física Biológica I
2024221



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Laboratorio 4: Posición y trayectoria

Introducción

Existen conceptos básicos dentro del estudio del movimiento de los cuerpos que son de suprema importancia, además es de suma relevancia que se tengan interiorizados y claros, para que facilite una buena comprensión de estos, en este trabajo practico observaremos y analizaremos el movimiento de un cuerpo que se mueve de un punto de inicio va hasta un punto determinado y luego vuelve al punto donde inicio, con el fin de diferenciar y comprender conceptos como posición, desplazamiento, distancia, trayectoria, valores promedios de velocidad y aceleración y por ultimo las gráficas .

Objetivo

Diferenciar y comprender los conceptos de posición, desplazamiento, trayectoria, distancia, cambio de posición y razón de cambio.

Materiales

- Cámara de vídeo o digital
- PC
- Software Tracker versión 4.8

Procedimiento

Montaje



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

1. Los equipos deben estar conformados por 3 estudiantes.
2. Escoja un lugar donde pueda hacer la filmación del vídeo, se le sugiere una cancha, el parqueadero o un pasillo.
3. El lugar donde realice la filmación debe estar iluminado y el fondo no debe tener el mismo color del cuerpo a filmar.
4. Coloque la cámara perpendicular a al movimiento que se quiere filmar.
5. Colocar un cuerpo en el mismo eje de movimiento con una longitud conocida, para calibrar el vídeo.
6. Asegúrese que el punto de inicio y final estén dentro de la pantalla antes de iniciar la grabación.
7. La duración del vídeo debe de estar entre 15 y 20 segundos
8. Asegúrese que durante la grabación no se vea interrumpida por ningún objeto o persona que pase por el frente de la cámara.
9. Realice la grabación varias veces (escoger la mejor toma).

Fenómeno a analizar

Uno de los integrantes debe caminar o correr desde el punto de inicio hasta el punto final, devolverse y regresar al punto inicial.

Tabla de recolección de datos inicial

Ingresa el vídeo al computador y analiza este movimiento con el software Tracker y responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el intervalo en el que se realizó el análisis del vídeo?	A1
2. ¿Dónde ubica el sistema de referencia?	A1
3. ¿Qué objeto toma para realizar la calibración del vídeo?	A2
4. ¿Qué gráficos tienen sentido en el análisis de este laboratorio?	A2
5. ¿La razón de cambio es constante o es variable, para las graficas del ítem anterior?	B2
6. ¿En el análisis estadístico que información puedo utilizar?	B2
7. ¿Cuál es el valor del área bajo la curva para cada una de las gráficas seleccionadas en el ítem 4?	B2
8. ¿Qué tipo de ajuste se utiliza para cada gráfica?	B2



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

9. ¿Cuál la ecuación de cada B2 grafica?

Informe

A partir del análisis realizado con el software Tracker, sobre el movimiento de un cuerpo, que sale de un punto inicial va hasta una posición (x) y vuelve al punto inicial, responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se ubican los puntos iniciales y finales para realizar un buen estudio del movimiento?
2. ¿Cómo se puede hallar la posición de un cuerpo en cualquier tiempo t ?
3. ¿Cómo se haya la distancia total que recorrió? ¿Qué valor encontró?
4. ¿Cómo se haya el desplazamiento total que recorrió? ¿Qué valor encontró?
5. ¿Cómo se podría establecer la razón de cambio en ese movimiento?
6. ¿Cómo se puede hallar la velocidad promedio? ¿Qué valor encontró?
7. ¿Cómo se puede hallar la rapidez promedio? ¿Qué valor encontró?
8. ¿Cómo se puede hallar la aceleración promedio? ¿Qué valor encontró?
9. ¿Cómo se puede hallar la velocidad instantánea? ¿Qué valor encontró y en qué tiempo?
10. ¿Cómo se puede hallar la aceleración instantánea? ¿Qué valor encontró y en qué tiempo?
11. Grafique: posición vs tiempo, velocidad vs tiempo y aceleración vs tiempo
12. ¿Cómo se relaciona, la razón de cambio de la gráfica posición vs tiempo el valor de velocidad promedio?
13. ¿Cómo se relaciona, la razón de cambio de la gráfica velocidad vs tiempo con el valor de la aceleración promedio?
14. Escribir las ecuaciones de las gráficas que corresponden al ítem 11. ¿Qué información podemos obtener de estas?

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Licenciatura en Educación Básica en ciencias Naturales y
Educación Ambiental
Física Biológica I
2024221



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Laboratorio 5: Movimiento rectilíneo uniforme

Introducción

El movimiento rectilíneo uniforme es muy poco común verlo en un ambiente natural, por todos los factores que impiden que se de este y además que los podamos medir y analizar directamente. En este laboratorio se realizara de forma controlada el movimiento de una esfera que se desplaza a través de glicerina, la cual en un tramo de su trayectoria esta normalmente tiene un movimiento constante y es en esta parte donde realizaremos este análisis.

Objetivo

Identificar y realizar el análisis de las propiedades y características de un cuerpo que se mueve en un movimiento rectilíneo uniforme.

Materiales

- Manguera transparente de 130 cm de longitud aproximadamente.
- Una canica o balón (con un diámetro inferior al de la manguera y un color llamativo)
- Glicerina (o miel)
- Dos tapones
- Un metro
- Un cronometro
- Papel milimetrado
- Cámara de vídeo o digital



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

- PC
- Software Tracker versión 4.8

Procedimiento

Montaje 1: Construcción del objeto de estudio

Este elemento debe estar elaborado para el día del laboratorio, los pasos para construirlo son los siguientes:

1. Tome la manguera y séllela por uno de los extremos.
2. Introduzca en la manguera la glicerina (o miel), teniendo en mucho cuidado en no dejar burbujas de aire.
3. Introduzca la canica o balón en la manguera.
4. Tape el extremo abierto de la manguera, en lo posible no dejar burbujas de aire. **pero no lo selle todavía.**
5. Verifique que la canica o balón se desplaza fácilmente por la glicerina, que su movimiento no sea muy lento, ni demasiado rápido, de forma que sea cómodo tomar el tiempo de desplazamiento de este.
6. Cuando esté listo el ítem anterior selle la manguera.
7. A partir de uno de los extremos mida 15 cm aproximadamente, este será el punto de inicio.
8. Mida 100cm a partir del punto de inicio y ese es el punto final.
9. Del punto inicial al final realicen 10 marcaciones, en lo posible a diferente distancia cada una de estas. Ojo que estas no interfieran con la visibilidad de la canica.

Tabla 1

Montaje

10. Los equipos deben estar conformados por 3 estudiantes.
11. El lugar donde realice la filmación debe estar iluminado y el fondo no debe tener el mismo color, ni interfiera con la canica o el balón en el momento de ser filmado.
12. Coloque la cámara perpendicular a al movimiento que se quiere filmar.
13. Colocar un cuerpo en el mismo eje o plano de movimiento con una longitud conocida, para calibrar el vídeo.
14. Asegúrese que el punto de inicio y final estén dentro de la pantalla antes de iniciar la grabación.
15. Asegúrese que durante la grabación no se vea interrumpida por ningún objeto o persona que pase por el frente de la cámara.
16. Realice la grabación varias veces (escoger la mejor toma)

Fenómeno a analizar 2.

Analizar por medio de un vídeo el movimiento de una esfera que se desplaza por glicerina. Hallar las características del movimiento de este cuerpo.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Tabla de recolección de datos inicial

Link para responder las preguntas de la tabla https://docs.google.com/forms/d/187liw_QSObl24i-RphISYGaey3VpS4EMpsKHq9uVCqU/viewform

Ingresa el vídeo al computador y analiza este movimiento con el software Tracker y responde las siguientes preguntas:

10. ¿Cuál es el intervalo en el que se realizó el análisis del vídeo?	
11. ¿Dónde ubica el sistema de referencia?	
12. ¿Qué objeto toma para realizar la calibración del vídeo?	
13. ¿Qué gráficos tienen sentido en el análisis de este laboratorio?	
14. ¿La razón de cambio es constante o es variable, para las gráficas del ítem anterior?	
15. ¿En el análisis estadístico que información puedo utilizar?	
16. ¿Cuál es el valor del área bajo la curva para cada una de las gráficas seleccionadas en el ítem 5?	
17. ¿Qué tipo de ajuste se utiliza para cada grafica?	
18. ¿Cuál la ecuación de cada grafica?	

Tabla 2

Informe

Link para responder a las preguntas https://docs.google.com/forms/d/1o9QsrNz1Fd_WlmgjiMyoT_X9L-XktLrEN1BTRld8/viewform.

Realice las gráficas correspondientes y responda las preguntas correspondientes a estas:

- Grafica X vs t**
- ¿Qué tipo de grafica se obtuvo?
- ¿El valor de la razón de cambio en estas dos graficas son iguales o diferentes? ¿A qué se debe este hecho?
- Escribe las ecuaciones de cada gráfica. ¿Qué información puedo obtener de esta?
- Grafica V vs t**
- ¿Qué tipo de grafica se obtuvo?



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

7. ¿El valor de la razón de cambio en estas dos gráficas son iguales o diferentes? ¿A qué se debe este hecho?
8. Escribe las ecuaciones de cada gráfica. ¿Qué información puedo obtener de esta?
9. **Gráfica a vs t**
10. ¿Qué tipo de gráfica se obtuvo?
11. ¿El valor de la razón de cambio en estas dos gráficas son iguales o diferentes? ¿A qué se debe este hecho?
12. Escribe las ecuaciones de cada gráfica. ¿Qué información puedo obtener de esta?

Otras consideraciones

13. ¿Cómo se puede hallar la posición de un cuerpo en cualquier tiempo t ?
14. ¿Cómo se puede hallar la distancia recorrida de un cuerpo en cualquier tiempo t ?
15. ¿Cómo se puede hallar la velocidad promedio del movimiento de un cuerpo? ¿Qué valor encontró?
16. ¿Cómo se puede hallar la rapidez promedio del movimiento de un cuerpo? ¿Qué valor encontró?
17. ¿Cómo se puede hallar la aceleración promedio? ¿Qué valor encontró?
18. ¿Cómo se puede hallar la velocidad instantánea? ¿Qué valor encontró y en qué tiempo?
19. ¿Cómo se puede hallar la aceleración instantánea? ¿Qué valor encontró y en qué tiempo?
20. ¿De qué forma se relaciona, la razón de cambio de la gráfica **x vs t** con el valor de velocidad promedio?
21. ¿De qué forma se relaciona, la razón de cambio de la gráfica **v vs t** con el valor de la aceleración promedio?
22. **¿Cuáles son las propiedades que posee un movimiento rectilíneo uniforme?**
23. **¿Qué puedo realizar con el Tracker que no se puede realizar de forma manual?**

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Universidad de Antioquia
Facultada de Educación
Licenciatura en Educación Básica en ciencias Naturales y
Educación Ambiental
Física Biológica I
2024221



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Laboratorio 6: Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

Introducción

Dentro del estudio de la cinemática encontramos cuerpos que describen una trayectoria rectilínea durante su movimiento, la cual puede tener una velocidad constante o variable. En este laboratorio se estudiara dos casos de cuerpos que se mueven en línea recta, el primero en un plano inclinado y el segundo un cuerpo que cae de forma vertical. En estos dos movimientos se va analizar cómo cambia la velocidad con el tiempo y se hallara el valor de la aceleración. A demás re analizaran las características que tiene un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

Objetivo

Identificar y realizar el análisis de las propiedades y características de un cuerpo que se mueve en un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

Materiales

- Objeto para lanzar.
- Cámara de vídeo o digital.
- PC.
- *Software* Tracker versión 4.8

Procedimiento

Montaje



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

17. El lugar donde realice la filmación debe estar iluminado y el fondo no debe tener el mismo color, ni interfiera el objeto lanzado en el momento de ser filmado.
18. Coloque la cámara perpendicular a al movimiento que se quiere filmar.
19. Colocar un cuerpo en el mismo eje o plano de movimiento con una longitud conocida, para calibrar el vídeo.
20. Asegúrese que el punto de inicio y final estén dentro de la pantalla antes de iniciar la grabación.
21. Asegúrese que durante la grabación no se vea interrumpida por ningún objeto o persona que pase por el frente de la cámara.
22. Realice la grabación varias veces (escoger la mejor toma)

Fenómeno a analizar.

Se deja caer un objeto desde el segundo o tercer piso y realice la filmación de este.

Informe

1. Describir como se realizó el análisis.
2. Halle las gráficas correspondientes a su análisis y realice una descripción de ellas, dejando claro sus características y su relación que existe entre ellas.
3. Halle las ecuaciones de cada gráfica, explique qué significado físico tiene cada una de sus variables, su valor y unidades respectivas.
4. Halle:
 - a. La distancia recorrida por el cuerpo.
 - b. El cambio de posición.
 - c. La velocidad promedio.
 - d. La aceleración o aceleración promedio.
 - e. La razón de cambio entre posición y tiempo
 - f. La razón de cambio entre velocidad y tiempo
 - g. Compara el valor de la aceleración con el valor de la aceleración debido a la gravedad.
5. Conclusiones.



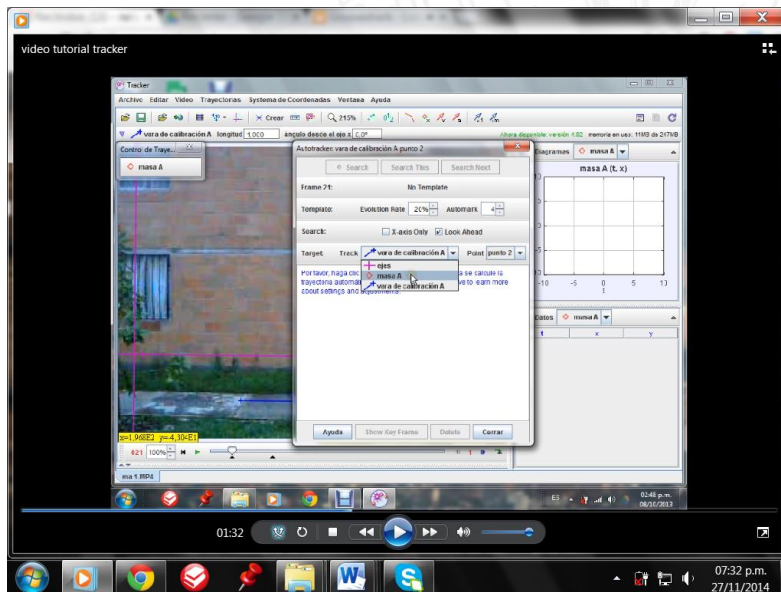
UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Anexo 2. Presentación PowerPoint ver DVD 1.



Anexo 3. Vídeo tutorial Tracker. Ver DVD 1



Anexo 4. Vídeos para análisis en la clase. Ver DVD 1



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Anexo 5. Protocolo éticos.

PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS Y LAS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN ³¹

Nombre de la Investigación:

Una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de razón de cambio mediada por el *software* Tracker y fundamentada en la teoría de la actividad Instrumentada.

Investigador: Nelson Enrique Sánchez Rivera

Presento ante ustedes mi compromiso ético. Entiendo como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de este trabajo, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en cuestión y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la educación en ciencias en los contextos de los casos elegidos para este estudio, así como contribuir con cuestiones teóricas y metodológicas a la línea de investigación sobre argumentación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada para los propósitos enunciados en el marco de este trabajo investigativo, que se evitará la alusión a nombres propios y se valorará con respeto y responsabilidad los aportes de cada uno de los participantes. Los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a los participantes, para su valoración.

Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan al investigador para que las fuentes de información como escritos, entrevistas, foros de discusión, observaciones, etc.; se constituyan en bases de datos para dicha investigación. Al respecto, se solicita también a los firmantes de este documento anotar, algunas recomendaciones o sugerencias que consideren pertinentes en relación con la autorización que otorgan al investigador.

FIRMA DEL ESTUDIANTE

FIRMA DEL DOCENTE

Recomendaciones o sugerencias:

³¹Esta es una adaptación de la tesis doctoral de la profesora Berta Lucila Henao Sierra. (2010). Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de Stephen Toulmin. Universidad de burgos.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Anexo 6. La observación participante.

Diarios de campo

Este instrumento permitió registrar los acontecimientos de cada una de las siete (7) clases, donde se realizó la recolección de información de todos los episodios ocurridos en la intervención, en el anexo 7 se realiza la reducción de los datos como registro de todos los diarios de campo realizadas por cada sub-categoría, que permite visualizar la información pertinente a la investigación, también se realiza una reducción de datos de los diarios de campo (Anexo 7) para cada clase y cada Caso realizadas por cada sub-categoría, las cuales se encuentran en las Tablas 13 a 21 (Anexo 7), del resultado de este procedimiento, se realiza un análisis de los datos encontrados en cada una de las tablas, la cual se presenta a continuación en la tabla :

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS			
DOCUMENTAL:	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
Diario de campo	A.1	A.2.	B.1	B.2.

1803



Clase 1	<p>El docente hace una presentación en PowerPoint de investigación que se va a realizar y con esta presenta un vídeo a forma de tutorial del Software Tracker.</p> <p>Los estudiantes hacen preguntas sobre el funcionamiento y posibilidades del Software Tracker.</p>	<p>La explicación del docente de la utilización, funcionamiento y posibilidades de trabajo con el Software Tracker</p>	<p>El docente utiliza en una presentación PowerPoint, con un PC, unido este con un tv de 55 pulgadas, además un vídeo.</p> <p>Se realiza una encuesta de saberes previos, por medio de una herramienta de Google Drive, la cual es resuelta en línea.</p>	<p>Los estudiantes de una forma autónoma e individual resolvieron la encuesta de saberes previos prevista para esta clase.</p>
Clase 2	<p>El docente da lectura a la guía de laboratorio sobre con la construcción y análisis de gráficos, resolviendo dudas que surgen de esta y explicando que es lo que se va a realizar en este.</p>	<p>Los estudiantes resuelven la guía de trabajo, en hojas de papel milímetro, utilizando lápiz, regla, y calculadora. Construyendo gráficas y su respectivo análisis.</p>	<p>El docente realiza la presentación de PowerPoint por medio de un PC y vídeo beam y utiliza el tablero para resolver dudas.</p> <p>A demás da lectura a la guía de laboratorio sobre con la</p>	<p>El docente explica sobre las proporcionalidades directas e inversas entre variables, en esta parte de la clase se encuentra que en la intervención de algunos estudiantes a partir de unas preguntas del docente,</p>



Los estudiantes hace unas preguntas relacionadas con la localización de las variables independiente y dependiente, en la tabla de datos, y ¿cómo se ordenaban los datos en la tabla? la cual es resulta por el docente

construcción y análisis de gráficos

donde se nota que no tiene idea de cómo identificar como relacionar dos variables y saber qué tipo de proporcionalidad

Los estudiantes tiene dudas en la organización delas variables y la escala en los gráficos.

Los estudiantes preguntan ¿qué es razón de cambio y como se halla?

En la presentación PowerPoint realizada muestra las diferentes partes del Software Tracker y las características de cada una.

Los estudiantes crean una carpeta en Mega y suben algunos archivos.

El docente hace el análisis de un tren que se mueve en

El docente realiza la presentación de PowerPoint por medio de un PC y vídeo beam, en la presentación está incluido el vídeo de un movimiento circular.

Johana Marcela Ríos: ¿en que unidades trabaja el Software?.

Cuando el docente está haciendo el análisis de vídeo con el Tracker, hace una

Clase 3



Complementa y continúa con la explicación del Software Tracker, por medio de un vídeo tutorial, deteniendo este en diferentes puntos y haciendo énfasis en sus partes.	una trayectoria circular por medio del Software Tracker.	Presenta un vídeo a forma de tutorial del Software Tracker	pregunta Nosotros hemos trabajado algo en clase algo que es muy importante a la hora del análisis de un movimiento ¿Qué es?
Preguntas de los estudiantes: ¿En qué unidades trabaja el Software?		Se crea una carpeta en Mega, con el fin de almacenar todos los trabajos de los estudiantes en este espacio virtual.	Alejandro Valderrama responde el punto de referencia.
Se presenta el espacio virtual en Mega, se presenta su objetivo y cómo funciona.			Pregunta de los estudiantes Profe cierto que ese programa también nos permite mirar en el eje y también?
Preguntas de los estudiantes: ¿Qué capacidad tiene Mega? ¿Qué tan seguro es?			Luis Guillermo : Profe usted había dicho que por defecto el Tracker en la primera grafica colocaba el tiempo con la posición en X , la



El docente toma un vídeo de movimiento circular, el que había mostrado en la presentación y analiza paso a paso con el Software Tracker, y mostrando le a los estudiantes detenidamente las funciones que estaba utilizando de este.

Preguntas de los estudiantes:

¿Cuál es la importancia de calibrar?

¿Permite mirar en el eje y también?

¿Ese formato solamente es educativo?

Profe usted había dicho que por defecto el Tracker en la primera grafica colocaba el

segunda grafica es el tiempo con la posición en Y , la tercera grafica ?

Luis Guillermo: el Tracker me permite hacer una análisis a partir de un vídeo solo si tengo un vídeo o puedo yo colocar los datos que ya tenga y me muestra las gráficas?

Harol: ¿La única grafica que se puede modificar es la tercera?

Y al momento de hacer un análisis de la gráfica, por ejemplo cuando aparece pues lo de la función, ¿es necesario que la persona sepa ya? O tenga un



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

tiempo con la posición en X,
la segunda grafica es el
tiempo con la posición en Y,
la tercera grafica?

El Tracker me permite hacer
un análisis a partir de un
vídeo solo si tengo un vídeo
o puedo yo colocar los datos
que ya tenga y me muestra
las gráficas?

¿La única grafica que se
puede modificar es la
tercera?

Y al momento de hacer un
análisis de la gráfica, por
ejemplo cuando aparece
pues lo de la función, ¿es
necesario que la persona
sepa ya? O tenga un

conocimiento previo de la
función porque el Software
no da más opciones, no da
una opción para la gráfica
sino que tiene que ser la que
uno le ponga.



conocimiento previo de la función porque el Software no da más opciones, no da una opción para la gráfica sino que tiene que ser la que uno le ponga.

Clase 4

El docente hace lectura del laboratorio 3, explica sus componentes, y deja claro el link donde se va a responder esta.

Los estudiantes leen la guía y la aplican el Software Tracker, y las dudas del manejo de este el docente las va resolviendo de forma individual.

Realización del laboratorio 3, donde los estudiantes a medida que van siguiendo la guía, hacen el análisis de movimiento.

Los estudiantes utilizan el disco en la nube Mega, para empezar a guardar los productos de cada clase, donde en esta guardaron el vídeo realizado con el

El docente hace lectura del laboratorio 3, que es una guía para aprender a utilizar el Software Tracker.

Las respuestas al laboratorio se han por medio de un formulario de Google Drive y en el correo de cada estudiante está el link donde se va a responder.

Los estudiantes resuelven la guía del laboratorio 3, por

A la par de que los estudiantes van solucionando la guía les surgen dudas conceptuales, y el docente las resuelve de forma individual



El docente hace una explicación y aclaración de la forma como se deben marcar los puntos, al realizar el seguimiento de un cuerpo.

CamStudio, y archivo del trabajo realizado con el Tracker. Además envían la link de Google Drive. respuesta de los formularios.

Un estudiante hace una pregunta, referente a la zona del Software donde están las gráficas y la tabla ¿Qué es esa columna de Y?

Clase 5

El docente hace lectura del laboratorio 4, explica sus componentes, y deja claro el link donde se va a responder esta.

El docente observa el trabajo de Harold, se le acerca y le pregunta que dé a cuantos cuadros realizo el análisis del vídeo él contesta: 15. El docente dice que apenas fue. Y el docente le pide que le

Utilización de las gráficas del laboratorio anterior, para solucionar dudas, sobre la razón de cambio. Ayuda entre compañeros en el manejo de las

Preguntan por el concepto de razón de cambio, y el docente le da solución explicándolo en el tablero, con el Software Tracker y la implicación de sus resultados.



<p>Varios estudiantes Preguntan ¿qué significa el concepto de razón de cambio? y el docente le da respuesta mostrando con se encuentra desde el Tracker</p>	<p>muestre las diferentes graficas que está analizando y las observa. Le hace la observación que muy buen trabajo.</p>	<p>herramientas y solución de la guía. Utilización de vídeo para la clase, para el análisis de un cuerpo en movimiento.</p>	<p>En los valores de la gráfica que significa E2 al lado del valor, el docente le dice que es 10 a la 2</p>
<p>Con ayuda del docente y entre compañeros, se resuelven las dudas del manejo de las herramientas del Software Tracker.</p>	<p>Utilización Software Tracker Utilización de formularios de Google Drive para solucionar los formularios</p>	<p>Utilización Software Tracker Utilización de formularios de Google Drive para solucionar los formularios</p>	<p>Harold le dice al docente no sabe que trayectoria definir, el docente le dice que escoja un punto inicial y que el cuerpo se mueva y vuelva a ese punto, no tiene que ser el vídeo completo</p>
<p>Los alumnos empieza a ver el vídeo, el docente menciona a todos los estudiantes, que está sucediendo con el cuerpo que se mueve en el vídeo.</p>	<p></p>	<p></p>	<p>Estudiantes preguntas sobre cuales graficas tienen sentido, el docente le resuelve la duda. Johana: pregunta por la variables estadísticas que aparecen, cuando se leda analizar a las gráficas y esta</p>



Preguntas de los estudiantes:

¿Dónde colocar el sistema de referencia?

No sabe que trayectoria definir.

¿Por qué cuando está marcando los puntos, hay veces que el cuerpo no cambia de cuadro si no que se queda ahí?

¿Cuál debe ser la medida para calibrar el vídeo?

¿Por qué la gráfica me queda torcida?

¿El ajuste de graficas solo se le puede hacer a la primera o solo se le puede hacer la les otras?

aparece en una nueva ventana, el docente le dice que por el momento no son importantes esos valores y se le muestra el donde sale la ecuación de la gráfica y los ajustes para hallar la ecuación pertinente.

Luis Guillermo pregunta por la derivada de la aceleración y señala una gráfica en la pantalla. La respuesta del docente **no se** y les muestra en la gráfica de aceleración tiempo y les dice que la integral es la velocidad, pero como se está trabajando con aceleración constante, la



¿Porque el área bajo la curva no le está dando ningún valor?

¿Por dónde se halla la ecuación?

¿Cómo se halla la distancia?

No entiende la pregunta, que tiene que ver con ¿qué tipo de ajuste se utiliza para cada grafica?,

Preguntan por las variables estadísticas que aparecen, cuando se le da analizar a las gráficas y esta aparece en una nueva ventana, el docente le dice que por el momento no son importantes esos valores y se le muestra el donde sale la

derivada de la aceleración es cero

Luis Guillermo pregunta que no entiende la pregunta, que tipo de ajuste se utiliza para cada grafica?, el docente le muestra en el Tracker donde lo hace y al mostrarle, le hace unas preguntas para que el de la respuesta, a lo que pregunto.

Alejandro Valderrama pregunta a partir de la tabla inicial de datos, la pregunta 4, que se refiere a que gráficos tiene sentido en este laboratorio. El docente le da respuesta a partir de las gráficas de la compañera



ecuación de la gráfica y los ajustes para hallar la ecuación pertinente.

Luis Guillermo le explica a Liz como organizar la escala. El docente interviene y complementa.

Harold muestra al docente como se limitan las gráficas para poder hallar el área bajo la curva, luego el docente le muestra Johan y Luis

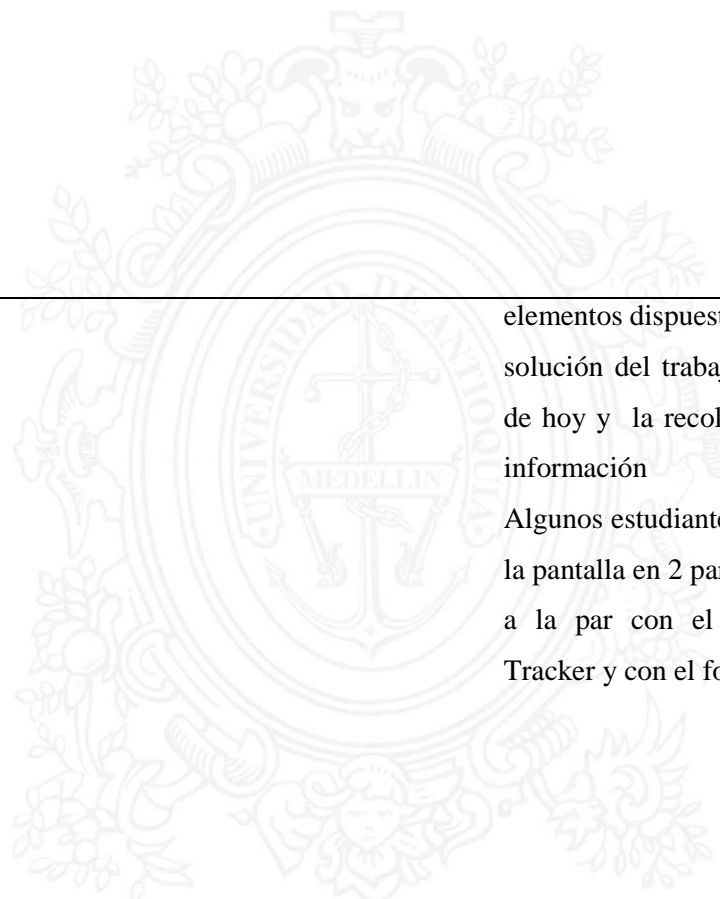
gloria, ya que a el no grabo lo realizado antes de cerrar el CamStudio.

Clase 6

El docente hace lectura del laboratorio 5, explica sus componentes, y deja claro el Se ve cómo Alejandro Valderrama da respuesta al formulario, buscando esta con la utilización del En el correo están los dos link que hay para resolver el trabajo, en Mega hay un archivo que se llama es Liz pregunta ¿qué significado físico tiene el valor?, esto si responde a la pregunta? y el docente lee la



link donde se va a responder esta.	Tracker viendo como corre el vídeo	MRU2, descargo que con ese vamos a trabajar hoy.	pregunta la razón de cambio en la gráfica posición
Los estudiantes preguntan: en el vídeo ¿qué objeto se utilizó para la calibración? el docente: entre las cintas hay 40cm.	Harold Se ve como manipula los diferentes elementos dispuestos para la solución del trabajo del día de hoy y la recolección de información	El CamStudio para grabar el trabajo realizado en el pc	tiempo, ¿Qué significa?, y a la explicación del docente ella dice es la velocidad, solucionando su duda.
Hay un estudiante, que hacen entender que no tienen claro el manejo del Tracker, preguntan: ¿El intervalo del vídeo?	Algunos estudiantes dividen la pantalla en 2 para trabajar a la par con el Software Tracker y con el formulario	El docente llama la atención de todos y dice muchachos mire en la pantalla el vídeo (tiene su portátil conectado al tv) y muestra un cuerpo que baja en glicerina	Se ve como los estudiantes conversan y discuten sobre el significado de los valores de las variables en la ecuación de la gráfica.
		Luego los alumnos se ponen a trabajar. Se ve como estos utilizan los elementos de la clase como Mega, CamStudio, los formularios de Google Drive y el Software Tracker	Alejandro Valderrama, pregunta cuando analizamos las gráficas y ponemos la aceleración aparece cero, el docente dice entonces que significa y el alumno responde que no hay aceleración y el docente



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

elementos dispuestos para la solución del trabajo del día de hoy y la recolección de información

Algunos estudiantes dividen la pantalla en 2 para trabajar a la par con el Software Tracker y con el formulario

responde que el movimiento cómo es? El alumno que es un movimiento rectilíneo uniforme

El alumno Pregunta En este intervalo no aparase los valores, docente le responde que organice los puntos que están desordenados así bueno ya, le explica el docente por que no aparecen en esos puntos los valores de aceleración y velocidad en la tabla de datos.

Clase 7

El docente hace lectura del laboratorio 6, explica sus componentes, y deja claro el

Se observa como los estudiantes están trabajando con el Software Tracker, viendo el vídeo y limitando

Los estudiantes llevan su propio vídeo de un cuerpo en caída vertical.

En esta parte de la clase, ya se ve a la mayoría de los estudiantes, observando las gráficas construidas e



link donde se va a responder esta.	los cuadros de este para su análisis, colocando el sistema de referencia, marcando los puntos de la trayectoria.	Guía del laboratorio 6 y tiene ver con un cuerpo que cae en movimiento vertical.	iniciando el análisis de las gráficas y empezando a responder preguntas de la guía.
El docente continúa observando como el trabajo de los alumnos, preguntan por la calibración, ¿que si puede tomar un objeto determinado dentro del vídeo? El docente le dice que sí.	Se observa como una estudiante, en el momento de marcar los puntos en el cuerpo que está cayendo, marcándolos donde ella le parece y no en cima del cuerpo, haciéndolo de forma incorrecta	En el Mega esta la guía, Cada uno trajo su memoria con su vídeo. Luis Guillermo hay que grabarlo con el CamStudio. El docente dice: si es posible, si, como hay computadores que lo no dejan hacer	Harold pregunta por las gráficas que se deben analizar, él dice ¿solo las del eje Y?. el docente le dice que está de acuerdo y le complementa que las del eje x no tiene sentido en un movimiento vertical.
¿Cómo se copia una gráfica del Tracker a Word?	incorrecta	los compañeros que trajeron	Claudia, tiene dudas con el
¿Cómo se modifica el sistema de referencia y la barra de calibración? el docente le responde que desbloqueándolas y le muestra cómo.	Harold pregunta por las gráficas que se deben analizar, él dice ¿solo las del eje Y?. el docente le dice que está de acuerdo y le complementa que las del	los vídeos si son tan amables y montan los vídeos Mega, para que los otros compañeros trabajen, es sino seguir la guía y si tienen preguntas pues me la hacen	análisis de las gráficas de velocidad y aceleración, le pide ayuda al profesor, él le colabora solucionándole dudas.



Los estudiantes tienen dudas, sobre el análisis de gráficos e interpretación de las ecuaciones y sobre los ajustes de gráficas y sus respectivas ecuaciones.	eje x no tiene sentido en un movimiento vertical. Se observa en los estudiantes que todos están analizando las gráficas que obtuvieron El docente le dice que paso Liz ella le dice esta gráfica, que cuantas veces tengo que hacer esta gráfica, dice el docente: no, lo que usted hace es analizar esta parte, no más porque aquí hay un comportamiento extraño. Ella dice en el inicio al punto cuatro y el docente le dice: si porque el comportamiento y solo mira esto no más. El demuestra	Los alumnos inician el trabajo de la clase, utilizando Mega para descargar la guía, descargar el vídeo, inician el Software Tracker para realizar el laboratorio y lo responden en la guía (en Word) El docente pregunta ¿quién subió el vídeo? Johan dice: que él. El docente le dice: donde lo subió y como se llama. Contesta que P2240165. El docente le comunica a todo el grupo, para que trabajen con este. En esta parte de la clase, ya se ve a la mayoría delos estudiantes, observando las	Alejandro Valderrama, le dice al docente que le explique, del punto de la guía lo que se refiere a que significado físico tiene cada una de las variables de las ecuaciones que da el Tracker Se observa en los estudiantes que todos están analizando las gráficas que obtuvieron El docente continuo solucionando dudas a los estudiantes. Sobre el análisis de gráficos, pero más enfocadas en la interpretación de las ecuaciones y sobre los
--	---	--	--



porque la marcación tiene en el pc y le acaba de gráficas construidas e ajustes de gráficas de sus que comenzar desde cero explica. iniciando el análisis de las respectivas ecuaciones.

Un alumno porque todo los **Luis Guillermo** hago un gráficas y empezando a **Alejandro** Valderrama le dice la docente: en la datos dan cero, el docente ajuste, mi esto de acá responder preguntas de la dice la docente: en la responde miremos haber que (mostrando el análisis de guía. aceleración, se supone como es caída libre es la gravedad, paso, usted le dio a una para gráficas que estaba realizando). El docente le dice: a ahí te están el docente le dice: si, pero bola, ya hizo el ajuste y si le mostrando la ecuación de que valor vas a encontrar ahí. El alumno como 55, 56, desactivas este cuadro, el significado es que usted le esos puntos, precisamente El docente le dice: lo que va hacer el ajuste manual, lo para esos puntos. pasa es que no pusieron un objeto para calibrar, sino que usted puso lo que usted activamos, entonces ahí te está mostrando el valor de parecía.

El docente le dice que paso Liz ella le dice esta gráfica, que cuantas veces tengo que hacer esta gráfica, dice el docente: no, lo que usted



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

hace es analizar esta parte, no más porque aquí hay un comportamiento extraño. Ella dice en el inicio al punto cuatro y el docente le dice: si porque el comportamiento y solo mira esto no más. El demuestra en el pc y le acaba de explica.

Luis Guillermo hago un ajuste, mi esto de acá (mostrando el análisis de gráficas que estaba realizando). El docente le dice: a ahí te están mostrando la ecuación de esos puntos, precisamente para esos puntos.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

El docente va hacia Alejandro Valderrama y el docente le pregunta que está haciendo. El alumno le dice analizando el cambio de la posición y la velocidad de versus tiempo, en el cambio de posición es versus tiempo cierto, entonces aquí cual sería la velocidad?. (otra pregunta) cogería el punto inicial y la posición final para el cambio de posición? El docente le dice para que el cambio de posición, si, el inicial y final y ya. El docente le pregunta al Harold que pasa y él le dice es que no me acuerdo de una



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

cosa y el docente le responde de que, el alumno le dice con la ecuación de las gráficas y el docente le dice para comprar esas ecuaciones vea las acá y le muestra las que hay en el tablero, si tu estas comparando la cuadrática, la comparas con esta (señalando el tablero), a pero esta es la posición entonces la ecuación te está dando este valor con este valor entonces lo estas comparando ahí, o seguro que estas lo que estás diciendo ahí no está diciendo nada sino que hay que contextualizarlo.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



La Claudia pregunta: ¿La razón del cambio entre la posición versus tiempo y puedo promediar las? Por qué las pendientes son muy cercanas. Él le docente dice espera yo miro Que la pendiente de la posición es versus tiempo es la velocidad y ella dice entonces sería ese.

Tabla 13. Reducción de datos como registro de todos los diarios de campo realizadas por cada sub-categoría

Clase 2

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
SUB-CATEGORIAS

1 8 0 3



REVISIÓN				
DOCUMENTAL:	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
Diario de campo	A.1	A.2.	B.1	B.2.
Clase 2				
Caso 1	Hace preguntas que hacen referencia a la proporcionalidad entre variables mostrando que no tiene claro el concepto, pregunta cómo se halla la razón de cambio.			hace preguntas que hacen referencia a la proporcionalidad entre variables mostrando que no tiene claro el concepto, pregunta cómo se halla la razón de cambio.
Caso 2	pregunta cómo se ordenaban los datos en la tabla, mostrando una dificultad de organizar los datos de menor a mayor de la variable independiente y que conserve su pareja correspondiente			pregunta cómo se ordenaban los datos en la tabla, mostrando una dificultad de organizar los datos de menor a mayor de la variable independiente y que conserve su pareja correspondiente



Caso 3

hace preguntas que hacen referencia a la proporcionalidad entre variables mostrando que no tiene claro el concepto

pregunta cómo se ordenaban los datos en la tabla, mostrando una dificultad de organizar los datos de menor a mayor de la variable independiente y que conserve su pareja correspondiente

Caso 4

hace una pregunta relacionada con la localización de las variables dentro de la tabla, dejando

hace preguntas que hacen referencia a la proporcionalidad entre variables mostrando que no tiene claro el concepto

pregunta cómo se ordenaban los datos en la tabla, mostrando una dificultad de organizar los datos de menor a mayor de la variable independiente y que conserve su pareja correspondiente

hace una pregunta relacionada con la localización de las variables dentro de la tabla



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

claro que no diferenciaba
entre una variable
independiente y una
dependiente

dejando claro que no
diferenciaba entre una
variable independiente y
una dependiente

Tabla 14.Reducción del diario de campo para la clase 2 y cada Caso.

Clase 3

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS			
	Instrumentalización A.1	Instrumentación A.2.	Orquestación instrumental B.1	Concepto de razón de cambio B.2.
DOCUMENTAL: Diario de campo Clase 3				
Caso 1	Docente: Nosotros hemos trabajado algo en clase algo			Docente: Nosotros hemos trabajado algo en clase



que es muy importante a la hora del análisis de un movimiento ¿Qué es? Responde: el punto de referencia

algo que es muy importante a la hora del análisis de un movimiento ¿Qué es? Responde: el punto de referencia

¿La única gráfica que se puede modificar es la tercera?

Y al momento de hacer un análisis de la gráfica, por ejemplo cuando aparece pues lo de la función, ¿es necesario que la persona sepa ya? O tenga un conocimiento previo de la función porque el software no da más opciones, no da una opción para la gráfica sino que tiene que ser la que uno le ponga.

Caso 2

Y al momento de hacer un análisis de la gráfica, por ejemplo cuando aparece pues lo de la función, ¿es necesario que la persona sepa ya? O tenga un conocimiento previo de la función porque el software no da más opciones, no da



una opción para la gráfica
sino que tiene que ser la que
uno le ponga.

Caso 3

en que unidades trabaja el
software?
¿Qué capacidad tiene Mega?
¿Qué tan seguro es?

en que unidades trabaja el
software?

Caso 4

pregunta: profe me repite la
contra seña?
Profe usted habia dicho que
por defecto el tracker en la
primera grafica colocaba el
tiempo con la posicion en X,
la segunda grafica es el
tiempo con la posicion en Y,
la tercera grafica ??

el tracker me permite
hacer una analisi apartir de
un vídeo solo si tengo un
vídeo o puedo yo colocar
los datos que ya tenga y
me muestra las grafias?



el tracker me permite hacer una analisi apartir de un vídeo solo si tengo un vídeo o puedo yo colocar los datos que ya tenga y me muestra las grafias?

dice al docente: Me repite los datos o los resultados que nos muestra el análisis de la gráfica usted dijo que ahí mostraba la ecuación de la gráfica.

Tabla 15. Reducción del diario de campo para la clase 3 y cada Caso.

Clase 4

SUB-CATEGORIAS



REVISIÓN	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
DOCUMENTAL:	A.1	A.2.	B.1	B.2.
Diario de campo				
Clase 4				
Caso 1	<p>se le ve concentrado leyendo detenidamente la guía de trabajo</p> <p>está organizando los cuadros a trabajar</p> <p>hace preguntas sobre el manejo del Tracker</p>		<p>se le ve concentrado leyendo detenidamente la guía de trabajo</p> <p>está organizando los cuadros a trabajar</p> <p>hace preguntas sobre el manejo del Tracker</p> <p>a los 30 minutos des pues de haber iniciado el análisis del vídeo, inicia a responder el formulario</p>	





UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Caso 2

A la vez que está leyendo la guía va aplicando esto en el análisis de vídeo en el Tracker

Hace preguntas con referencia a la al guía y como se coloca el sistema de referencia, la escala y como se cambia su valor

Se ve como marca las posiciones para hacer el seguimiento del cuerpo
Observa cada uno de los puntos marcados

A la vez que está leyendo la guía va aplicando esto en el análisis de vídeo en el Tracker

Hace preguntas con referencia a la al guía y como se coloca el sistema de referencia, la escala y como se cambia su valor

A los 44 min aprox estaba respondiendo la guía

1 8 0 3



Caso 3

A la vez que está leyendo la guía va aplicando esto en el análisis de vídeo en el Tracker

Utiliza el Zoom para ubicar bien los puntos

A la vez que está leyendo la guía va aplicando esto en el análisis de vídeo en el Tracker

Antes de los 40 min aprox estaba respondiendo la guía

Caso 4

A la vez que está leyendo la guía va aplicando esto en el análisis de vídeo en el Tracker

Está explorando las diferentes posiciones del sistema de referencia

Pregunta sobre los valores que está colocando y la escala

A la vez que está leyendo la guía va aplicando esto en el análisis de vídeo en el Tracker

A los 40 min aprox estaba respondiendo la guía



pregunta por la zona del software donde están las gráficas y la tabla

Tabla 16. Reducción del diario de campo para la clase 4 y cada Caso.

Clase 5

REVISIÓN		SUB-CATEGORIAS		
DOCUMENTAL:	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
Diario de campo	A.1	A.2.	B.1	B.2.
Clase 5				
Caso 1	Se observa como de limite el vídeo y está marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo	Se ve que termino el análisis, en pantalla se ve la gráfica y la tabla	Trabaja a la par con la guía y el software	
		pregunta: para poner el sistema de referencia		



Trabaja a la par con la guía cuando la cámara se mueve
y el software mucho. El docente le dice

Se ve que termino el el vídeo se encuentre
análisis, en pantalla se ve la estable y que no tiene
gráfica y la tabla necesidad de evaluar todo el

pregunta: para poner el de este

sistema de referencia

cuando la cámara se mueve
mucho. El docente le dice
que busque un punto donde

el vídeo se encuentre
estable y que no tiene
necesidad de evaluar todo el

movimiento si no un parte
de este

pregunta que ¿cuál debe ser

la medida para calibrar el



vídeo? El docente le responde que los cuadros del piso del vídeo tienen 1,50 m.

pregunta a partir de la tabla inicial de datos, la pregunta 4, que se refiere a que gráficos tiene sentido en este laboratorio.

Caso 2

Se observa como de limite el vídeo y esta marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo

Se observa como de limite el vídeo y esta marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo

Amplio las gráficas en la pantalla con análisis de gráfica y toma nota en una hoja y tiene en pantalla tres graficas superpuestas

Se ve en pantalla un buen trabajo realizado con la manipulación del software Tracker, ya que para el

Se ve en pantalla un buen trabajo realizado con la manipulación del software Tracker, ya que para el



movimiento que se está analizando obtuvo un muy buen grafico

Amplio las gráficas en la pantalla con análisis de gráfica y toma nota en una hoja y tiene en pantalla tres graficas superpuestas

Se observa como hace el ajuste de ecuaciones de la gráfica después de que el docente le soluciono la duda sobre el tema

Se da cuenta de cómo mover la barra que limita el

movimiento que se está analizando obtuvo un muy buen grafico

Amplio las gráficas en la pantalla con análisis de gráfica y toma nota en una hoja y tiene en pantalla tres graficas superpuestas

Se da cuenta de cómo mover la barra que limita el área bajo la curva y poder encontrar el valor

El caso, hace una pregunta con respecto a la solución de la tabla de datos inicial y que hace referencia al punto



área bajo la curva y poder encontrar el valor

4 ¿Que gráficos tienen sentido en el análisis de este laboratorio?, entonces el dice al docente que no sabe muestra la respuesta que dio que trayectoria definir, le y el docente la lee y le dice muestra en la pantalla como que esta correcta. se mueve el cuerpo. El docente le dice que escoja un punto inicial y que el cuerpo se mueva y vuelva a ese punto, no tiene que ser el vídeo completo.

El docente se le acerca al caso, el cual tiene en la pantalla tres graficas superpuestas y le muestra como desactivarlas y activarlas para trabajar, con cada grafica de forma individual.

El caso, hace una pregunta con respecto a la solución de la tabla de datos inicial y que hace referencia al punto

4 ¿Que gráficos tienen sentido en el análisis de este

El docente observa el trabajo del Caso, se le acerca y le pregunta que dé



laboratorio?, entonces el a cuantos cuadros realizo el muestra la respuesta que dio análisis del vídeo él y el docente la lee y le dice contesta: 15. El docente que esta correcta. dice que apenas fue. Y el docente le pide que le

El docente se le acerca al muestra las diferentes caso, el cual tiene en la graficas que está pantalla tres graficas analizando y las observa. superpuestas y le muestra Le hace la observación que como desactivarlas y muy buen trabajo. activarlas para trabajar, con cada grafica de forma individual.

El docente observa el trabajo del Caso, se le acerca y le pregunta que dé a cuantos cuadros realizo el análisis del vídeo él



contesta: 15. El docente dice que apenas fue. Y el docente le pide que le muestre las diferentes graficas que está analizando y las observa. Le hace la observación que muy buen trabajo.

pregunta que si ¿el ajuste de graficas solo se le puede hacer a la primera o solo se le puede hacer la les otras?

Caso 3

Se observa como de limito el vídeo y está marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo

Se observa como de limito el vídeo y está marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo

Se ve como procede a responder la guía Se ve como está trabajando el área bajo la curva de las gráficas



<p>Construyo la gráfica, pero no es una gráfica que muestre el movimiento que se pretende estudiar</p>	<p>Construyo la gráfica, pero no es una gráfica que muestre el movimiento que se pretende estudiar</p>
--	--

<p>Se ve como procede a responder la guía</p> <p>Se ve como está trabajando el área bajo la curva de las gráficas</p>	<p>Se ve como está trabajando el área bajo la curva de las gráficas</p>
---	---

pregunta por la variables estadísticas que aparecen, cuando se leda analizar a las gráficas y esta aparece en una nueva ventana

Caso 4

<p>Se observa como de limito el vídeo y esta marcando los</p>	<p>Se observa como de limito el vídeo y esta marcando los</p>	<p>Se ve como este está respondiendo los formularios del laboratorio</p>	<p>el docente dice que puede coger cuantos puntos como desee en la tabla, para</p>
---	---	--	--



puntos para hacer el análisis de vídeo

Se observa como mira detenidamente la pantalla del computador donde tiene el vídeo y la secuencia de puntos, tres gráficas y la tabla de datos

Se ve como hace el ajuste de ecuaciones de la gráfica

Tiene dificultades para hallar el área bajo la curva

El caso pregunta: en los valores de la gráfica que significa E2 al lado del

puntos para hacer el análisis de vídeo

Se observa como mira detenidamente la pantalla del computador donde tiene el vídeo y la secuencia de puntos, tres gráficas y la tabla de datos

Se ve como hace el ajuste de ecuaciones de la gráfica

comparar los valores de la razón de cambio y saber si es constante o es variable.

El caso pregunta si puede coger el primer punto y el último, el docente le contesta que le queda una razón de cambio muy grande, pero también se puede hacer y podría ser como un promedio de todos.

El docente continúa con la explicación y muestra otra forma de cómo se puede ver esa razón de cambio y es con la pendiente de la gráfica que da el Tracker,



valor, el docente le dice que es 10 a la 2

¿por qué cuando está marcando los puntos, hay veces que el cuerpo no cambia de cuadro si no que se queda hay?

El caso le explica a una compañera algo sobre la escala y el docente interviene y complementa.

¿porque el área bajo la curva no le está dando ningún valor?

por medio de la opción analizar gráfica y *slope*.

El caso pide el favor de que le repitan como se halla

pregunta que no entiende la pregunta, que tipo de ajuste se utiliza para cada grafica?

pregunta por la derivada de la aceleración y señala una gráfica en la pantalla. La respuesta del docente **no se** y les muestra en la gráfica de aceleración tiempo y les dice que la integral es la velocidad, pero como se está trabajando con aceleración constante, la



Un alumna pregunta que ¿como ve, la razón de cambio y saber si es variable es constante? y el caso le colabora solucionándole la duda y luego el docente complementa

pregunta que no entiende la pregunta, que tipo de ajuste se utiliza para cada grafica?

derivada de la aceleración es cero.

Un alumna pregunta que ¿como ve, la razón de cambio y saber si es variable es constante? y el caso le colabora solucionándole la duda y luego el docente complementa

Tabla 17. Reducción del diario de campo para la clase 5 y cada Caso.

Clase 6

SUB-CATEGORIAS



REVISIÓN				
DOCUMENTAL:	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
Diario de campo	A.1	A.2.	B.1	B.2.
Clase 6				
	se ve como busca la información para responder el formulario y como manipula el Tracker viendo como corre el vídeo y delimitando los cuadros	manipula el Tracker viendo como corre el vídeo y delimitando los cuadros	Se ve como estos utilizan los elementos de la clase como mega, CamStudio, los formularios de google Docs y el software Tracker	pregunta ¿cuando analizamos las gráficas y ponemos la aceleración aparece cero?, el docente dice entonces que significa y el alumno responde que no hay aceleración y el docente responde que el movimiento cómo es? El alumno que es un movimiento rectilíneo uniforme.
Caso 1	en el vídeo que objeto se utilizó para la calibración		Se ve cómo responde el formulario	
	pregunta ¿cuando analizamos las gráficas y ponemos la aceleración aparece cero?, el docente dice entonces que significa		se ve como busca la información para responder el formulario y como manipula el Tracker viendo como corre el vídeo y delimitando los cuadros	



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

y el alumno responde que no hay aceleración y el docente responde que el movimiento cómo es? El alumno que es un movimiento rectilíneo uniforme.

se ve que resuelve la guía sin ningún inconveniente

se ve cómo trabaja con el área bajo la curva de la gráfica posición tiempo y resuelve las preguntas del trabajo de clase

Se ve como estos utilizan los elementos de la clase como mega, CamStudio, los formularios de google Docs y el software Tracker

Caso 2

Se ve como manipula los diferentes elementos dispuestos para la solución del trabajo del día de hoy y la recolección de información



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

se ve cómo trabaja con el
área bajo la curva de la
gráfica posición tiempo y
resuelve las preguntas del
trabajo de clase

Se ve como estos utilizan
los elementos de la clase
como mega, CamStudio,
los formularios de google
Docs y el software Tracker

Caso 3

Comienza sin ningún
inconveniente la solución
de la guía

se ve como busca la
información para responder
el formulario



Caso 4

se ve como manipula el vídeo en el Tracker para buscar información para responder la guía

hace una pregunta sobre el vídeo

que significa estos valores, mostrando en pantalla la parte estadística.

se ve que resuelve la guía sin ningún inconveniente

Se ve como estos utilizan que significa estos valores, los elementos de la clase mostrando en pantalla la parte estadística. como mega, CamStudio, los formularios de google Docs y el software Tracker

se ve como busca la información para responder el formulario

se ve como manipula el vídeo en el Tracker para buscar información para responder la guía



hace una pregunta sobre el
vídeo

Tabla 18. Reducción del diario de campo para la clase 6 y cada Caso.

Clase 7

REVISIÓN DOCUMENTAL: Diario de campo Clase 7	SUB-CATEGORIAS			
	Instrumentalización A.1	Instrumentación A.2.	Orquestación instrumental B.1	Concepto de razón de cambio B.2.
Caso 1	Sé cómo el estudiante en pantalla, tiene abierta la guía, el Tracker y está buscando el vídeo para realizarle el análisis	el Tracker y está buscando el vídeo para realizarle el análisis analizando a la gráfica, la cual está muy bien construida, realiza el ajuste	Sé cómo el estudiante en pantalla, tiene abierta la guía, el Tracker y está buscando el vídeo para realizarle el análisis	le dice la docente que le explique, del punto de la guía lo que se refiere a que significado físico tiene cada una de las variables de las ecuaciones que da el Tracker.



<p>El estudiante esta, de gráfica, para hallar la ecuación de esta</p> <p>respondiendo la guía y analizando a la gráfica, la cual está muy bien construida, realiza el ajuste de gráfica, para hallar la ecuación de esta</p> <p>le dice la docente que le explique, del punto de la guía lo que se refiere a que significado físico tiene cada una de las variables de las ecuaciones que da el Tracker.</p>	<p>de gráfica, para hallar la ecuación de esta</p> <p>El estudiante esta, respondiendo la guía y analizando a la gráfica, la cual está muy bien construida, realiza el ajuste de gráfica, para hallar la ecuación de esta</p>	<p>Está leyendo la guía e iniciando su solución</p> <p>El estudiante esta, respondiendo la guía y analizando a la gráfica, la cual está muy bien construida, realiza el ajuste de gráfica, para hallar la ecuación de esta</p>	<p>le dice la docente: en la aceleración, se supone como es caída libre es la gravedad</p> <p>pregunta por las gráficas que se deben analizar, el dice que las del eje Y</p>
---	---	--	--

Caso 2

<p>Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo y limitando los cuadros de análisis</p>	<p>Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo y limitando los cuadros de análisis</p>	<p>Se ve como busca la guía y el vídeo en Mega</p>	<p>pregunta por las gráficas que se deben analizar, el dice que las del eje Y</p>
---	---	--	---



Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo y calibrando y colocando el sistema de referencia	Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo y calibrando y colocando el sistema de referencia	Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo y limitando los cuadros de análisis	El alumno realiza el ajuste de gráficas y la ecuación respectiva y hace preguntas al docente al respecto
Está realizando el análisis de gráfica, es cogiendo las que va a utilizar	Está realizando el análisis de gráfica, es cogiendo las que va a utilizar		
Tiene en pantalla la venta de vídeo más pequeña, en la ventana de graficas tiene 3 activadas y la ventana de tabla de datos, abre además la ventana emergente de análisis de gráficas	Tiene en pantalla la venta de vídeo más pequeña, en la ventana de graficas tiene 3 activadas y la ventana de tabla de datos, abre además la ventana emergente de análisis de gráficas		



El alumno realiza el ajuste de gráficas y la ecuación respectiva y hace preguntas al docente al respecto

El alumno realiza el ajuste de gráficas y la ecuación respectiva y hace preguntas al docente al respecto

Se ve como en la pantalla tiene a la misma vez, Mega y el Tracker, en este último está viendo el vídeo y limitando este para su análisis

está viendo el vídeo y limitando este para su análisis
está viendo el vídeo y colocando el sistema de referencia, calibrando y crea la masa puntual

Se ve como busca la guía y el vídeo en Mega

Se ve como en la pantalla tiene a la misma vez, Mega y el Tracker, en este último está viendo el vídeo y limitando este para su análisis

Caso 3

Se ve como en la pantalla tiene a la misma vez, Mega y el Tracker, en este último está viendo el vídeo y colocando el sistema de referencia, calibrando y crea la masa puntual

está viendo el vídeo y marcando los puntos

Se ve en pantalla como tiene el Tracker y tiene abierta la ventana

Se ve como en la pantalla tiene a la misma vez, Mega y el Tracker, en este último está viendo el vídeo y colocando el sistema de



Se ve como en la pantalla tiene a la misma ves, Mega y el Tracker, en este último está viendo el vídeo y marcando los puntos	emergente de análisis de gráficas	referencia, calibrando y crea la masa puntual
Se ve en pantalla como tiene el Tracker y tiene abierta la ventana emergente de análisis de gráficas y le pregunta al docente por estas.		Se ve como en la pantalla tiene a la misma ves, Mega y el Tracker, en este último está viendo el vídeo y marcando los puntos
		Está dando repuesta a la guía

Caso 4

Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo y limitando los cuadros de análisis	Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo y limitando los cuadros de análisis	hay que gravarlo con el CamStudio
		Se ve como busca la guía y el vídeo en Mega



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo, pero lo tiene con zoom para hacer la corrección de los puntos de la trayectoria, que están desajustados	Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo, pero lo tiene con zoom para hacer la corrección de los puntos de la trayectoria, que están desajustados	Respondiendo la guía Pregunta cómo modifica el sistema de referencia y la barra de calibración
Pregunta cómo modifica el sistema de referencia y la barra de calibración		

Tabla 19. Reducción del diario de campo para la clase 7 y cada Caso.

Tabla # 17. Análisis de los diarios de campo (Anexo #) de acuerdo a las sub-categorías

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS			
DOCUMENTAL:	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación	Concepto de razón de
Diario de campo	A.1	A.2.	instrumental	cambio



		B.1	B.2.	
Diario de campo	Se deja ver durante todo el recorrido de las clases, el proceso donde tanto el docente como los estudiantes, van mejorando en la adquisición de herramientas y elementos del manejo del Tracker	Con el paso de la solución de los laboratorios, se observa como el uso del Software Tracker mejoro y se vio reflejado en el trabajo de los estudiantes. En la primera clase, solo se puede ver la motivación de los estudiantes y las inquietudes de estos, de qué forma se va lo van a utilizar en los laboratorios siguiente.	El docente propone una serie de elementos para la clase, los cuales tienen una función de terminada dentro de esta y tienen como objetivo ayudar dinamizar en el aprendizaje del alumno. En la primera clase, los elementos utilizados, cumplieron la función de presentar información y de recolectores de información.	Durante las diferentes clases, se propusieron análisis de movimientos y como parte fundamental de estos, de sus gráficas, donde se utiliza el concepto de razón de cambio y se notó una evolución en el concepto. El clase 1, se realiza una encuesta de saberes previos, entre ellos la razón de cambio.
	En la clase 1, se muestran elementos del Tracker, y los estudiantes hacen algunas preguntas pertinentes a este y motivados para realizar el trabajo propuesto.		En la segunda clase, los estudiantes utilizaron los elementos integrados a la clase, se utilizaron para	En la clase 2, en la construcción y análisis de graficas Los estudiantes
	La clase 2 estaba más dirigida al análisis de	En la segunda clase, los estudiantes utilizaron las herramientas que tenían		



<p>gráficas y no al Software como tal. Donde los estudiantes hacen un buen trabajo, al realizar la tabla de datos y la construcción de los gráficos propuestos para la clase.</p>	<p>para elaborar el laboratorio de análisis de gráficas, haciendo un buen trabajo y utilizando todos los elementos de forma adecuada.</p>	<p>explicar o exponer conceptos por parte del docente y adquirir conceptos por parte de los estudiantes.</p>
<p>En la clase 3, se hace una explicación profunda del Software, y a la vez se evidencio, un acercamiento mayor de los estudiantes, evidenciado en las preguntas que realizaron sobre el manejo y utilidad del Tracker.</p>	<p>En la tercera clase, se inicia con la utilización del disco en la nube Mega y aprenden a utilizarlo de forma adecuada.</p> <p>En esta misma clase, el docente muestra cómo se realiza el análisis del vídeo, de un cuerpo que posee una trayectoria circular, mostrando a partir de esta una posible secuencia de</p>	<p>En la clase 3, además de los elementos ya introducidos en las clases anteriores, se integra una herramienta que permita el almacenamiento de información, como lo es el disco en la nube Mega.</p> <p>El elemento más importantes en esta clase es la presentación del Software Tracker, que es utilizado como una herramienta para</p>
		<p>preguntan ¿qué es razón de cambio y como se halla?, dejando ver que no tienen claro este concepto.</p> <p>En la clase 3 y 4, los estudiantes al interactuar con el Software Tracker, les surgen dudas conceptuales, sobre las unidades en las que trabaja, las gráficas que muestra, si se pueden cambia los datos de la tabla el Software, en el análisis de las ecuaciones que tiene que saber (saberes previos), pero no preguntan por la razón de cambio.</p>



<p>En las clases 4 y 5, al verse los estudiantes enfrentados a la solución de los laboratorios, les surgieron preguntas que complementaban, las dudas que tenían del manejo y aplicación del Tracker, pero mostrando que ya tenían elementos interiorizados de este.</p>	<p>utilización o modo de uso del Software Tracker.</p> <p>En la clase 4, los Casos inician con la utilización del Software Tracker, además de las herramientas dispuestas para esta, las cuales fueron utilizadas por cada uno, de una forma distinta con el fin de resolver el trabajo dispuesto para este día.</p>	<p>procesar información y adquirir conceptos.</p> <p>En la clase 4, se introduce al trabajo de clase el Software Tracker y un vídeo, por medio de la guía de laboratorio 3 y las respuestas a este se realiza por medio de Google Drive. Donde la combinación de estos elemento, llevan al aprendizaje de los elementos propios del Software.</p>	<p>En la clase 5, los estudiantes preguntan por el concepto de razón de cambio, el docente lo aclara, desde las gráficas que presenta el Software Tracker y apoyado también en el tablero.</p> <p>Otras preguntas: ¿Cuáles graficas tienen sentido? La cual tiene que ver con la tabla de recolección de datos inicial.</p> <p>La derivada de la aceleración</p> <p>Los ajustes de las gráficas y sus ecuaciones.</p> <p>También sobre elementos que aparecen el software y no los tienen claros.</p>
<p>En las últimas clases, la 6 y 7, todavía hay preguntas las preguntas del manejo del Software, producto de errores cometidos por los estudiantes y errores en los vídeos, que no deja claro</p>	<p>utilizan las herramientas del Software Tracker, utilizando las potencialidades de estos y</p>	<p>Al igual que en la clase anterior, en la clase 5 se introducen los mismos</p>	



<p>cuál es el elemento de calibración. Hay otras dudas, que van más dirigidas a lo conceptual que realmente al manejo del Software Tracker.</p>	<p>ya se ven en algunos rasgos de esquemas de uso en los casos, en unos más afianzados que en otros, esto llevan a ellos a un análisis del vídeo, de forma correcta.</p>	<p>elementos a la clase, con la diferencia que ya están estos dirigidos más al aprendizaje de conceptos y no tanto al manejo del software.</p>	<p>En la clase 6, los estudiantes tienen más claro el concepto de razón de cambio, pero todavía hay confusiones. Los estudiantes ya utilizan</p>
<p>A partir de lo anterior, se puede concluir, que los estudiantes realizaron un buen proceso de apropiación de los diferentes de los elementos que posee el Software Tracker (artefacto), un proceso que se dio de forma paulatina, donde en cada clase los Casos van adquiriendo nuevos elementos,</p>	<p>En la clase 6 y7, al igual que en la anterior, los Casos utilizan las herramientas del Software Tracker, pero ya con una profundidad mayor, puesto que ya todos los casos demuestran esquemas de usos (cada uno diferente), en la elaboración del análisis de los vídeo y la solución del laboratorio de estas clases.</p>	<p>El la clase 6 y 7, los estudiantes utilizan todos los elemento presentados para clase, se ve como solucionan con estos el laboratorio 5 y 6, con la diferencia que en el último ellos elaboran su propio vídeo. Mostrando con la solución de estos un avance en los conceptos utilizados anteriormente y adquiriendo nuevos.</p>	<p>la mayor parte de la información que encuentran en el Tracker y la discuten entre ellos. En la clase 7, los estudiantes en su mayoría manipulan sin problema el Software Tracker, construyen las gráficas y encuentran la razón de cambio de ellas. Hay algunos con dudas sobre el tema, pero con una</p>



encontrando en estos sus potencialidades y debilidades, utilizando estas características en la solución de cada uno de los laboratorios realizados.

Observando lo anterior, se puede afirmar que los estudiantes mejoraron paulatinamente, iniciaron con la información que el docente les presento y a hora, tienen claro la para que sirven las herramientas del Software Tracker para trabajar el análisis de vídeo de cuerpos en movimiento, saben cómo utilizar cada una de ellas, además tienen diferente esquemas de uso, a la hora de resolver los laboratorios propuesto.

De lo descrito anteriormente, se puede concluir, que todos los elementos presentados para las diferentes clases, cumplieron con una función de dinamizar el aprendizaje de los estudiantes y como encada clase van mejorando en la adquisición de conceptos.

contra preguntas por parte del docente, llegan a la respuesta a su duda.

Solo todavía hay dudas en la interpretación de las variables que dan las ecuaciones en el Software.

Los estudiantes, inician con conocimientos casi nulos sobre la razón de cambio, pero al ir profundizando el trabajo con el Software Tracker y el análisis las gráficas que este presenta de los tipos movimientos trabajados, los estudiantes mostraron al final una mejor



comprensión del concepto de razón de cambio.

Tabla 20. Análisis de los diarios de campo de acuerdo a las sub-categorías

Posterior al análisis realizado por las subcategorías de la investigación, a partir de la reducción de datos del diario de campo, se hace un análisis por categorías de este mismo instrumento, encontrando los siguientes resultados (tabla #18):

Tabla 18. Análisis de los diarios de campo (Anexo 1) de acuerdo a las categorías

REVISIÓN DOCUMENTAL:	CATEGORIAS	
	Génesis Instrumental A	Proceso de aprendizaje B
Diario de campo	Los Casos comienzan de menos a más, en un proceso de instrumentalización, donde inician con la información presentada por el docente de los elementos propio del Software Tracker (artefacto), luego al pasar cada una de las clases y laboratorios dispuestos para estas, ellos	En el proceso dado en la secuencia de clases, se pudo notar como los estudiantes, al pasar de las clases fueron mejorando la adquisición de conceptos, a partir de la organización herramientas planteadas para esta y la utilización de ellas portarte de ellos. Donde el Software



encuentran las limitaciones y potencialidades, de cada uno de estos elementos. A partir de ahí, los Casos se apropian de cada uno de estos, construyen sus propios esquemas de uso del Software Tracker, logrando llegar a una instrumentación y volver el artefacto en un instrumento de aprendizaje.

Tracker fue una herramienta que dinamizo el aprendizaje de los estudiantes y propicio la comprensión del concepto de razón de cambio.

Tabla 21. Análisis de los diarios de campo de acuerdo a las categorías.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Laboratorios

Análisis de tabla de datos iniciales e informes laboratorios

En total se realizaron con el Software Tracker cuatro (4) laboratorios, las respuestas a estos están en el anexo #, el proceso realizado para el análisis de los laboratorios, a partir de las respuestas entregadas por cada uno de los Casos, a cada una de las preguntas de los laboratorios, se hace a partir de la reducción de datos de las respuestas de cada uno de los laboratorios presentadas en las tablas de la numero 19 a la 22 (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría, luego se realiza una Síntesis interpretativa de información inferida desde cada Caso a cada sub-categoría presente en los laboratorios, en la siguiente tabla se muestra los resultados de esta. **Laboratorio 3**

REVISIÓN DOCUMENTAL laboratorio3	SUB-CATEGORIAS			
	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
	A.1	A.2.	B.1	B.2.
Caso 1	al limitar los cuadros del vídeo permite un mejor estudio de este	se disminuye o se aumenta los cuadros del vídeo para facilitar el estudio de un tramo en específico a analizar, sabiendo que se aumentan cuando el tramo a analizar es muy amplio o se disminuye para tramos cortos	En las respuestas que da, muestra que se está cumpliendo con el objetivo que tiene la guía de trabajo y el link de Google Docs, combinada con el vídeo y el software Tracker.	los análisis que puedo realizar al seguimiento de un objeto son amplios como lo pueden ser el (tiempo vs posición) (velocidad vs tiempo) (aceleración vs tiempo) entre una cantidad amplia de variables



sirve para facilitar el estudio ya que el programa (tracker) no presenta una escala de medida determinada, al no establecer una escala de medida otra persona al analizar el vídeo no podría tener en cuenta las medidas con las que se analizo el vídeo previamente

determinar un sistema de referencia es importante por que permite que cualquier persona al querer analizar el vídeo tenga ya establecido el sistema para facilitar su estudio

sirve para facilitar el estudio ya que el programa (tracker) no presenta una escala de medida determinada, al no establecer una escala de medida otra persona al analizar el vídeo no podría tener en cuenta las medidas con las que se analizo el vídeo previamente

Al realizar un buen seguimiento del objeto permite una mayor exactitud de las gráficas y los datos a analizar

puedo obtener el seguir el progreso o el cambio de las variables a analizar (t,v,a,X)

puedo determinar los valores que se utilizan para trazar las gráficas y analizar un parte de esta como lo puede ser la pendiente

rectilíneo uniforme por que se esta midiendo a una masa que se desplaza a velocidad "constante" y en forma recta

en este momento no tengo claro como puedo trabajar estos aspectos pero lo concreto es que si se pueden



Al realizar un buen seguimiento del objeto permite una mayor exactitud de las gráficas y los datos a analizar

trabar en el programa (tracker)

Esta opción nos permite visualizar lo que verdaderamente queremos utilizar del vídeo, desde que punto hasta que punto se va a analizar.

Para que al momento de la marcación de los puntos se haga menos tedioso, pues si tenemos que vamos a analizar un vídeo del cuadro 200 a el 400 serían 200 puntos para marcar, mientras

En las respuestas que da, muestra que se está cumpliendo con el objetivo que tiene la guía de trabajo y el link de Google Docs, combinada con el vídeo y el software Tracker.

Puedo analizar cómo es el movimiento, si acelera o desacelera, como es su comportamiento con respecto al tiempo, si su movimiento es constante o no, etc.

Caso 2

Para dar una medida y una escala inicial para la toma de los datos, en metro, centímetros, etc.

que si podemos manipular el tamaño de los pasos podemos poner de 10 en 10, y así marcar los puntos se hace menos tedioso.

Su comportamiento con respecto a las variables de tiempo, velocidad, aceleración. La pendiente en cada punto, y como se ve el

Este nos posibilita por dónde nos vamos a mover para un



mayor análisis, de derecha a izquierda o de izquierda a derecha.

Porque de este seguimiento depende las gráficas y los datos que van a salir, fijar bien un punto de referencia y tratar de ser lo más exactos posibles.

Este nos posibilita por dónde nos vamos a mover para un mayor análisis, de derecha a izquierda o de izquierda a derecha.

movimiento de un punto a otro.

Estos datos numéricos nos sirven igual para un análisis del comportamiento del objeto que tenemos, pues se evidencia allí el cambio en cada columna $x, y, a, v...$ Su análisis depende de la comparación que se hace entre las diferentes columnas y los cambios numéricos que se den

No lo relaciono aún bien, no tengo conceptos claros para definirlo.



Todos estos conceptos se evidencian en este trabajo pues desde que se inicia se está trabajando con el seguimiento de un objeto, mirando hacia dónde se mueve, que distancia recorre, su cambio de posición con respecto a un sistema de referencia, y en las gráficas podemos ver y analizar sus otras componentes como velocidad, aceleración, etc.

Caso 3

<p>Posibilita hacer un análisis mas preciso del movimiento que se pretende estudiar</p>	<p>que permite tener un referencio ante el cual se esta realizando el movimiento, posibilita hacer un estudio de</p>	<p>En las respuestas que da, muestra que se está cumpliendo con el objetivo que tiene la guía de trabajo y el link de Google Docs,</p>	<p>el cambio de posición y el tiempo en que se realiza, la velocidad, la aceleración</p>
---	--	--	--



el numero de pasos se un movimiento combinada con el vídeo y el
aumenta o disminuye con la adecuadamente software Tracker.
intención de de analizar el
movimiento en diferentes es importante realizar un
cuadros y no cuadro por buen seguimiento para que
cuadro no se generen alteraciones al
determinar la velocidad, la
para determinar la distancia aceleración y demás.
que se esta recorriendo en el
movimiento

el cambio de posición en
determinado tiempo, la
velocidad a la que se da el
desplazamiento, la
aceleración.

de la tabla de datos se puede
obtener los cambios de
posición con respecto al
sistema de referencia, con
relación al tiempo en que se
analiza el vídeo, se puede
obtener los valores de las
constantes, hallar la ecuación
del movimiento. Etc

de acuerdo a los cuadros
analizados del vídeo el
movimiento es MRUA, por



que con respecto a los tiempos varia la aceleración, de acuerdo a la tabla de datos, ademas por que se realiza en una trayectoria recta

los conceptos se evidencian en los valores representados en la tabla de valores y en las gráficas con respecto a las marcas realizadas en el sistema de referencias

Caso 4

facilitar el análisis de la grafica

para aumentar o disminuir el numero de cuadros del vídeo

es importante para relacionar la medida con un sistema de referencia para un buen seguimiento de un objeto

En las respuestas que da, muestra que se está cumpliendo con el objetivo que tiene la guía de trabajo y el link de Google Docs,

puedo analizar la velocidad, la aceleración, cambio de posición en el tiempo.

el desplazamiento, la velocidad, su aceleracion.



para establecer una relacion de medida en el vídeo.	para hacer un buen análisis del moviemiento.	combinada con el vídeo y el software Tracker.	la tabla me brinda uno datos, unas magnitudes. se puede analizar si crece o decrece y y si hay una relacion de entre las variables.
es importante para relacionar la medida con un sistema de referencia para un buen seguimiento de un objeto			otro, pues el movimiento no es constante ni en el movimiento ni en su acelracion.
			en las graficas se arrojan todos estos datos.

Tabla 22. Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 3 por cada sub-categoría.

Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 4 (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

Laboratorio 4



REVISIÓN DOCUMENTAL laboratorio 4	SUB-CATEGORIAS			
	Instrumentalización A.1	Instrumentación A.2.	Orquestación instrumental B.1	Concepto de razón de cambio B.2.
Caso 1	el intervalo que se utilizó para realizar el análisis del vídeo es del 57 hasta el 225	el sistema de referencia lo ubique en el centro del vídeo (en un instante en que la cámara quedo estable)		la gráfica de posición vs el tiempo , el de velocidad vs tiempo
	el sistema de referencia lo ubique en el centro del vídeo (en un instante en que la cámara quedo estable)	para realizar la calibración del vídeo tome como referencia de una placa del suelo que mide 1.50m		la razón de cambio es variable para las gráficas anteriores
	para realizar la calibración del vídeo tome como referencia de una placa del suelo que mide 1.50m	la gráfica de posición vs el tiempo , el de velocidad vs tiempo		para allar la posición de un cuerpo en cualquier tiempo despejamos el el tiempo de la ecuación de la grafica



<p>en el análisis pude utilizar la información de tiempo y posición para hallar la razón de cambio</p>	<p>los puntos iniciales y finales se ubican en un tramo del vídeo donde la cámara permanezca firme y enfocada permitiendo de esta manera un mejor estudio del movimiento</p>	<p>la distancia total recorrida se allá con el área bajo la curva que dio como resultado 3.8m</p>
<p>el valor del área bajo la curva de posición vs tiempo 7.4×10^{-2} y velocidad vs tiempo no calculada</p>	<p>a partir del programa del tracker es tan solo ubicar la</p>	<p>el desplazamiento recorrido se allá con la posición final menos la posición inicial dando como resultado -22.29</p>
<p>posición vs tiempo cubica y velocidad vs tiempo parabola</p>	<p>gráfica de velocidad vs tiempo al pararse sobre un punto de esta gráfica</p>	<p>la rezon de cambio se puede establecer como $R_c = \frac{R_{cX}}{R_{cT}}$</p>
<p>velocidad vs tiempo: $v_x = A \cdot t^2 + B \cdot t + C$ A: -1.97E1 B: 9.019E1 C: -2.47E1</p>	<p>instantáneamente en la tabla de datos muestra la velocidad instantánea en ese punto</p>	<p>la velocidad promedio se allá realizando la razón de cambio de varios puntos del movimiento y promediandolos</p>



posición vs tiempo: $A \cdot t^3 + B \cdot t^2 + C \cdot t + D$

la distancia total recorrida se allá con el área bajo la curva que dio como resultado 3.8m

dando como resultado en el tiempo 2.88 velocidad instantánea de 56.24

de igual modo que con la velocidad instantánea la aceleración instantánea se tomo de la misma manera, con solo pararse en un punto de la gráfica muestra la aceleración instantánea en es punto

dando como resulta en el tiempo 2.88 una aceleración instantánea de -1.17

encontrando un promedio de 63.83m/s

como el movimiento analizado es un movimiento rectilíneo la rapidez promedio se alla de la misma forma que la velocidad promedio dando como resultado 63.83m/s

ya realizado la velocidad promedio de los puntos de la gráfica del movimiento analizado procedemos por tomar estos datos y restar velocidad final menos



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

velocidad inicial sobre los
tiempos de la gráfica
dando como resultado un
promedio de 27.5m/s

a partir del programa del
tracker es tan solo ubicar la
gráfica de velocidad vs
tiempo al pararse sobre un
punto de esta gráfica
instantáneamente en la tabla
de datos muestra la velocidad
instantánea en ese punto
dando como resultado en el
tiempo 2.88 velocidad
instantánea de 56.24

de igual modo que con la
velocidad instantánea la



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

aceleración instantánea se tomo de la misma manera, con solo pararse en un punto de la gráfica muestra la aceleración instantánea en es punto

dando como resulta en el tiempo 2.88 una aceleracionh instantánea de -1.17

No sabe relacionar la razón de cambio, entre ecuaciones y variables.

velocidad vs tiempo: $v_x = A*t^2 + B*t + C$

posición vs tiempo: $A*t^3 + B*t^2 + C*t + D$

Caso 2

Cuadro inicial: 47

La loza de la cancha

Tiempo vs Posición



Cuadro final: 373

Pasos: 15

Se ubica en el el cuadro 47

La loza de la cancha

Tiempo vs Posición

Tiempo vs Velocidad

Aceleración vs Tiempo

Pues creo que realmente no se debe utilizar mucho de estos datos en el anlálisis de la gráfica, pero sin embargo nos puede servir la información de la media y la desviación estandar que se

Tiempo vs Posición

Tiempo vs Velocidad

Aceleración vs Tiempo

En todas las gráficas la razón de cambio es variable

Tiempo vs Velocidad

Aceleración vs Tiempo

En todas las gráficas la razón de cambio es variable

Pues creo que realmente no se debe utilizar mucho de estos datos en el análisis de la gráfica, pero sin embargo nos puede servir la información de la media y la desviación estándar que se indica a la hora de hacer el ajuste de la gráfica.

Tiempo vs Posición= 4.72E0

Velocidad vs Tiempo= 2.00E0



indica a la hora de hacer el ajuste de la gráfica.

Tiempo vs Posición= 4.72E0

Velocidad vs Tiempo= 2.00E0

Aceleración vs Tiempo= 1.14E0

Ajuste Cúbico para todas las gráficas

Para todas las gráficas la ecuación es:

$$X = a \cdot t^3 + b \cdot t^2 + c \cdot t + d$$

Aceleración vs Tiempo= 1.14E0

Ajuste Cúbico para todas las gráficas

Para todas las gráficas la ecuación es:

$$X = a \cdot t^3 + b \cdot t^2 + c \cdot t + d$$

Caso 3

el intervalo en el cual se analiza el vídeo es cuadro inicial:622 cuadro final: 724

el intervalo en el cual se analiza el vídeo es cuadro inicial:622 cuadro final: 724

Posición Vs tiempo (X Vs t)
velocidad Vs tiempo (v vs t)

la razón de cambio para cada gráfico es variable



En la mitad del vídeo, eje y paralelo a la línea que divide la cancha	Los puntos iniciales y finales se ubican de acuerdo al espacio del vídeo que se va a analizar, se marcan con la masa puntual	Gráfica 1: parábola Gráfica 2: lineal
una de las placas de cemento entre las cuales esta dividida la cancha	En la mitad del vídeo, eje y paralelo a la línea que divide la cancha	gráfica 1: $x = A*t^2 + B*t + C$ gráfica 2: $v_x = A*t + B$
Posición Vs tiempo (X Vs t) velocidad Vs tiempo (v vs t)	una de las placas de cemento entre las cuales esta dividida la cancha	para hallar la posición de un cuerpo en cualquier tiempo se utilizan las formulas de posición, o también se utilizan la ecuación de la gráfica dada por el tracker con el valor de las variables dadas y se despeja para posición.
se puede utilizar: punto Máximo	para hallar la posición de un cuerpo en cualquier tiempo se utilizan las formulas de posición, o también se utilizan la ecuación de la	ecuación : $x = A*t + B$ Variable A:3,465E0
Punto mínimo Desviación estándar		
Varianza gráfica 1: área: 7.94E2 grafica 2: área: no definida		



para hallar la posición de un cuerpo en cualquier tiempo se utilizan las formulas de posición, o también se utilizan la ecuación de la gráfica dada por el tracker con el valor de las variables dadas y se despeja para posición.

la razón de cambio se establece como el cambio de tiempo con respecto al cambio de posición, en el caso del tracker el cambio de posición se establece en el análisis de gráfica con el slope

gráfica dada por el tracker con el valor de las variables dadas y se despeja para posición.

la distancia total que se recorrió se halla con el valor del área por debajo de la curva, (lo cual tiene relación con el concepto de distancia) el valor encontrado es 7.94E2

el desplazamiento total se encuentra en la diferencia entre el punto final y el punto inicial, el valor encontrado es: 26,087 cm

variable B: 1,826E2

Teniendo en cuenta que el movimiento es rectilíneo uniforme para cada cambio de posición hay un cambio de tiempo

la distancia total que se recorrió se halla con el valor del área por debajo de la curva, (lo cual tiene relación con el concepto de distancia) el valor encontrado es 7.94E2

el desplazamiento total se encuentra en la diferencia entre el punto final y el punto



<p>posición Vs tiempo: $x = A*t^2 + B*t + C$</p> <p>velocidad Vs tiempo: $v_x = A*t + B$</p> <p>aceleración Vs tiempo: $a_x = A$</p>	<p>la razón de cambio se establece como el cambio de tiempo con respecto al cambio de posición, en el caso del tracker el cambio de posición se establece en el análisis de gráfica con el slope</p>	<p>inicial, el valor encontrado es: 26,087 cm</p>
<p>la información que se puede obtener es el tipo de grafica que se obtiene, las constantes o valor de las variables</p>	<p>posición Vs tiempo: $x = A*t^2 + B*t + C$</p> <p>velocidad Vs tiempo: $v_x = A*t + B$</p>	<p>la razón de cambio se establece como el cambio de tiempo con respecto al cambio de posición</p>
<p>no relaciona las razones de cambio de las gráficas con su resultado</p>	<p>aceleración Vs tiempo: $a_x = A$</p>	<p>la velocidad promedio se puede hallar con el cambio del desplazamiento total sobre el cambio en el tiempo transcurrido en realizar dicho desplazamiento; el valor encontrado de velocidad promedio es: 6,39 cm/s</p>
<p>posición Vs tiempo: $x = A*t^2 + B*t + C$</p>		<p>en este caso la rapidez promedio es igual a la</p>



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

velocidad Vs tiempo: $v_x =$

$$A \cdot t + B$$

aceleración Vs tiempo: $a_x =$

$$A \cdot t^2 + B \cdot t + C$$

velocidad promedio, ya que se esta estudiando un movimiento rectilíneo uniforme, por lo tanto se halla de la misma forma y tienen igual resultado

$$6,39 \text{ cm/s}$$

la aceleración promedio se halla en el cambio de velocidad con respecto al tiempo, el valor encontrado es:

$$0,29 \text{ cm/s}^2$$

la velocidad instantanea se puede hallar utilizando el limite de la velocidad

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

promedio cuando el tiempo
tiende a 0 (es menor)

Valor encontrado: 6,65 cm/s

tiempo utilizado: 0,96 s

la aceleración promedio se
puede hallar con el limite de
la aceleración promedio
cuando el tiempo se acerca a
0.

Valor encontrado: 0.24
cm/s²

tiempo utilizado: 1,20 s

no relaciona las razones de
cambio de las gráficas con su
resultado



posición Vs tiempo: $x = A*t^2 + B*t + C$

velocidad Vs tiempo: $v_x = A*t + B$

aceleración Vs tiempo: $a_x = A*t^2 + B*t + C$

la información que se puede obtener es el tipo de grafica que se obtiene, las constantes o valor de las variables

Caso 4

arrastrando el deslizador hasta el cuadro donde se desea comenzar el análisis y arrastrando el segundo deslizador hasta la parte donde se desee terminar el análisis.

229 a 364

arrastrando el deslizador hasta el cuadro donde se desea comenzar el análisis y arrastrando el segundo deslizador hasta la parte donde se desee terminar el análisis.

229 a 364

la gráfica de velocidad muestra que la velocidad no es constante ni la aceleración.

La razón de cambio es variable. no hay ni velocidad ni aceleración constante.



en el punto : $X=162,10$
 $Y=129,79$

una placa de cemento

la gráfica de velocidad
muestra que la velocidad no
es constante ni la
aceleración.

para la de posición vs tiempo

el área es de 623.

para la de velocidad vs
tiempo es de 371

para la de aceleración vs
tiempo es 384

para la de posición vs tiempo

en el punto : $X=162,10$
 $Y=129,79$

una placa de cemento

la gráfica de velocidad
muestra que la velocidad no
es constante ni la
aceleración.

para la de posición vs tiempo
el área es de 623.

para la de velocidad vs
tiempo es de 371

para la de aceleración vs
tiempo es 384

para la de posición vs tiempo
parábola

para la de velocidad vs
tiempo lineal

para la de aceleración vs
tiempo lineal

para la de posición vs tiempo
 $x = A*t^2 + B*t + C$

para la de velocidad vs
tiempo $v = A*t + B$



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

parabola

para la de velocidad vs

tiempo lineal

para la de aceleracion vs

tiempo lineal

ecuación de aceleración $a =$

$$A*t + B$$

ecuación de velocidad $v =$

$$A*t + B$$

ecuación de posición $x = A*t$

$$+ B$$

para la de aceleracion vs
tiempo $a = A*t + B$

distancia con el área bajo la
curva. 623

con la pendiente

la rapidez la hallo con la
distancia total dividido por el
tiempo total. fue de 113.1

con la tabla de datos de cada
grafica de v vs t . 48.075 en
el tiempo 0.2

con la tabla de datos de la
gráfica de a vs tiempo. 43.47
en el tiempo 0.6

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



ecuación de aceleración $a = A \cdot t + B$

ecuación de velocidad $v = A \cdot t + B$

ecuación de posición $x = A \cdot t + B$

no responde a la razón de cambio de la gráfica posición tiempo y aceleración tiempo.

Tabla 23. Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 4 por cada sub-categoría.

Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 5 (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

Laboratorio 5

REVISIÓN		SUB-CATEGORIAS		
DOCUMENTAL	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
laboratorio 5	A.1	A.2.	B.1	B.2.



Caso 1

en los intervalos de cuadro inicial de 325, cuadro final 364 e intervalo de pasos 3	el sistema de referencia se ubico en el centro de la pantalla	con el tracker puedo realizar los cálculos mas rápidos y de forma mas eficiente que de forma manual	los gráficos principales que tienen sentido con respecto al eje Y posición vs tiempo velocidad vs tiempo aceleración vs tiempo
con una medida de una cinta de 40cm marcados en el tubo de vidrio lleno de glicerina	con una medida de una cinta de 40cm marcados en el tubo de vidrio lleno de glicerina		la razón de cambio: con respecto al eje Y la velocidad vs tiempo : es constante la posición vs tiempo : es constante aceleración vs tiempo : es cero por q ue es un movimiento rectilíneo uniforme de de caída donde la velocidad es constante por ende la aceleración es cero
punto máximo punto mínimo punto medio numero de datos	con el tracker puedo realizar los cálculos mas rápidos y de forma mas eficiente que de forma manual		
posición vs tiempo: lineal velocidad vs tiempo: lineal			
posición vs tiempo: $y = A*t + B$			



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

A:1,225E0

B:-2,393E-17

velocidad vs tiempo: $v_y =$

$A*t + B$

A:-2,632E-17

B:1,225E0

en la gráfica de y vs t : dio
una línea recta ascendente
posición vs tiempo: $y = A*t$
+ B

A:1,225E0

B:-2,393E-17

se puede obtener la posición
en un tiempo dado o el
tiempo del cuerpo en una
posición dada

a razón de cambio de la
gráfica es constante y el
significado físico es que al
sacar la pendiente (razón de
cambio de la gráfica) es la
velocidad

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

en la gráfica v vs t se obtuvo
una gráfica línea constante
velocidad vs tiempo: $v_y =$

$$A \cdot t + B$$

$$A: -2,632E-17$$

$$B: 1,225E0$$

la razón de cambio es
constante y es significado
físico es que es un
movimiento rectilíneo
uniforme por ende la razón
de cambio da la aceleración
que es 0

en el movimiento analizado
es un movimiento rectilíneo
uniforme por ende la
velocidad instantánea y la



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

velocidad promedio son
constantes
con un valor de 1.25cm/s

la razón de cambio de la de
la gráfica de Y vs T con el
valor de la gráfica son
iguales ya que la pendiente
de la gráfica Y vs t es la
velocidad

la relación de cambio de v
vs t con el valor de
aceleración son iguales ya
que la pendiente de la
velocidad es la aceleración

Caso 2

Cuadro inicial: 325
Cuadro final: 364
Tamaño de paso: 3

En la parte superior del tubo

Creo que todo lo que hace el
tracker lo puedo hacer de
forma manual, solo que el

t vs y
 $y = A \cdot t + B$
 $A = 1,250E0$



En la parte superior del tubo	El tubo por donde se desplaza el balón, desde la	tracker nos simplifica mucho más las cosas al tener una	B= -1,269E-16 A= 0
El tubo por donde se desplaza el balón, desde la marcación de color negro verticalmente hacia la canaleta que se encuentra en la pared.	verticalmente hacia la canaleta que se encuentra en la pared. Creo que todo lo que hace el tracker lo puedo hacer de forma manual, solo que el tracker nos simplifica mucho	tabla de datos y unas gráficas en las que directamente podemos analizar todo y relacionar las variables directamente.	La razón de cambio es constante esto quiere decir que tanto el tiempo como el cambio de posición en "y" son iguales y su relación física es la velocidad
1- t vs y	más las cosas al tener una		t vs v Es una gráfica lineal.
2- t vs v	tabla de datos y unas gráficas		Constante es igual a 0 su
3- t vs a	en las que directamente		relación física es la
$y = A*t + B$	podemos analizar todo y		aceleración.
$A = 1,250E0$	relacionar las variables		$v_y = A*t + B$
$B = -1,269E-16$	directamente.		$A = 1,250E0$
$A = 0$			$B = -1,269E-16$
			$A = 0$



$$v_y = A \cdot t + B$$

$$A = 1,250E0$$

$$B = -1,269E-16$$

$$A = 0$$

Como en este caso es rectilíneo uniforme podemos mirar la diferencia en cada punto de la gráfica entre Y_i y Y_f y esto nos da la posición

Se puede hallar con el cambio de posición porque es un movimiento rectilíneo uniforme.

Velocidad y rapidez Se puede hallar con el cambio

t vs a

La razón de cambio es constante

Todas son lineales

$$A = 0$$

Es constante porque como lo vemos igual en la gráfica y vs t también es constante por lo tanto la aceleración también lo es.

El cambio entre la posición y el tiempo nos da la velocidad promedio



de posición en relación con el cambio de tiempo= 1.25

Con el cambio de velocidad con respecto al tiempo= 0

El cambio entre la velocidad y el tiempo nos da la aceleración promedio.

El intervalo en el que se realizo el análisis del vídeo es del cuadro 325 a 364

el sistema de referencia se ubica en el tubo con glicerina perpendicular al eje X, paralelo al eje y

El objeto de calibración del vídeo es la medida del tubo dentro del cual se desplaza el balin (40 cm)

El intervalo en el que se realizo el análisis del vídeo es del cuadro 325 a 364

el sistema de referencia se ubica en el tubo con glicerina perpendicular al eje X, paralelo al eje y

El objeto de calibración del vídeo es la medida del tubo dentro del cual se desplaza el balin (40 cm)

Datos, cálculos y gráficos mas exactos, no se presentan fallas humanas., se ahorra tiempo al realizar el análisis, se puede hacer comparación de datos y gráficos con el fin de obtener un análisis mas detallado .

los gráficos que tienen sentido son, con respecto al eje y:

Gráfica 1: y vs t

Se obtuvo una gráfica lineal La razón de cambio es constante, el significado físico de dicho valor es la velocidad

$$y = A \cdot t + B$$

de esta ecuación se puede obtener: el cambio de

Caso 3



los gráficos que tienen sentido son, con respecto al eje y:

Gráfica 1: y vs t

Gráfica 2: Vy Vs t

Gráfica 3: ay Vs t

Se puede obtener Velocidad, tiempo, posición, realizar la gráfica

Gráfica 1: $t = A*y + B \implies$

$$t = 8,000E-1*y + 1,366E-15$$

Gráfica 2: $v_y = A*t + B$

$$\implies v_y = 8,000E-1*t + 1,366E-15$$

Gráfica 3: $ay = A*t + B \implies$

$$v_y = 8,000E-1*t + 1,366E-15$$

Datos, cálculos y gráficos mas exactos, no se presentan fallas humanas., se ahorra tiempo al realizar el análisis, se puede hacer comparación de datos y gráficos con el fin de obtener un análisis mas detallado.

posición en cualquier tiempo y viceversa

Gráfica 2: Vy Vs t

Una gráfica lineal

la razón de cambio es Constante, el significado físico de dicho valor es la aceleración

$$v_y = A*t + B$$

Se puede hallar la velocidad en cualquier intervalo de tiempo, la distancia recorrida en determinado tiempo con la aceleración dada

Gráfica 3: ay Vs t

Una gráfica lineal



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

la razón de cambio es
Constante, porque la
aceleración es 0

$$ay = A*t + B$$

La posición de un cuerpo se
puede hallar con respecto al
tiempo, utilizando la
ecuación de la gráfica en este
caso: $y = A*t + B$

en cualquier tiempo la
distancia recorrida se puede
hallar con el cambio de
posición, ya que es un
movimiento rectilíneo
uniforme



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

La velocidad promedio se halla con el cambio de posición con relación al cambio de tiempo, en este caso la velocidad es constante, por lo tanto la velocidad promedio es de 1,25 cm/s

La rapidez se halla con la distancia total recorrida con respecto al tiempo total, en este caso por ser movimiento rectilíneo uniforme es igual a la velocidad, un valor de 1,25 cm/s

La aceleración promedio se halla con el cambio de



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
1803

velocidad respecto al cambio de t , en este caso por ser movimiento rectilíneo uniforme el valor encontrado es 0

La pendiente de la gráfica de posición es igual en valor a la velocidad promedio, por lo tanto son iguales

Son iguales, ya que la pendiente de la velocidad es igual a cero, valor de la aceleración promedio

Caso 4

desde el cuadro 325 al cuadro 364.
en el punto (159.55 , 44.16) y el angulo de la horizontal es

desde el cuadro 325 al cuadro 364.

todo lo que se haga en el tracker se puede realizar manualmente.

la velocidad es constante en todo los puntos, y la aceleración como era de esperar es 0, es decir constante.



de 90,9°	en el punto (159.55 , 44.16) y el angulo de la horizontal es de 90,9°	La razón de cambio es constante.
un tubo de ensayo	un tubo de ensayo	la velocidad máxima,media y mínima. también en la aceleración puedo obtener la máxima, mínima y media.
la velocidad máxima,media y mínima. también en la aceleración puedo obtener la máxima, mínima y media	la velocidad máxima,media y mínima. también en la aceleración puedo obtener la máxima, mínima y media	la velocidad máxima,media y mínima. también en la aceleración puedo obtener la máxima, mínima y media.
el área bajo la curva de la velocidad es 1, y el área bajo la curva de la velocidad de la -4.86 x 10 a la menos 16. y el de la	el área bajo la curva de la velocidad es 1, y el área bajo la curva de la velocidad de la -4.86 x 10 a la menos 16. y el	el área bajo la curva de la velocidad es 1, y el área bajo la curva de la velocidad de la -4.86 x 10 a la menos 16. y el de la
en la de posicion y = A*t + B	de la	en la de posicion y = A*t + B
en la de velocidad vy = A*t + B	en la de posicion y = A*t + B	en la de velocidad vy = A*t + B



en la aceleracion $a_y = A*t + B$

en la de velocidad $v_y = A*t + B$

en la aceleracion $a_y = A*t + B$

B

en la aceleracion $a_y = A*t + B$

B

en la gráfica de velocidad lineal, en la gráfica de aceleración lineal y en la de posición lineal.

todo lo que se haga en el tracker se puede realizar manualmente.

$$y = A*t + B$$

de esta ecuación se puede obtener: el cambio de posición en cualquier tiempo y viceversa

Se obtuvo una gráfica lineal. La razón de cambio es constante, el significado físico de dicho valor es la velocidad



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

la ecuacion es $v_y = A \cdot t + B$
se obtuvo una gráfica lineal.
el valor es constante.
significa que al cuerpo que
esta en caída alcanza una
velocidad igual en todos los
tiempo

la ecuacion es $a_y = A \cdot t + B$
gráfica lineal.
es constante. si la velocidad
es constante la aceleración
también será constante.

De la grafica x-t
la razón de cambio de la
gráfica es la velocidad
promedio.



Dela grafica v-t
la razón de cambio de la
gráfica es la aceleración
promedio.

Tabla 24. Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 5 por cada sub-categoría.

Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 6(Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

Laboratorio 6

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS				Concepto de razón de cambio
	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental		
DOCUMENTAL	A.1	A.2.	B.1	B.2.	
laboratorio 6					
Caso 1	El análisis del vídeo se realizó en el intervalo inicial 312 y el final 348	El sistema de referencia se ubicó en el centro la parte inferior			<i>Posición en Y vs tiempo</i> El movimiento que se presenta es de calidad libre



en un movimiento de caída libre la aceleración es constante(al analizar el movimiento en el traker se debe tomar un objeto como referencia para una buena calibración del mismo y por ende resultados más concisos

Para la calibración del vídeo se tomó como referencia la distancia de un piso (2m) en un movimiento de caída libre la aceleración es constante(al analizar el movimiento en el traker se debe tomar un objeto como referencia para una buena calibración del mismo y por ende resultados más concisos

se debe realizar el análisis de vídeos cortos con poco intervalo entre cuadros para mejores gráfica y resultados

La posición es proporcional al t^2
La razón de cambio es constante (con un promedio de 75)
La grafica es u parábola
Ecuación de la grafica
 $y = A*t^2 + B*t + C$
 $A = -3,067E2$ /aceleración en $Y \text{ m/s}^2$
 $B = -3,192E1$ / velocidad inicial m/S
 $C = 4,446E2$ posición inicial en $Y \text{ m}$

la aceleración es constante
La velocidad es proporcional al t
La grafica es una línea recta



Ecuación de la gráfica

$$V_y = A \cdot t + B$$

A=-6,050E2 aceleración
m/s²

B=-4,042E1 Velocidad
inicial m/s

Razón de cambio posición y
tiempo= a la velocidad

Razón de cambio velocidad
y tiempo= ala aceleración
(promediando)

Caso 2

Se usó la herramienta para el
ajuste del vídeo (tamaño de
paso y número de cuadros a
analizar)
Se utilizó la herramienta de
calibración y fue ubicada en

Se eligió el vídeo
previamente hecho
Se usó la herramienta para el
ajuste del vídeo (tamaño de
paso y número de cuadros a
analizar)

Se eligió el vídeo
previamente hecho.

Posición en Y vs Tiempo: En
este caso se utiliza el cambio
de posición en Y porque el
objeto se mueve
verticalmente hacia abajo y



el espacio que queda verticalmente entre un piso y otro. (2 y 3 piso) dándole un valor de 1.00m

Se ubicó el sistema de coordenadas

Usamos la herramienta crear masa puntual y se elige el objeto a seguir. (bomba de agua color verde) luego se procede a marcar cada punto en cada cuadro elegido

Las gráficas a analizar son: Posición con respecto a el eje coordenado Y, Velocidad en y Y la aceleración en Y

Se utilizó la herramienta de calibración y fue ubicada en el espacio que queda verticalmente entre un piso y otro. (2 y 3 piso) dándole un valor de 1.00m

Se ubicó el sistema de coordenadas

Usamos la herramienta crear masa puntual y se elige el objeto a seguir. (bomba de agua color verde) luego se procede a marcar cada punto en cada cuadro elegido

Las gráficas a analizar son: Posición con respecto a el eje coordenado Y, Velocidad en y Y la aceleración en Y

el cambio en X no sería necesario en este análisis.

Velocidad en Y vs Tiempo:

Lo utilizamos para observar el cambio de la velocidad con respecto al tiempo, si es constante o no.

Aceleración en Y vs Tiempo:

Lo utilizamos para observar si se da algún cambio en la aceleración con respecto al tiempo, si es constante o no.

Posición en Y vs Tiempo:

Ajuste parabólico. $y = A*t^2 + B*t + C$

Ecuación de la gráfica: $Y_f = Y_i + V_i*t + 1/2 at^2$

Dónde:



Posición en Y vs Tiempo:

Ajuste parabólico. $y = A*t^2 + B*t + C$

Ecuación de la gráfica: $Y_f = Y_i + V_i*t + 1/2 at^2$

Dónde:

$A = V_i$; tiene un valor de $-2.951E0$ m/s que también equivale a $1/2 a$

$B = V_i$; tiene un valor de $1.666E0$ m/s

$C = Y_i$; tiene un valor de $-5.632E-2$ m

Velocidad en Y vs Tiempo:

Ajuste parabólico. $y = A*t^2 + B*t + C$

Ecuación de la gráfica: $Y_f = Y_i + V_i*t + 1/2 at^2$

Dónde:

Posición en Y vs Tiempo:

En este caso se utiliza el cambio de posición en Y porque el objeto se mueve verticalmente hacia abajo y el cambio en X no sería necesario en este análisis.

Velocidad en Y vs Tiempo:

Lo utilizamos para observar el cambio de la velocidad con respecto al tiempo, si es constante o no.

Aceleración en Y vs Tiempo:

Lo utilizamos para observar si se da algún cambio en la aceleración con respecto al tiempo, si es constante o no.

$A = V_i$; tiene un valor de $-2.951E0$ m/s que también equivale a $1/2 a$

$B = V_i$; tiene un valor de $1.666E0$ m/s

$C = Y_i$; tiene un valor de $-5.632E-2$ m

Velocidad en Y vs Tiempo:

Ajuste parabólico. $y = A*t^2 + B*t + C$

Ecuación de la gráfica: $Y_f = Y_i + V_i*t + 1/2 at^2$

Dónde:

$A = V_i$; tiene un valor de $-4.996E0$ m/s que también equivale a $1/2 a$

$B = V_i$; tiene un valor de $-4.869E-1$ m/s



$A = V_i$; tiene un valor de $-4,996E0$ m/s que también equivale a $1/2$ a

$B = V_i$; tiene un valor de $-4,869E-1$ m/s

$C = Y_i$; tiene un valor de $4,956E-1$ m

Aceleración en Y vs

Tiempo: lineal. $ay = A*t + B$

Ecuación de la gráfica: $V_f = V_i + at$

Dónde:

$A = V_i$; tiene un valor de $-1,015E1$ m/s

$B = V_f$; tiene un valor de $6,939E-17$ m/s

$C = Y_i$; tiene un valor de $4,956E-1$ m

Aceleración en Y vs

Tiempo: lineal. $ay = A*t + B$

Ecuación de la gráfica: $V_f = V_i + at$

Dónde:

$A = V_i$; tiene un valor de $-1,015E1$ m/s

$B = V_f$; tiene un valor de $6,939E-17$ m/s

La distancia recorrida por el cuerpo.

$6.88E-1$ m

El cambio de posición.

En el punto 2;6 = $3.91E-2$ m



La distancia recorrida por el cuerpo.

6.88E-1m

El cambio de posición.

En el punto 2;6 = 3.91E-2m

La velocidad promedio.

2.20E0 m/s

La aceleración o aceleración promedio.

5.17E0 m/s

La razón de cambio entre posición y tiempo

Punto 2: 2.58E-1 m

Punto 3: 1.29E-1 m

Punto 4: -2.58E-1 m

La razón de cambio entre velocidad y tiempo

Punto 2: -2.06E0 m/s

La velocidad promedio.

2.20E0 m/s

La aceleración o aceleración promedio.

5.17E0 m/s²

La razón de cambio entre posición y tiempo

Punto 2: 2.58E-1 m/s

Punto 3: 1.29E-1 m/s

Punto 4: -2.58E-1 m/s

La razón de cambio entre velocidad y tiempo

Punto 2: -2.06E0 m/s²

Punto 3: -3.09E0 m/s²

Punto 4: -5.41E0 m/s²

En la tercera gráfica de a vs t lo ideal es una línea recta porque la aceleración es



Punto 3: -3.09E0 m/s

Punto 4: -5.41E0 m/s

constante, pero se toma como error la marcación de la masa puntual que no se dio en el mismo punto siempre, además el movimiento del vídeo.

Caso 3

Se delimito los cuadros para realizar el análisis entre los cuadros 44 y 64, luego se fijó el sistema de referencia siendo el eje y sobre el cual el cuerpo realiza el desplazamiento, el sistema de referencia es negativo para dicho desplazamiento, luego se calibra el vídeo con una medida de 120 cm como medida base de lo que es un

Se delimito los cuadros para realizar el análisis entre los cuadros 44 y 64, luego se fijó el sistema de referencia siendo el eje y sobre el cual el cuerpo realiza el desplazamiento, el sistema de referencia es negativo para dicho desplazamiento, luego se calibra el vídeo con una medida de 120 cm como medida base de lo que es un

El análisis del vídeo permite poner a prueba los conocimientos adquiridos en el tracker, se presentan dificultades para realizar el análisis debido a como aparecen las gráficas lo cual pone en duda el trabajo realizado con las mismas, además a como aparecen es difícil encontrar un ajuste con el cual se permita extraer

Ecuación posición Vs tiempo (y Vs t)

$$y = -3,865E2 \text{ cm/s}^2 *t^2 + -4,053E2 \text{ cm/s} *t + 2,666E1 \text{ cm}$$

Ecuación velocidad Vs tiempo (vy Vs t)

$$vy = -3,865E2 *t^2 + -4,458E2 *t + 2,666E1$$



pasamos de piso, luego se procede a marcar la masa puntual en el desplazamiento del objeto, después de esto se realizan y analizan las gráficas con respecto al movimiento en y

El análisis del vídeo permite poner a prueba los conocimientos adquiridos en el tracker, se presentan dificultades para realizar el análisis debido a como aparecen las gráficas lo cual pone en duda el trabajo realizado con las mismas, además a como aparecen es difícil encontrar un ajuste

pasamos de piso, luego se procede a marcar la masa puntual en el desplazamiento del objeto, después de esto se realizan y analizan las gráficas con respecto al movimiento en y

la ecuación y los valores de la misma.

Ecuación aceleración Vs tiempo (ay Vs t)

$$-6,501E2 \text{ cm/s} = a_y * t + 3,729E1 \text{ cm/s}$$

La distancia recorrida es: -1.06E2 cm

El cambio de posición es: 394,453 cm

La razón de cambio entre posición y tiempo es igual al valor de la velocidad instantánea en cada punto de la gráfica.

La razón de cambio entre velocidad y tiempo es variable, no se encuentra relación con ninguna de las demás variables



con el cual se permita extraer la ecuación y los valores de la misma.

Caso 4

Como primer paso, después de haber hecho el vídeo, abrí el vídeo en el software tracker e hice una selección de la parte que quería analizar del vídeo, escogí desde el cuadro 312 al 352, luego puse el sistema de referencia en $x= 354.03$ $y=1059.21$ eventualmente ubiqué la barra de calibración y le di un valor de 100cm. En un paso siguiente cree una masa puntual y con la tecla shift y haciendo click se fueron

Como primer paso, después de haber hecho el vídeo, abrí el vídeo en el software tracker e hice una selección de la parte que quería analizar del vídeo, escogí desde el cuadro 312 al 352, luego puse el sistema de referencia en $x= 354.03$ $y=1059.21$ eventualmente ubiqué la barra de calibración y le di un valor de 100cm. En un paso siguiente cree una masa puntual y con la tecla shift y haciendo click se fueron

En el tracker se puede hallar velocidad, distancia y aceleración con bastante precisión siempre y cuando se le den unos valores aproximados a los reales, entre más acercados mejor serán los resultados.

En la primera gráfica de posición la gráfica tiende a una parábola, empieza en una posición de 439.963 y termina en 5.824

La grafica de velocidad muestra un aumento cada que el tiempo transcurre.

La gráfica de aceleración muestra que la aceleración muestra no tiene un aumento constante y que de hecho desacelera.



creando los puntos para las gráficas. El tamaño de paso que utilicé fue de 2. Luego procedí a hacer el análisis de las gráficas.

En la primera gráfica de posición la gráfica tiende a una parábola, empieza en una posición de 439.963 y termina en 5.824

La grafica de velocidad muestra un aumento cada que el tiempo transcurre.

En el tracker se puede hallar velocidad, distancia y aceleración con bastante

creando los puntos para las gráficas. El tamaño de paso que utilicé fue de 2. Luego procedí a hacer el análisis de las gráficas.

En el tracker se puede hallar velocidad, distancia y aceleración con bastante precisión siempre y cuando se le den unos valores aproximados a los reales, entre más acercados mejor serán los resultados.

Para la ecuación de posición vs tiempo la ecuación es:

$$y = A*t^2 + B*t + C$$

donde A= -2,168E2,
B= -1,561E2 y C= 4,734E2

A=(1/2)aceleración

b= velocidad inicial

t=tiempo

C=posición inicial

Valores en centímetros

Para la gráfica de velocidad

vs tiempo la ecuación es:

$$v_y = A*t + B$$

A=aceleración

b= velocidad inicial

t=tiempo

donde A = -3,589E2 y

B= 5,188E2



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

precisión siempre y cuando
se le den unos valores
aproximados a los reales,
entre más acercados mejor
serán los resultados.

Valores en centímetros

Para la gráfica de
aceleración vs tiempo la
ecuación es:

$$ay = A*t + B$$

A=aceleración

B= velocidad inicial

t=tiempo

donde $A = 2,705E3$ y $B = -2,308E3$

Valores en centímetros

La distancia recorrida por el
cuerpo es de 399cm.

El cambio de posición es de
423.796 cm

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



La velocidad promedio es de -3.64.6cm/s

La aceleración promedio es de -246cm/s²

La razón de cambio entre posición y tiempo es de -397cm/s

La razón de cambio entre velocidad y tiempo es de -399cm/s²

Tabla 25. Reducción de datos de las respuestas de los laboratorio 6 por cada sub-categoría.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

SUB-CATEGORIAS

1 8 0 3



REVISIÓN DOCUMENTAL laboratorios	Instrumentalización A.1	Instrumentación A.2.	Orquestación instrumental B.1	Concepto de razón de cambio B.2.
Caso 1	<p>El primer acercamiento de forma directa hacia el Software Tracker, por medio del laboratorio 3, deja como evidencia como se apodera de terminados elementos de este y les da una función clara, a partir de sus limitaciones y posibilidades de estos, realizando una buen inicio a la instrumentalización .</p> <p>Con el laboratorio 4, se ve cómo va mejorando en la utilización de Software, como integra nuevos elementos de este en el análisis realizado del vídeo, pero no los domina en su totalidad o de forma correcta.</p>	<p>A partir de las respuestas dadas del laboratorio 3, se puede observar cómo se empiezan a ver esquemas de uso, cuando deja claro que la utilidad que tienen de terminados elementos y sus posibles variantes.</p> <p>En el laboratorio 4, en comparación del trabajo anterior no hay un avance significativo en los esquemas de uso, a pesar de que integra más elementos a su trabajo, pero no se apropiado de estos.</p> <p>En el trabajo realizado en el laboratorio 5, se ve como repite el lugar donde coloca el sistema de referencia y</p>	<p>En las respuestas que da, en los diferentes laboratorios muestra que se está cumpliendo con el objetivo que tiene la relación entre las guías de trabajo y el link de Google Docs para cada uno de estos, combinada con los vídeos y el software Tracker.</p>	<p>En la primera actividad práctica (laboratorio 3) con el Software Tracker, se ve inicios del concepto de razón de cambio, pero no hay una claridad con este concepto.</p> <p>En la solución del laboratorio 4, no hay un avance en el concepto de razón de cambio, no lo relaciona entre gráficas y otros conceptos. También se observa otros errores conceptuales, como son el manejo de unidades y la comprensión en las ecuaciones de movimiento.</p> <p>En el laboratorio 5, se encuentra que el concepto de razón de cambio está bien</p>



Para el trabajo realizado con el laboratorio 5, deja claro que utiliza todos elementos, que necesitan del Software Tracker para un análisis de vídeo, pero aún le falta interiorizar la herramienta estadística y relación de las ecuaciones que da el Software con la teóricas de cinemática.

En el laboratorio 6, muestra que utiliza todos elementos, que necesitan del Software Tracker para un análisis de vídeo.

como calibra el vídeo, entre otros elemento, mostrando a si ya un esquema de uso más definido.

Para el laboratorio 6, se ve de nuevo el mismo esquema de uso que utilizo, en los dos anteriores.

A partir del laboratorio 4 y 5 ya mostraba un es quema de uso, a hora en el laboratorio 6 lo complementa y ratifica el trabajo realizado anteriormente.

trabajado, aplicado e interiorizado.

A partir de laboratorio 6, cuando haya la gráfica de Y vs t, dice que la razón de cambio es constante, por medio de un promedio, siendo esto confuso. Pero después muestra la razón de cambio de la gráfica posición vs tiempo, es la velocidad. También la razón de cambio de la gráfica velocidad vs tiempo, es la aceleración de forma correcta. Mostrando así que tiene claro el concepto.

Caso 2

Se ve como empieza en el laboratorio 3, a utilizar los diferentes elementos de los Software Tracker e inicia con su aplicación, iniciando a si la etapa de instrumentalización

Hace aplicaciones en el laboratorio 3 y utiliza algunos elementos del Software, pero hay esquemas de uso claros.

En las respuestas que da, muestra que se está cumpliendo con el objetivo que tiene la guía de trabajo y el link de Google Docs, combinada con el vídeo y el software Tracker.

En este primer acercamiento (laboratorio 3) con el software, reconoce que se pueden trabajar muchos conceptos, entre ellos la razón de cambio, pero aun no los tiene claros.



En el laboratorio 4, introduce nuevos elementos al análisis del movimiento, por medio del Software, pero no los interioriza, ya que no tiene claro cuál es la información que puede obtener de ellos y los resultados que presentan no tienen ningún significado físico, pues no tiene unidades.

En el trabajo realizado en el laboratorio 5, muestra que interioriza elementos, que no lo había hecho en el anterior. Pero otros elementos, de los cuales obtiene algunos resultados no muestra sus unidades, perdiendo así su significado, mostrando con esto que hay elementos que le falta comprensión de ellos.

Al igual que en el laboratorio anterior, en el 4, presenta en su trabajo nuevos elementos en su análisis del vídeo, pero no da muestra de esquemas de uso.

En laboratorio 5, interioriza nuevos elementos los aplica en el análisis de vídeo y mostrando sus potencialidades, además muestra inicios claros de esquema de uso.

En el trabajo realizado en el laboratorio 6, deja muy claro como fue el esquema de uso utilizado y confirmando lo realizado en el laboratorio anterior.

En los conceptos trabajados en el laboratorio 4, no muestra avance en ellos, pero específicamente en el concepto de razón de cambio, muestra que comienza a entenderlo, con idea todavía vaga de este.

El concepto de razón de cambio en el laboratorio 5, aparece de una forma contundente y clara, mostrando una aplicación de él y dando a entender que el concepto ya lo interiorizo.

Al igual que en el laboratorio anterior, en este (laboratorio 6), expresa el concepto de razón de cambio y la información que puedo obtener de ella, mostrando claridad en el concepto.



En el trabajo realizado en el laboratorio 6, utiliza todas las herramientas dispuestas para el análisis de vídeo, mostrando como utilizo cada una de ellas, pero todavía con una dificultad, con el resultado de las ecuaciones de las gráficas.

Caso 3

Hay un reconocimiento de los elementos que se están utilizando en el laboratorio 3, pero todavía no hay una apropiación de estos, le falta profundizar en ellos, está en un inicio de la etapa de instrumentalización.

En el laboratorio 4, está demostrando manejar bien los diferentes elementos del Software Tracker, como ya los interiorizo y como deja claro que resultados obtuvo de estos. Pero lo único que le

Hay un acercamiento al software, realiza las aplicaciones del laboratorio 3 que se pretendían en el trabajo, pero no muestra esquemas de uso claros.

En el laboratorio 4 muestra una estructura de trabajo clara, que da a entender un esquema de uso más sólido que en el laboratorio anterior, dejando claro como utiliza los elementos del Tracker y que información está obteniendo de esta.

En las respuestas que da, muestra que se está cumpliendo con el objetivo que tiene la guía de trabajo y el link de Google Docs, combinada con el vídeo y el software Tracker.

En el laboratorio 6, no termina el trabajo completo.

Con el primer acercamiento al software Tracker (laboratorio 3), y las respuestas de la guía, hay indicios que dan a entender que utiliza el concepto de razón de cambio pero no de un forma clara.

En el en el resultado obtenido con el trabajo realizado con el laboratorio 4, demuestra que utiliza el concepto de razón de cambio para encontrar los valores de velocidad y aceleración, pero



falta es relacionar el resultado de las ecuaciones encontradas con el software con las teóricas.

Al igual que en el laboratorio anterior, en este (laboratorio 5), demuestra claramente el manejo y comprensión de los diferentes elementos del Software, para que sirven y la información que puede obtener de ellos, en esta oportunidad trabaja un poco más con las ecuaciones y les da más sentido físico y claridad a estas.

En el laboratorio 6, hay un retroceso en el trabajo que venía realizando en los laboratorios anteriores, comete un error a la hora de marcar los puntos y la construcción de las gráficas,

En el laboratorio 5, muestra características de su forma de trabajo, mostrando su esquema de uso ya más consolidado, el cual ya lo había presentado en gran parte desde el laboratorio anterior.

Desde los dos laboratorios anteriores el esquema de uso está definido, en este laboratorio (laboratorio 6), continúa con la misma forma de trabajo, no hay cambios significativos.

no relaciona la razón de cambio de las gráficas con su significado físico. Mostrando a si no tener una interiorización total del concepto.

En el trabajo realizado en el laboratorio 5, se deja claro la utilización del concepto de razón de cambio y su interiorización, en este ya relaciona el concepto dentro de las gráficas con su significado físico.

En el laboratorio 6, no termina completo el trabajo, comete un error en la construcción de las gráficas y no le permite aplicar correctamente el concepto de razón de cambio, lo aplica bien con relación a la



impidiendo así, la buena adquisición de la información.

velocidad y no con la aceleración.

En el laboratorio 3, tiene claro para que sirven algunos elementos del software Tracker y reconoce otros, pero no se apropiado de todos ellos, mostrando que está en una etapa inicial de instrumentalización

Reconoce posibles aplicaciones de los elementos que tiene el software trabajados el laboratorio 3, pero no hay esquemas de uso claro en su trabajo.

En las respuestas que da, muestra que se está cumpliendo con el objetivo que tiene la guía de trabajo y el link de Google Docs, combinada con el vídeo y el software Tracker.

En el primer acercamiento al software Tracker (laboratorio 3), se ve como reconoce una gran cantidad de conceptos, e implícitamente se ve la razón de cambio, pero todavía hay confusión en algunos de ellos.

Caso 4

En el trabajo realizado en el laboratorio 4, no muestra avance en comparación, del anterior, ya que presenta las mismas condiciones, reconoce los elementos, los aplica pero no hay una interiorización de ellos.

En laboratorio 4, realiza las aplicaciones pertinentes para este trabajo, pero no hay apropiación de ellas y no hay muestra de esquemas de uso.

En el trabajo desarrollado en el laboratorio 4, no muestra tener entendimiento del concepto de razón de cambio de forma clara.

En el laboratorio 5, muestra como utiliza todos elementos del Software Tracker necesarios para este

En el trabajo elaborado a partir de laboratorio 5, empieza a verse un esquema de uso que se repite desde el laboratorio anterior, a partir de los elementos del Software que ya los tiene interiorizados.

El concepto de razón de cambio aparece de forma clara en el laboratorio 5, donde lo aplica de forma correcta y donde relaciona las gráficas con su significado físico, mostrando



laboratorio y mostrando un manejo efectivo de este y la interiorización de la mayoría de estos.

En el laboratorio 6, se muestra un entendimiento completo de los diferentes elementos del Software Tracker utilizados para el análisis de vídeo, la interiorización de ellos y la información efectiva que obtiene de estos.

Muestra deforma explícita cual es el esquema de uso que utiliza con el Software Tracker en el laboratorio 6, a partir de la solución del este y la interiorización de cada uno de los elementos en la solución de este.

que ha interiorizado el concepto.

Las respuestas encontradas en el laboratorio 6, muestran el concepto de razón de cambio bien aplicado y con una interiorización de este concepto.

Tabla 26. Síntesis interpretativa de cada Caso a cada sub- categoría a partir de los laboratorios.

Luego de la Síntesis interpretativa para cada Caso y por cada sub-categoría y a partir de los resultados encontrados en los laboratorios, se realiza el mismo procedimiento pero para la información inferida desde cada Caso a cada categoría presente en estos, la cual se presenta en la siguiente tabla.



REVISIÓN DOCUMENTAL laboratorios	CATEGORIAS	
	Génesis Instrumental A	Proceso de aprendizaje B.
Caso 1	Se puede observar cómo ha pasado por una buena instrumentalización, donde en cada uno de los laboratorios, adquiriría nuevos elementos su trabajo y le daba sentido a ellos dentro de este, con una apropiación de casi todos los elementos del Software Tracker de una forma muy clara, exponiendo a demás sus potencialidades y presentando como utilizarlos, dejando claro además su esquema de uso.	En el proceso de solución de los laboratorios, se observa como para lograr los objetivos de cada uno, fue utilizando e integrando cada uno de los elementos dispuestos para estos, dándole sentidos a la orquestación instrumental propuesta para cada clase. Con este proceso también se deja evidenciar como el concepto de razón de cambio evoluciona, en los laboratorios 3 y 4, no hay un entendimiento claro del concepto y a partir del laboratorio 5, el concepto fue bien aplicado e interiorizado.
Caso 2	Dentro de su proceso, muestra como en cada uno de los laboratorios realiza el proceso de instrumentalización, adquiriendo e interiorizando en cada uno de ellos elementos del software Tracker, solo hay un elemento que no dejo clara su utilización (las ecuaciones de las gráficas) y como la misma vez va generando su propio esquema de uso, donde en cada laboratorio le va adicionando elementos y no lo deja bien definido si no hasta la solución del laboratorio 6.	En el trabajo practico realizados con los laboratorios, se hace una buena orquestación instrumental, cumple con los objetivos propuestos para cada trabajo práctico, apoyado en todos los elementos dispuesto para esto. A demás en este proceso va adquiriendo a partir de lo anterior, el concepto de razón de cambio, de una forma paulatina, ya que a partir del laboratorio 4 inicia a verse reflejado este concepto y los restantes que se afianza este y es interiorizado.
Caso 3	En su proceso de instrumentalización a partir de los laboratorios 4 y 5, reconoce y utiliza todos elementos del Software Tracker, de una forma correcta, ya que obtiene la información necesaria y suficiente de cada uno de sus elementos. A demás muestra de forma clara como los utiliza,	El proceso de orquestación instrumental, lo realiza de forma satisfactoria, puesto que el laboratorio 6 no lo termina, a pesar de que utiliza todos los elementos dispuestos para él. En los anteriores laboratorios cumplió con los objetivos de estos y utilizo todos los elementos dispuestos para ello, haciendo en



	mostrando que posee un esquema de uso determinado. Pero en el laboratorio 6, comete un error en el análisis del vídeo, dejando una duda sobre el manejo efectivo y correcto del software Tracker.	estos un buen proceso de orquestación instrumental. Además, el concepto de razón de cambio lo interiorizo de una forma progresiva, puesto que encada laboratorio fue mostrando el avance con respecto al concepto, en las respuestas que daba en estos.
Caso 4	Muestra con claridad su proceso de instrumentalización, en el laboratorio 3 y 4 no hay un avance notorio en la apropiación de los elementos del Software Tracker, en el laboratorio 5, hay una avance considerable, como va utilizando los elementos del Software Tracker y en el 6 ya se apropia de estos mostrando un trabajo efectivo con ellos y llegando a la construcción de un esquema de uso del software, para el análisis de vídeo de cuerpos en movimiento, propuestos en esta serie de clases.	En lo referente al proceso de orquestación instrumental, utiliza todos los elementos dispuesta para cada sesión de clase y solución de los laboratorios, cumpliendo además con los objetivos que se tenía cada uno de estas(os), haciendo este proceso de forma exitosa y permitiendo también la construcción e interiorización del concepto de razón de cambio de una forma progresiva y efectiva, a partir de cada uno de los laboratorios realizados. Como se pudo observar en los laboratorios 3 y 4 no fue muy visible el concepto, pero el 5 y 6 fue precisa y contundente la apropiación del concepto.

Tabla 27. Síntesis interpretativa de cada Caso a cada categoría presente en laboratorios.

Para terminar la síntesis interpretativa de información inferida en los laboratorios, se realiza en la siguiente tabla una recapitulación de lo encontrado en la tabla #24 para cada categoría de la investigación, reuniendo en esta todos los Casos estudiados y llegar a una interpretación general.



REVISIÓN DOCUMENTAL laboratorios	CATEGORIAS	
	Génesis Instrumental A	Proceso de aprendizaje B.
Se agrupan todos los Casos	El proceso realizado por cada caso de instrumentalización es diferente, pero todos realizan este proceso de forma paulatina y paso a paso, a partir del trabajo realizado con cada laboratorio, unos con más claridad que otros, pero todos logran el manejo de los elementos del Software Tracker de forma efectiva, apropiándose de estos, encontrando sus potencialidades y debilidades. A partir de esta construcción individual, cada uno encuentra su esquema de uso dándole una instrumentación particular al Software Tracker en el análisis de vídeos de los cuerpos en movimiento que se propusieron encada sesión de clase y laboratorio para esta.	En el trabajo realizado a partir de las clases y laboratorios, se encuentra como cada uno de los casos, realiza de forma autónoma la orquestación instrumental, utilizando todos los elementos dispuestos para estas(os), logrando lo objetivos que se pretendían para cada una(o). Con este proceso se logra que cada uno de ellos interiorice el concepto de razón de cambio, el cual se logró de forma progresiva, ya que este fue evolucionando para cada caso de forma diferente, el cual se pudo verificar con la solución de cada laboratorio.

Tabla 28. Síntesis interpretativa inferida desde todos los casos presente en los laboratorios.

Vídeos de la intervención

Se realiza la filmación de cinco (5) clases de la intervención, todas estas en la sala de sistemas, donde en el registro fílmico que se hace de estas, se efectúa un énfasis al observar los estudiantes, en particular a los Casos en la interacción con el docente, con los compañeros y con todos los documentos dispuestos para la clase, además tratar de ver como como realizan la instrumentalización y la instrumentación del Software Tracker. Como sucedió con los instrumentos anteriores de la investigación, se realiza una reducción de los registros de vídeo de cada clase, la cual se presenta de la tabla # a la tal (ver anexo) y esta para cada sub-categoría de la investigación, luego se pasa a una síntesis interpretativa a partir de estas para de cada Caso, la cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla #: Reducción de datos del registro tomado de los vídeos (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

Clase 3

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS			Concepto de razón de cambio
	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	
DOCUMENTAL vídeos clase 3	A.1	A.2.	B.1	
Caso 1				Dice el docente: nosotros hemos trabajado algo en clase algo que es muy importante a la hora del análisis de un movimiento



Caso 2

¿La única grafica que se puede modificar es la tercera?

Docente: No, puedes modificar cualquiera, si quiero modificar la primera le doy clic, simplemente en el eje en el nombre del eje, por le voy colocar velocidad angular, listo y mira la gráfica que sale.(09:08 C3 v5)

¿Qué es? **responde** el punto de referencia. Docente: El punto de referencia o el sistema de referencia. (10:54 Clase 3 v4)

Y al momento de hacer un análisis de la gráfica, por ejemplo cuando aparece pues lo de la función, ¿es necesario que la persona sepa ya? O tenga un conocimiento previo de la función, porque el software no da más opciones, no da una opción para la gráfica sino que tiene que ser la que uno le ponga.

Docente: Ahí está la opción cierto, ósea ahí una construcción de la gráfica de



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

un movimiento, entonces tenemos que tener unos conocimientos previos en qué tipo de función estamos hablando porque digamos que solo tenemos aquí la mitad de la gráfica cierto? Esta mitad podríamos decir que esto es como una U hacia abajo entonces es una parábola, entonces podríamos estar yéndonos a parábola cual es la que acerca más a esa función. (09:54 C3 v5)



Caso 3

¿en qué unidades trabaja el software?. Docente: en que unidades, habría que mirar la opciones de unidades, por lo regular esta en métricas, en metros (15:35 Clase 3 vídeo 1)

¿Qué capacidad tiene Mega?
Docente: Mega tiene 50 Gb de capacidad y es gratuito, entonces puedes descargar el pro y guardar archivos ahí
¿Qué tan seguro es? No se, al ser gratuito no se que seguridad tiene de que les espíen a usted los archivos
¿Qué tan seguro es? (03:33 C3v3)

Caso 4

Profe usted había dicho que por defecto el Tracker en la primera grafica colocaba el tiempo con la posición en X, la segunda grafica es el tiempo con la posición en Y, la tercera grafica?

pregunta: profe me repite la pregunta: profe me repite la dice al docente: Me repite los datos o los resultados que nos muestra el análisis de la grafica usted dijo que ahí mostraba la ecuación de la grafica.



Docente responde: la tercera grafica vuelve y repite el eje X, es ahí donde usted toma la decisión de acuerdo al análisis que usted este haciendo que variable pone ahí. (24:54 C3 v4)

Pregunta: el tracker me permite hacer una análisis a partir de un vídeo solo si tengo un vídeo o puedo yo colocar los datos que ya tenga y me muestra las grafías?

Docente: Habría que mirar pero yo creo que si se puede porque por aquí.
(25:12 C3 v4)

Docente: El docente le explica al estudiante Por ejemplo lo que dije ahorita fue: que supusiéramos que estábamos solamente con esta parte, que se sería una parábola cóncava hacia abajo ¿cierto?, que cual era la función si nos estamos imaginado que es una parábola entonces seleccionamos la opción “Parábola” nos va a escribir la ecuación general de la parábola, entonces como yo marque estos datos ,me hizo un ajuste a la gráfica, con esos datos me está diciendo que **A** vale -3,833 que **B** vale



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Docente: Ahí unas opciones de constructor de datos y aparece este cuadro de dialogo, entonces miren que yo puedo colocar una expresión y mirar cómo puedo cambiar esta masa, darle otro nombre, definir variables en fin eso se puede hacer , cambiar la figura, hay varias cosas que pueden hacer ahí, bueno (00:05 C3 v5)

dice al docente: Me repite los datos o los resultados que nos muestra el análisis de la gráfica usted dijo que ahí

19,988 y que **C** vale -3,672 y esos son los que yo reemplazo en esta grafica **A,B,C** para dar la ecuación general de esa grafica o del movimiento. .(11:58 C3 v5)

1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

mostraba la ecuación de la gráfica.

Docente: El docente le explica al estudiante Por ejemplo lo que dije ahorita fue: que supusiéramos que estábamos solamente con esta parte, que se sería una parábola cóncava hacia abajo ¿cierto?, que cual era la función si nos estamos imaginado que es una parábola entonces seleccionamos la opción “Parábola” nos va a escribir la ecuación general de la parábola, entonces como yo marque estos datos ,me hizo un ajuste a la gráfica, con



esos datos me está diciendo que **A** vale -3,833 que **B** vale 19,988 y que **C** vale -3,672 y esos son los que yo reemplazo en esta grafica **A,B,C** para dar la ecuación general de esa grafica o del movimiento. (11:58 C3 v5)

Tabla 29. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 3.

Tabla #: Reducción de datos del registro tomado de los vídeos (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

Clase 4

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS			
	DOCUMENTAL vídeos clase 4	Instrumentalización A.1	Instrumentación A.2.	Orquestación instrumental B.1



Tiene abierto el Software Tracker y que está buscando el vídeo para abrirlos y analizarlo. (03:51 C4 V2)

Tiene el Tracker en funcionamiento, tiene el vídeo abierto para realizar el análisis (01:54 C4 V4)

Caso 1

le dice ¿Por qué la última grafica esta repetida? (00:05 C4 V5)

Se ve como utiliza maga (09:08 Clase 4 Vídeo 1)

Tiene abierto el Software Tracker y que está buscando el vídeo para abrirlos y analizarlo. (03:51 C4 V2)

Tiene el Tracker en funcionamiento, tiene el vídeo abierto para realizar el análisis (01:54 C4 V4)

Está montando un archivo a mega (08:41 C4 V5)

le dice ¿Por qué la última grafica esta repetida?

Docente: Tenemos la masa, estamos trabajando con un masa, tiempo y posición en X, en Y. ¿Qué quieres mirar? , si quieres mirar la aceleración, o la velocidad en este vídeo estamos mirando que tipo de movimiento tiene entonces podría ser la velocidad qué características tiene, entonces magnitud de la velocidad ¿cierto? O si quieres comparar la velocidad con la posición en X, mirar en X si la velocidad es constante, entonces dale clic más bien aquí, esta



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

última velocidad en X, ahí esta velocidad en Y, y que podríamos entonces decir ..Esa velocidad es como ¿constante?, ¿variable?.

Responde que la velocidad es variable

Docente: Porque lo otro es mirar las unidades ¿En qué unidades esta?. (00:05 C4 V5)

No entiendo la decima pregunta?

El docente le responde: en el trabajo usted que hizo, si se puede trabajar la definición de posición, de trayectoria, desplazamiento, si se puede?



Responde que si.

Docente: la idea es como se evidencian esos conceptos, en que partes podrán ser evidenciados. Si en estos momentos no la tienes clara pero si se puede. (00:03 C4 V6)

Caso 2

Tiene el Tracker en funcionamiento, ya abrió el vídeo y lee la guía para continuar el trabajo(01:11 C4 V4)

Tiene abierto la pantalla en el análisis de gráficas y le está cambiando la variable a un eje (05:27 C4 V4).

Se ve como en pantalla tiene abierto la guía de laboratorio 3, la lee y toma apuntes(00:03 C 4 V 2) bis (06:24 C4 V2)

Tiene el Tracker en funcionamiento, ya abrió el vídeo y lee la guía para



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Está montando un archivo a mega, vuelve al Tracker y tiene una gráfica en pantalla y la tabla de datos (08:55 C4 V5)

continúa el trabajo(01:11 C4 V4)

Tiene abierto la pantalla en el análisis de gráficas y le está cambiando la variable a un eje (05:27 C4 V4).

Está montando un archivo a mega, vuelve al Tracker y tiene una gráfica en pantalla y la tabla de datos (08:55 C4 V5)

Pregunta ¿grabamos todo esto? El docente responde solo lo que hizo con el Tracker, está listo, entonces de le cerrar, lo guardasen una



carpeta y lo montas de una
ves a Mega. (09:35 C4 V5)

Respondiendo las preguntas
del formulario, con las
respuestas del laboratorio 3 y
apoyándose en el trabajo
realizado en el Tracker.
(03:25 C4 V6)

Caso 3

Se ve como en pantalla tiene
está abriendo el software
Tracker, atrás de este tiene
abierto el laboratorio 3.
(03:47 C4 V2)

Tiene el Tracker abierto está
buscando el vídeo (00:02 C4
V3)

Se ve en pantalla cómo ve el
vídeo que se va analizar y
utiliza mega (01:21C 4 2)

Se ve como en pantalla tiene
está abriendo el software
Tracker, atrás de este tiene
abierto el laboratorio 3.
(03:47 C4 V2)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Lee el laboratorio 3 y lo aplica en el Tracker Tiene el Tracker abierto está buscando el vídeo (00:02 C4 V4)

Tiene realizadas las gráficas de movimiento del cuerpo (08:42C4 V5)

Respondiendo las preguntas del formulario, con las respuestas del laboratorio 3 y apoyándose en el trabajo realizado en el Tracker. (03:04 C4 V6)

Tiene el Tracker abierto está buscando el vídeo (00:02 C4 V3)

El CamStudio no le quiere funcionar está abriendo el Software Tracker (01:15 C4 V3)

Lee el laboratorio 3 y lo aplica en el Tracker Tiene el Tracker abierto está buscando el vídeo (00:02 C4 V4)

Tiene realizadas las gráficas de movimiento del cuerpo (08:42C4 V5)



Caso 4

Está abriendo el Software Tracker (05:15 C4 V2)

Tiene el Tracker abierto está buscando el vídeo (00:49 C4 V3)

Dividió la pantalla en dos, tiene el laboratorio 3 y el Tracker y en este está ajustando el sistema de referencia. (03:50 C4 V4)

Respondiendo las preguntas del formulario, con las respuestas del laboratorio 3 y apoyándose en el trabajo realizado en el Tracker. (03:04 C4 V6)

se voltea y le dice que le de opciones, opciones de vídeo Microsoft vídeo Windows M1 y al momento de dar clic el software queda operativo, de igual manera se desplaza para el computador número 4 y realiza la misma operación que se realizó con el pc número 2, se desplaza hasta el fondo del salón preguntando a cada uno de



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

los estudiantes que si ya les está funcionando el programa, se desplaza por el lado derecho verificando y se devuelve preguntándole a los estudiantes del lado izquierdo a quien no le funciona y verifica cada uno de los estudiantes que elevaron la mano, el docente se pasa para el lado derecho para donde el estudiante del computador numero 1 ya que presenta problemas como los anteriores casos, de nuevo el docente se desplaza por el centro del salón y retoma la clase explicando de nuevo que se abrió el CamStudio se



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

acercas a un estudiante para
mirar la pantalla del
computador cuando se
ingresa por la opción vídeo,
opciones de vídeo Microsoft
vídeo Windows M1

se ve como utiliza mega
(02:11 C4 V2)

Está abriendo el Software
Tracker (05:15 C4 V2)

Tiene el Tracker abierto está
buscando el vídeo (00:49 C4
V3)

Dividió la pantalla en dos,
tiene el laboratorio 3 y el



Tracker y en este está ajustando el sistema de referencia. (03:50 C4 V4)

Termino el trabajo y está montando el vídeo a Mega (16:57 C4 V5)

Tabla 30. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 4.

Reducción de datos del registro tomado de los vídeos (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

Clase 5

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS			Concepto de razón de cambio
	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	
DOCUMENTAL vídeos clase 5	A.1	A.2.	B.1	B.2.



Caso 1

Tiene en la pantalla, atrás a Mega, el Tracker, ya con el vídeo cargado (01:21 C5 V2) pregunta: para poner el sistema de referencia cuando la cámara se mueve mucho. El docente le dice que busque un punto donde el vídeo se encuentre estable ... y que no tiene necesidad de evaluar todo el movimiento si no un parte de este. (05:24 C5 V2)

En pantalla tiene el laboratorio atrás, adelante tiene el Tracker, con el vídeo ya limitado y con el sistema de referencia ubicado.

Se observa en pantalla atrás el laboratorio, al frente el Tracker, ya delimitado los cuadros del vídeo, estableció el sistema de referencia, lo calibro, pero borro los puntos para hacer el análisis de vídeo y volvió colocar el cuerpo como una masa puntual. (02:32 C5 V3)

Tiene en la pantalla, atrás a Mega, el Tracker, ya con el vídeo cargado (01:21 C5 V2) Está resolviendo el formulario (04:09 C5 V4)

Pregunta a partir de la tabla inicial de datos, la pregunta 4, que se refiere a que gráficos tiene sentido en el análisis de este laboratorio. El docente le da respuesta a partir de las gráficas de un compañera (el no grabo lo realizado antes de cerrar el CamStudio y entro en conflicto con el Tracker). (04:16 C5 V4)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Pregunta que ¿cuál debe ser la medida para calibrar el vídeo? El docente le responde que los cuadros del piso del vídeo tienen 1,50 m. (11:30 C5 V2)

Se observa en pantalla atrás el laboratorio, al frente el Tracker, ya delimitado los cuadros del vídeo, estableció el sistema de referencia, lo calibro y en este momento está marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo (16:48 C5 v2) (19:31 C5 v2)

1 8 0 3



Se observa en pantalla atrás el laboratorio, al frente el Tracker, ya delimitado los cuadros del vídeo, estableció el sistema de referencia, lo calibro, pero borro los puntos para hacer el análisis de vídeo y volvió colocar el cuerpo como una masa puntual. (02:32 C5 V3)

Caso 2

le dice al docente que no sabe que trayectoria definir, le muestra en la pantalla como se mueve el cuerpo. El docente le dice que escoja un punto inicial y que el cuerpo se mueva y vuelva a ese punto, no tiene que ser el vídeo completo. El alumno

Tiene en pantalla de forma maximizada la ventana de análisis de las gráficas y está tomando nota en una hoja de la información que observa en pantalla. (03:06 C5 V3)

Pregunta con respecto a la solución de la tabla de datos inicial y que hace referencia al punto 4 ¿Que gráficos tienen sentido en el análisis de este laboratorio?, entonces le muestra la respuesta que dio y el docente la lee y le



responde a bueno y asiente con la cabeza que entendió. (07:21 C5 V2)

Se observa en pantalla como en el Tracker, como delimito el vídeo, estableció el sistema de referencia, lo calibro y en este momento está marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo (16:15 C5 v2)

Se ve en pantalla un buen trabajo realizado con la manipulación del software Tracker, ya que para el movimiento que se está analizando obtuvo un muy buen gráfico, se nota un buen

dice que esta correcta. (18:52 C5 V2)

Pregunta que si ¿el ajuste de graficas solo se le puede hacer a la primera o solo se le puede hacer la les otras?. El docente responde que se la puede hacer a cualquiera. Entonces como se hace? Se cambia de variable e inmediatamente cambia el ajuste para otra gráfica. (14:44 C5 V3)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

manejo del software. (19:15
C5 v2)

El docente observa el
trabajo, se le acerca y le
pregunta que dé a cuantos
cuadros realizo el análisis
del vídeo.

Él contesta: 15. El docente
dice que apenas fue. Y el
docente le pide que le
muestre las diferentes
graficas que está analizando
y las observa. Le hace la
observación que muy buen
trabajo. (09:38 C5 V3)

Pregunta que si ¿el ajuste de
graficas solo se le puede



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

hacer a la primera o solo se le puede hacer la les otras?. El docente responde que se la puede hacer a cualquiera. Entonces como se hace? Se cambia de variable e inmediatamente cambia el ajuste para otra gráfica.
(14:44 C5 V3)

Tiene en pantalla la ventana de análisis de gráficas, y en esta tiene varias gráficas, hallando el área bajo la curva
(25:47 C5 V3)

Se da cuenta de cómo mover la barra que limita el área bajo la curva y poder



encontrar el valor muestra al docente como se limitan las gráficas para poder hallar el área bajo la curva (05:57 C5 v4).

Caso 3

Tiene en la pantalla, atrás a Mega, el Tracker, ya con el vídeo cargado (01:21 C5 V2)

En pantalla el Tracker, con el vídeo y con el sistema de referencia ubicado. (11:43 C5 V2)

Se observa en pantalla como en el Tracker, como delimito el vídeo, estableció el sistema de referencia, lo

Tiene en la pantalla, atrás a Mega, el Tracker, ya con el vídeo cargado (01:21 C5 V2)

En pantalla el Tracker, con el vídeo y con el sistema de referencia ubicado. (11:43 C5 V2)

Se observa en pantalla como en el Tracker, como delimito el vídeo, estableció el sistema de referencia, lo

Tiene en la pantalla, atrás a Mega, el Tracker, ya con el vídeo cargado (01:21 C5 V2)

Está resolviendo un de los formularios propuestos para esta clase. (02:56 C5 V3) (05:19 C5 V4)

Se ve como está trabajando el área bajo la curva de las gráficas (15:23 C5 v3).

Pregunta por la variables estadísticas que aparecen, cuando se leda analizar a las gráficas y esta aparece en una nueva ventana, el docente le dice que por el momento no son importantes esos valores y se le muestra el donde sale la ecuación de la gráfica y los ajustes para hallar la ecuación pertinente de este trabajo. (08:13 C5 V3)



calibro y en este momento
está marcando los puntos
para hacer el análisis de
vídeo (16:33 C5 v2)

calibro y en este momento
está marcando los puntos
para hacer el análisis de
vídeo (16:33 C5 v2)

Borro el seguimiento del
cuerpo realizado (19:34 C5
v2)

Borro el seguimiento del
cuerpo realizado (19:34 C5
v2)

En pantalla tiene el Tracker,
con el vídeo analizado, con
tres graficas en otra ventana,
la tabla de datos y delante de
esto está la ventana
emergente de análisis de
gráficas, con la gráfica
posición tiempo. (08:13 C5
V3)

En pantalla tiene el Tracker,
con el vídeo analizado, con
tres graficas en otra ventana,
la tabla de datos y delante de
esto está la ventana
emergente de análisis de
gráficas, con la gráfica
posición tiempo. (08:13 C5
V3)



Tiene en pantalla la ventana de análisis de gráficas, y en esta tiene la gráfica de posición tiempo, donde está haciendo el ajuste de gráfica y su ecuación respectiva (25:41 C5 V3)

Tiene en pantalla la ventana de análisis de gráficas, y en esta tiene la gráfica de posición tiempo, donde está haciendo el ajuste de gráfica y su ecuación respectiva (25:41 C5 V3)

Una compañera le dice que no le abre el Tracker y él le colabora hacerlo (15:54 C5 V1)

Se ve como resuelve uno de los formularios (18:05 C5 V3)

Pregunta si puede coger el primer punto y el último (para hallar la razón de cambio), el docente le contesta que le queda una razón de cambio muy grande, pero también se puede hacer y podría ser como un promedio de todos. (09:24 C5 V1)

Caso 4

Tiene en la pantalla, atrás a Mega, el Tracker, ya con el vídeo cargado (01:32 C5 V2)

Se observa como delimito el vídeo y está marcando los



puntos para hacer el análisis de vídeo (16:00 C5 v2)

Se observa en pantalla como en el Tracker, como delimito el vídeo, estableció el sistema de referencia, lo calibro y en este momento está marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo. Pregunta y mostrando en el vídeo de ¿por qué cuando está marcando los puntos, hay veces que el cuerpo no cambia de cuadro si no que se queda hay?. El docente le responde que en ese punto el cuerpo se está

Pide el favor de que le repitan como se halla (la razón de cambio), el docente, le muestra de nuevo como hacerlo, y lo muestra a partir de varios puntos de la gráfica. Hace de nuevo énfasis en la relación de la razón de cambio de esta gráfica y la velocidad del cuerpo. (11:45 C5 V1)

Pregunta: en los valores de la gráfica que significa E2 al lado del valor, el docente le dice que es 10 a la 2. Docente: continua con la aclaración a la pregunta que



quedando quieto. (17:53 C5 v2)

En pantalla está el Tracker, en una ventana tiene el vídeo, donde se ve que limito los cuadros, estableció el sistema de referencia, calibro el vídeo y realizo el seguimiento del cuerpo. En otra ventana esta tiene tres gráficas y en la otra tiene la tabla de datos. El estudiante observa detenidamente lo que tiene en pantalla (00:25 C5 V3)

de que la E significa 10 a al #. (12:42 C5 V1)

pregunta por la derivada de la aceleración y señala una gráfica en la pantalla. La respuesta del docente **no se** y les muestra en la gráfica de aceleración tiempo y les dice que la integral es la velocidad, pero como se está trabajando con aceleración constante, la derivada de la aceleración es cero. (11:48 C5 V3)

Una compañera pregunta que ¿cómo ve, la razón de cambio y saber si es variable es



Profe: mira estas gráficas.

Docente: estas graficas están bien (03:37 C5 V3)

le explica a Una compañera algo sobre la escala y el docente interviene y complementa (07:17 C5 V3)

Se ve como hace el ajuste de ecuaciones de la gráfica (16:17 C5 v3)

Una compañera le pregunta que como se hallan las coordenadas de esta cosa? Él le explica cómo se haya mostrándole con su dedo en

constante? Y él le colabora solucionándole la duda, mostrándole en la tabla de datos donde puede encontrar esta información y luego el docente complementa (01:23 C5 V4)

Pregunta que no entiende la pregunta, que tipo de ajuste se utiliza para cada grafica?, el docente le muestra en el Tracker donde lo hace y al mostrarle, le hace unas preguntas para que el de la respuesta, a lo que pregunto. (03:13 C5 V4)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

la pantalla de ella como se halla (16:20 C5 V3).

Está en la ventana de análisis de gráficas, tiene una de estas y está hallando el área bajo la curva. Pregunta que ¿porque el área bajo la curva no le está dando ningún valor? El docente trata de darle solución, le da unas indicaciones de cambiar la escala de los ejes de la gráfica, analizando valores mínimos y máximos de los datos. (24:26 C5 V3)

Tabla 31. Reducción de datos tomados de los videos por cada sub-categoría para la clase 5.

1 8 0 3



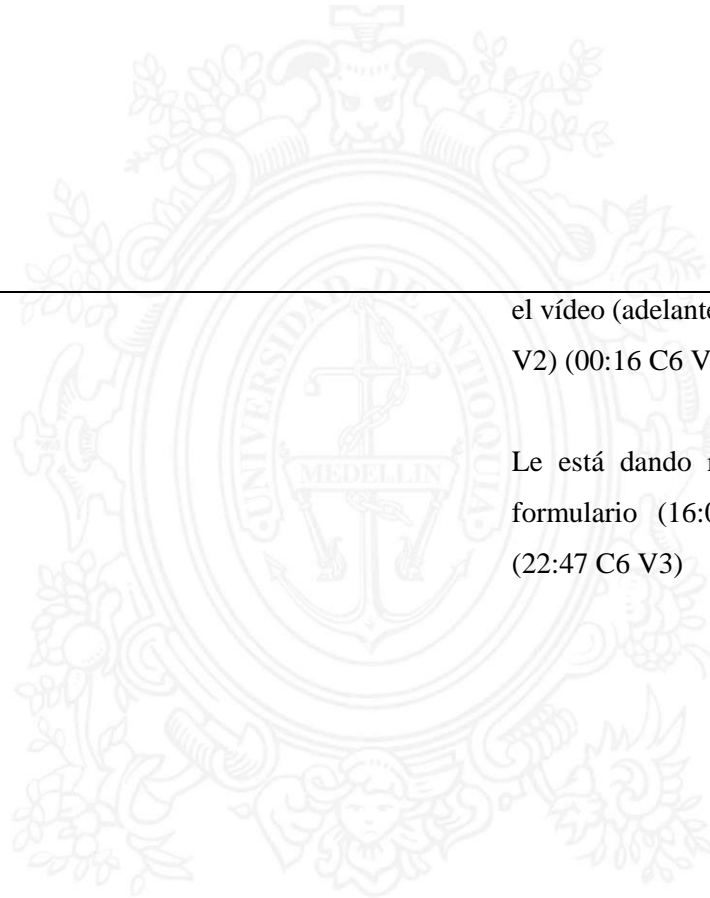
UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Reducción de datos del registro tomado de los vídeos (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

Clase 6

REVISIÓN		SUB-CATEGORIAS		
DOCUMENTAL	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
vídeos clase 6	A.1	A.2.	B.1	B.2.
Caso 1	pregunta, en el vídeo que objeto se utilizó para la calibración, el docente contesta dentro de eso hay un balín, y que entre las cintas hay 40cm (01:37 C6 V3)		Tiene en funcionamiento el Tracker y está abriendo el MRU2, que ya descargo de Mega, pero solo se ven las gráficas y no el vídeo (06:50 Clase 6 Vídeo 1) En pantalla tiene el formulario para responder a laboratorio de la clase (03:09 C6 V2) A la misma ves tiene en pantalla el formulario (en la parte de atrás) y el Tracker y	Pregunta cuando analizamos las gráficas y ponemos la aceleración a parecer cero, el docente dice entonces que significa y el alumno responde que no hay aceleración y el docente responde que el movimiento cómo es? El alumno que es un movimiento rectilíneo uniforme. El docente le dice hay tiene su respuesta. El alumno Pregunta En este intervalo no aparase los valores, docente le respondes



el vídeo (adelante) (04:38 C6 V2) (00:16 C6 V3)

Le está dando respuesta al formulario (16:08 C6 V3) (22:47 C6 V3)

que organice los puntos que están desordenados así bueno ya, le explica el docente por que no aparecen en esos puntos los valores de aceleración y velocidad en la tabla de datos. (16: 53 C6 V3)

Están observando cómo se comportan los alumnos, el docente (D) habla con el Caso 1(A) y le pregunta porque necesitas x?

A: porque acá aparece.

D: recordad que el movimiento es vertical, cierto?

A: pero porque parece eso?



D: pero mira, a la menos 15, el Software lo que está haciendo es exagerando la gráfica, pero realmente cualquier valor a la menos 15, entonces es que? en este movimiento es cero. Hay que mirar en que escala esta para mirar que es lo que está sucediendo. (19:00 C6 V4)

Caso 2

Le dice al docente que el CamStudio no le funciona, y en pantalla se ve que tiene abierto el Tracker, con su respectivo vídeo (09:33 C6 V3)

Caso 3

A partir de un error donde se descargó el archivo Tiene en pantalla el Tracker (atrás), la ventana de análisis A partir de un error donde se descargó el archivo



MRU2.trk, y no aparecía el vídeo, dice que el vídeo debe estar también descargado en le pc y le explica a la compañera del lado. (07:50 C6 V1)	de graficas más pequeña (adelante) y luego abre el formulario para dar respuesta a una pregunta (22:48 C6 V3)	MRU2.trk, y no aparecía el vídeo, dice que el vídeo debe estar también descargado en le pc y le explica a la compañera del lado. (07:50 C6 V1)
En pantalla tiene el formulario para responder a laboratorio de la clase y luego va la Tracker a buscar información y continuar respondiendo el formulario (03:14 C6 V2)		En pantalla tiene el formulario para responder a laboratorio de la clase (00:54 C6 V2)
Tiene en pantalla el Tracker (atrás), la ventana de análisis de graficas más pequeña (adelante) y luego abre el formulario para dar respuesta		En pantalla tiene el formulario para responder a laboratorio de la clase y luego va la Tracker a buscar información y continuar respondiendo el formulario (03:14 C6 V2)



a una pregunta (22:48 C6 V3)

Le está dando respuesta al formulario (16:12 C6 V3)

Tiene en pantalla el Tracker (atrás), la ventana de análisis de graficas más pequeña (adelante) y luego abre el formulario para dar respuesta a una pregunta (22:48 C6 V3)

En pantalla tiene el formulario para responder a laboratorio de la clase y luego va la Tracker a buscar información y continuar respondiendo el formulario (04:03 C6 V3)

En pantalla tiene el formulario para responder a laboratorio de la clase y luego va la Tracker a buscar información y continuar respondiendo el formulario (04:03 C6 V3)

Que significa estos valores, mostrando en pantalla la parte estadística. El docente bueno esto son valores estadísticas, donde tengo valor máximo, valor medio, mediana, desviación

Caso 4



está ubicado en el Tracker en la zona de graficas (12:58 C6 V3)

Cuando yo le digo analizar la gráfica de aceleración me muestra esta grafica (no aparece la gráfica y entre el docente y el alumno resuelven el inconveniente) dice el docente: dale clic derecho que se hizo?... miramos una cosa escala, pongamos la automática ya apareció la gráfica, pero mira el rango que tiene esta, por 10-15 todo esto de valores por 10 a la -15 eso es

hace una pregunta sobre el vídeo, lo abren en el computador del estudiante, el no había descargado el vídeo, se descargó de mega, y se reabrió el Tracker, para que funcionara el vídeo, después de muchos rodeos lo logra (05:43 C6 V3)

está ubicado en el Tracker en la zona de graficas (12:58 C6 V3)

estándar, desviación típica y este no me acuerdo que significa, números de datos 14 datos, aquí tengo 12, a números datos, 10 datos. Esa n significa número de datos. que significa estas dos? el error que puede tiene la gráfica así arriba o Asia abajo o derecha o izquierda eso porque puede tener un error 5.02 por 10 ala -1, eso sería 0.5, un error de punto 0.5.(04:36 C6 V4)

El alumno dice esto no me va dar nada un área bajo la cuerva. El docente dice: una



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

qué? cero, y voz como que
tenías la escala descuadrada.
(05:43 C6 V4)

área curva, porque es que
mira todo esto vale cero, por
que mira esta columna vale
cero y si esta columna vale
cero, entonces si la línea
digamos horizontal vale cero,
yo cualquier número
multiplicado por cero, me va
dar cero. Yo aquí en la tabla
puedo deducir que la
velocidad es constante y la
celebración es cero, entonces
que movimiento?. El alumno
pregunta sobre otra gráfica si
aplica lo mismo? y el docente
dice en la escala y ahí esta
automática si usted quiere
cambiar la escala se la puede
cambiar, él dice pero

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

tampoco meda un área.
Docente: pero corrámosla hacia acá (corre la barra vertical derecha a la izquierda y la izquierda hacia la derecha), tampoco da, pero de qué punto estamos hablando? cual es la gráfica? La dela aceleración cierto estudiante: de la velocidad.
Docente: de la velocidad, entonces esta es de la aceleración, eso es supuestamente el área 4.8 por 10 a la -16, eso que es? Cero. Pero entonces vamos a la de la velocidad, desmarquemos la aceleración y pongamos la velocidad, arrastra ese para



acá y nos quede como principal, entonces ahí si podemos encontrar cuanto se movió el cuerpo. (06:52 C6 V4)

Tabla 32. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 6.

Tabla #: Reducción de datos del registro tomado de los vídeos (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

clase 7

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS			Concepto de razón de cambio
	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	
DOCUMENTAL vídeos clase 7	A.1	A.2.	B.1	B.2.



Caso 1

<p>Está con la guía en el fondo de la pantalla, ya abrió el Tracker y está cargando el vídeo la Software, pero como que no le funciona y vuelve a mega y abre el vídeo en el reproductor (04:29 C7 V1)</p>	<p>abrió el Tracker y está cargando el vídeo la Software (04:29 C7 V1)</p>	<p>Está con la guía en el fondo de la pantalla, ya abrió el Tracker y está cargando el vídeo la Software, pero como que no le funciona y vuelve a Mega y abre el vídeo en el reproductor (04:29 C7 V1)</p>	<p>Le dice la docente que le explique, del punto de la guía lo que se refiere a que significado físico tiene cada una de las variables de las ecuaciones que da el Tracker. El docente le dice: vos tienes las ecuaciones cierto, con la que resolvimos el examen que significa, él le da la explicación y lo remite al cuaderno si no se acuerda de la ecuación y las compare con la que da el Tracker (03:34 C7 V4)</p>
<p>El estudiante esta, respondiendo la guía y analizando la gráfica, la cual está muy bien construida, realiza el ajuste de gráfica, para hallar la ecuación de esta (26:26 C7 V1)</p>	<p>esta (26:26 C7 V1)</p>	<p>Tiene el Mega abierto y está descargando el vídeo (10:09 C7 V1)</p> <p>Está leyendo el laboratorio iniciando su solución, abre de nuevo Mega y vuelve al laboratorio (18:19 C7 V1)</p>	<p>que resolvimos el examen que significa, él le da la explicación y lo remite al cuaderno si no se acuerda de la ecuación y las compare con la que da el Tracker (03:34 C7 V4)</p>
		<p>El estudiante esta, respondiendo la guía y</p>	<p>Le dice al docente: en la aceleración, se supone como es caída libre es la gravedad,</p>



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

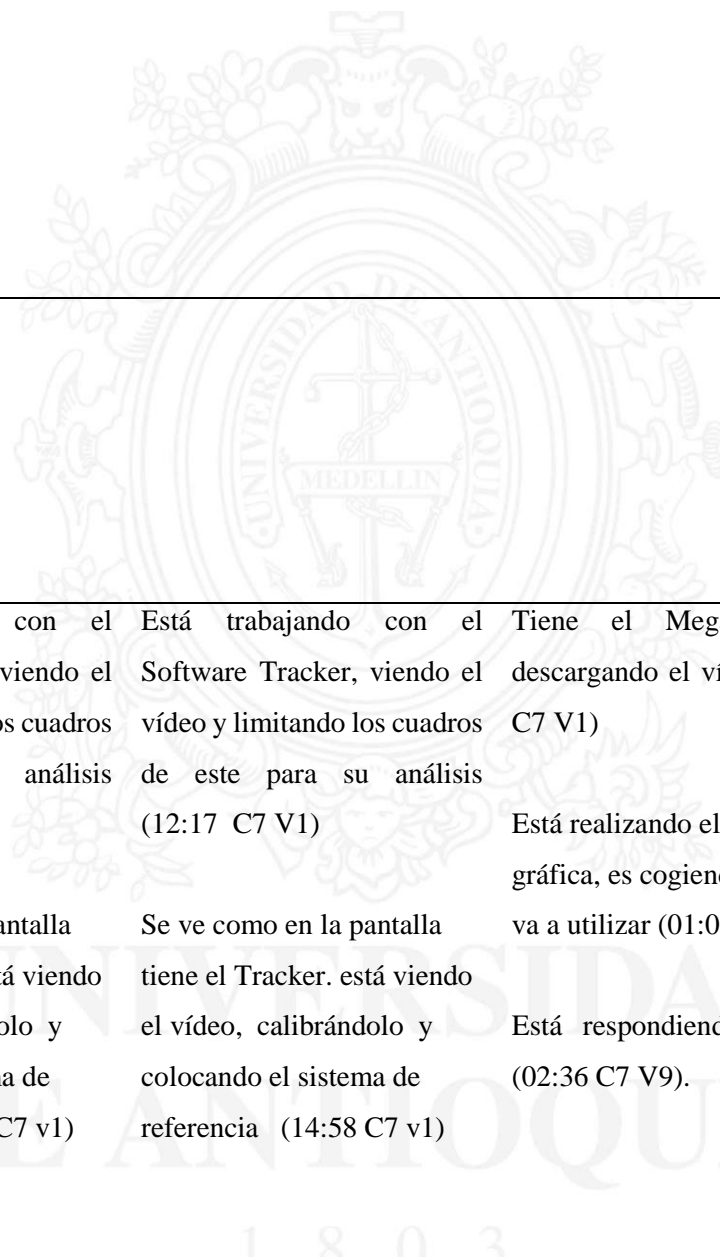
analizando a la gráfica, la cual está muy bien construida, realiza el ajuste de gráfica, para hallar la ecuación de esta (26:26 C7 V1)

está respondiendo la guía y pegando las gráficas en el trabajo (02:34 C7 V5)

el docente le dice: si, pero que valor vas a encontrar ahí. El alumno como 55, 56,. El docente le dice: lo que pasa es que no pusieron un objeto para calibrar, sino que usted puso lo que usted le parecía. Entonces no les va dar el valor de la gravedad. el alumno le dice entonces y el docente le dice entonces habría que mirar la equivalencia. el alumno dice sacar un promedio y el docente él le dice que si hay que sacar el promedio y el alumno le pregunta y como saco el promedio el docente le dice pero el promedio lo

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



saca la dale aquí en análisis estadísticas y te da el máximo, mínimo, el valor medio, el promedio ahí está (00:06 C7 V8)

Está trabajando con el Software Tracker, viendo el vídeo y limitando los cuadros de este para su análisis (12:17 C7 V1)

Está trabajando con el Software Tracker, viendo el vídeo y limitando los cuadros de este para su análisis (12:17 C7 V1)

Tiene el Mega abierto, descargando el vídeo (06:40 C7 V1)

Está realizando el análisis de gráfica, es cogiendo las que va a utilizar (01:06C7 v2)

Está respondiendo la guía (02:36 C7 V9).

Pregunta por las gráficas que se deben analizar, el dice que las del eje Y. el docente le dice que esta de acuerdo y le complementa que las del eje x no tiene sentido en un movimiento vertical, lo que hay que mirar es la posición en Y, la velocidad en Y y la aceleración en Y. todo en Y porque el movimiento es vertical. (00:25 C7 v3)

Caso 2

Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo, calibrándolo y colocando el sistema de referencia (14:58 C7 v1)

Se ve como en la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo, calibrándolo y colocando el sistema de referencia (14:58 C7 v1)



Tiene en pantalla el laboratorio, en la ventana de graficas tiene 3 activadas y abre el Tracker con la venta de vídeo más pequeña, la ventana de tabla de datos, y en la ventana de graficas solo hay una, luego activa tres de estas, y abre además la ventana emergente de análisis de gráficas (04:13 C7 v5).

El alumno tiene en pantalla el Tracker activado (atrás) y realiza el ajuste de gráficas con una ventana emergente (adelante) y haciendo el ajuste de la gráfica y su

Tiene en pantalla el laboratorio, en la ventana de graficas tiene 3 activadas y abre el Tracker con la venta de vídeo más pequeña, la ventana de tabla de datos, y en la ventana de graficas solo hay una, luego activa tres de estas, y abre además la ventana emergente de análisis de gráficas (04:13 C7 v5).

El alumno tiene en pantalla el Tracker activado (atrás) y realiza el ajuste de gráficas con una ventana emergente (adelante) y haciendo el ajuste de la gráfica y su

El alumno tiene en pantalla el Tracker activado (atrás) y realiza el ajuste de gráficas con una ventana emergente (adelante) y haciendo el ajuste de la gráfica y su respectiva ecuación y hace preguntas al docente al respecto, él le dice es que no me acuerdo de una cosa y el docente le responde de que, el alumno le dice con la ecuación de las gráficas y el docente le dice para comprar esas ecuaciones vea las acá y le muestra las que hay en el tablero, si tu estas comparando la cuadrática, la comparas con esta



respectiva ecuación (05:22 respectiva ecuación (05:22
C7 V10). C7 V10).

(señalando el tablero), a pero esta es la posición entonces la ecuación te está dando este valor con este valor entonces lo estas comparando ahí, o seguro que estas lo que estás diciendo ahí no está diciendo nada sino que hay que contextualizarlo.
(05:22 C7 V10).

Caso 3

Tiene abierto a la misma ves está trabajando con el Tiene el Mega abierto, el Mega (atrás), está Software Tracker, viendo el descargando el vídeo (06:07 trabajando con el Software vídeo y limitando los cuadros C7 V1) Tracker, viendo el vídeo y de este para su análisis limitando los cuadros de este (10:30 C7 V1) Tiene abierto a la misma ves para su análisis (10:30 C7 V1) el Mega (atrás), está trabajando con el Software



<p>Tiene abierto a la misma vez el Mega (atrás), está trabajando con el Software Tracker, está colocando el sistema de referencia, calibrando el vídeo y crea la masa puntual (13:36 C7 V1)</p>	<p>está trabajando con el Software Tracker, está colocando el sistema de referencia, calibrando el vídeo y crea la masa puntual (13:36 C7 V1)</p>	<p>está trabajando con el Tracker, viendo el vídeo y limitando los cuadros de este para su análisis (10:30 C7 V1)</p>
<p>Tiene abierto a la misma vez el Mega (atrás), está trabajando con el Software Tracker, está marcando los puntos de seguimiento del cuerpos y se empieza a construir la gráfica (16:25 C7 V1)</p>	<p>está trabajando con el Software Tracker, está marcando los puntos de seguimiento del cuerpos y se empieza a construir la gráfica (16:25 C7 V1)</p>	<p>Tiene abierto a la misma vez el Mega (atrás), está trabajando con el Software Tracker, está colocando el sistema de referencia, calibrando el vídeo y crea la masa puntual (13:36 C7 V1)</p>
<p>Tiene abierto a la misma vez el Mega (atrás), está trabajando con el Software Tracker, está marcando los puntos de seguimiento del cuerpos y se empieza a construir la gráfica (16:25 C7 V1)</p>	<p>está trabajando con el Software Tracker, ya con el vídeo analizado, con la ventanas de las gráficas, donde se pueden observar dos de estas,</p>	<p>Tiene abierto a la misma vez el Mega (atrás), está trabajando con el Software Tracker, está marcando los puntos de seguimiento del cuerpos y se empieza a</p>



<p>En pantalla tiene la guía (a tras), tiene en funcionamiento el Tracker, ya con el vídeo analizado, con la ventanas de las gráficas, donde se pueden observar dos de estas, también la ventana de la tabla de datos y pero borra la marcación del seguimiento del cuerpo. (01:58 C7 V3)</p>	<p>también la ventana de la tabla de datos y pero borra la marcación del seguimiento del cuerpo. (01:58 C7 V3)</p> <p>En pantalla como tiene el Tracker y tiene abierta la ventana de gráficas, la tabla de datos y además la ventana emergente de análisis de gráficas y está haciendo el ajuste de la ecuación de la gráfica (03:45 C7 v5)</p> <p>Está analizando las gráficas y en ellas el área bajo la curva (05:08 C7 V10)</p>	<p>construir la gráfica (16:25 C7 V1)</p> <p>Está dando repuesta a la guía (00:24 C7 v2)</p> <p>En pantalla tiene la guía (a tras), tiene en funcionamiento el Tracker, ya con el vídeo analizado, con la ventanas de las gráficas, donde se pueden observar dos de estas, también la ventana de la tabla de datos y pero borra la marcación del seguimiento del cuerpo. (01:58 C7 V3)</p>
<p>En pantalla como tiene el Tracker y tiene abierta la ventana de gráficas, la tabla de datos y además la ventana emergente de análisis de gráficas y está haciendo el ajuste de la</p>		



ecuación de la gráfica (03:45 C7 v5)

Está analizando las gráficas y en ellas el área bajo la curva (05:08 C7 V10)

Está respondiendo la guía y se ve que ya pego las gráficas en el trabajo (02:32 C7 v9)

Está analizando las gráficas y en ellas el área bajo la curva (05:08 C7 V10)

Caso 4

Está trabajando con el Software Tracker, viendo el vídeo y limitando los cuadros de este para su análisis (13:05 C7 V1)

En la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo, pero lo tiene con zoom para hacer la corrección de los puntos de la trayectoria, que

Está trabajando con el Software Tracker, viendo el vídeo y limitando los cuadros de este para su análisis (13:05 C7 V1)

En la pantalla tiene el Tracker. está viendo el vídeo, pero lo tiene con zoom para hacer la corrección de los puntos de la trayectoria, que

hay que gravarlo con el CamStudio.

El docente dice: si es posible, si, como hay computadores que lo no dejan hacer. De todas maneras en el primer punto, del trabajo es que escriba como hizo el análisis. (02:29 C7 V1)

El docente le dice: mire la variable, usted a este eje lo llamo X entonces de vuélvase, usted a este eje lo llamo X porque no es cierto porque mire el comportamiento que tiene, entonces aquí esta variable es X entonces esta también tiene que ser en X y está también listo (05:03 C7 v5).



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

están desajustados y están desajustados y minimizar el error en las gráficas. (22:01 C7 v1)

Tiene en pantalla, funcionando el Tracker, con el vídeo ya analizado, con la ventana de las gráficas donde se ven 3 de estas, la tabla de datos y pregunta al docente

¿cómo modifica el sistema de referencia y la barra de calibración?, el docente le responde que responde

desbloqueándolas y le muestra cómo. (02:23 C7 V3)

están desajustados y minimizar el error en las gráficas. (22:01 C7 v1)

Tiene en pantalla, funcionando el Tracker, con el vídeo ya analizado, con la ventana de las gráficas donde se ven 3 de estas, la tabla de datos y pregunta al docente

¿cómo modifica el sistema de referencia y la barra de calibración?, el docente le responde que responde

desbloqueándolas y le muestra cómo. (02:23 C7 V3)

Tiene el mega abierto, descargando el vídeo y abre la guía de trabajo (07:07 C7 V1)

Está trabajando con el Software Tracker, viendo el vídeo y limitando los cuadros de este para su análisis (13:05 C7 V1)

Respondiendo la guía (02:23 C7 v2)

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

<p>Hago un ajuste, mi esto de acá (mostrando el análisis de gráficas que estaba realizando). El docente le dice: a ahí te están mostrando la ecuación de esos puntos, precisamente para esos puntos (01:41 C7 v9).</p>	<p>Hago un ajuste, mi esto de acá (mostrando el análisis de gráficas que estaba realizando). El docente le dice: a ahí te están mostrando la ecuación de esos puntos, precisamente para esos puntos (01:41 C7 v9).</p>
--	--

Tabla 33. Reducción de datos tomados de los vídeos por cada sub-categoría para la clase 7.

REVISIÓN DOCUMENTAL Vídeos	SUB-CATEGORIAS				Concepto de razón de cambio B.2.
	Instrumentalización A.1	Instrumentación A.2.	Orquestación instrumental B.1		



Caso 1

<p>En la cuarta (4) clase se puede ver como este Caso muestra un inicio de instrumentalización, donde se puede observar que tiene un manejo bajo del Tracker, al tener abierto el Software Tracker, buscar el vídeo para abrirlos y analizarlo, pero todavía le hace falta interiorizar otros elementos como lo hace entender con la pregunta ¿Por qué la última grafica esta repetida?</p> <p>En la clase 5, ya empieza a mostrar que tiene unos elementos del Tracker interiorizados y que tiene</p>	<p>En la primeras clases no muestra esquemas de uso del Tracker</p> <p>En la clase 5, se observa que tiene unos inicios de esquema de uso del Tracker, de la siguiente forma: en pantalla atrás el laboratorio, al frente el Tracker, ya delimitado los cuadros del vídeo, estableció el sistema de referencia, lo calibro, coloca el cuerpo como una masa puntual y luego marca los puntos para hacer el análisis de vídeo.</p>	<p>El Caso no muestra ningún inconveniente a la hora de utilizar todos los documentos de la clase, como la utilización de Mega, CamStudio, el formulario de Google Drive y el Tracker. Utiliza cada uno de estos de forma adecuada y oportuna, teniendo así una buen orquestación instrumental.</p>	<p>Al inicio tiene unos preconceptos que son útiles en el análisis de cuerpos en movimiento, donde tiene claro la función que tiene un sistema de referencia. Luego este manifiesta el interés por las opciones de graficas que proporciona el Tracker y los concepto que se pueden encontrar de este, en el caso del laboratorio 3 el seda cuenta de que las gráficas que se visualizan representan “que la velocidad es variable”, logrando adquirir este conceptos a partir de estas, pero otros conceptos como: posición, trayectoria,</p>
--	--	---	--



claro cuál es su función en el análisis del vídeo, como son el sistema de referencia, el sistema de calibración, donde este último lo vuelve y lo pregunta en el trabajo de la clase 6.

En la clase 7, responde a la guía del laboratorio 6 y hace el análisis de las gráficas, las cuales están bien construidas, realiza el ajuste de gráfica, para hallar la ecuación de esta, mostrando tener una buena instrumentalización del Tracker en esta última clase.

En la clase 7, confirma él es esquema de uso que realizó en la clase 5, adicionándole que realiza el ajuste de gráficos y halla las ecuaciones pertinentes al análisis del movimiento, obteniendo con todo esto la información para resolver el laboratorio 6.

desplazamiento, no los identifica todavía en el Tracker.

El laboratorio 4 (clase 5), todavía tiene dudas sobre que graficas tienen sentido en el análisis del movimiento de un cuerpo.

En la clase 6, la ver las gráficas que proporciona el Tracker, se encuentra que la gráfica de aceleración es cero, y preguntando al docente ¿Por qué?, con las contra preguntas que le realiza el docente, él llega a exteriorizar la respuesta a su



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

pregunta y comprendiendo “que es un movimiento rectilíneo uniforme”. Demostrando que duda de su conocimiento.

En la clase 7, pregunta por punto de la guía que hace referencia al significado físico que tiene cada una de las variables de las ecuaciones que da el Tracker a partir de la gráfica, dando a entender que no está asociando la gráfica con la ecuación, después de la explicación del docente pudo lograr responder al punto de la guía. Dentro de los



UNIVERSIDAD

DE ANTIOQUIA

resultados encontrados ve que el valor de la aceleración y este tiene claro que debe ser el de la gravedad, pero esta incorrecto, mostrando tener claro este concepto de aceleración de un cuerpo en movimiento de caída libre. Por otra parte, con las preguntas donde se hace referencia al concepto de razón de cambio, el Caso no hace ninguna pregunta y lo que se puede observar del trabajo que está realizando tiene claro estos conceptos.

Caso 2

Desde el inicio muestra interés por conocer el funcionamiento de las	En la primeras clases no muestra esquemas de uso del Tracker	El Caso no muestra ningún inconveniente a la hora de utilizar todos los documentos	En su interés por el análisis de gráficas, el pregunta ¿Qué es necesario que las persona
--	--	--	--



diferentes variables que se pueden modificar en la graficas del Software.	En la clase 5, Se observa en pantalla como en el Tracker, como delimito el vídeo, estableció el sistema de referencia, lo calibro y marcando los puntos para hacer el análisis de vídeo. Luego en la ventana de análisis tiene varias gráficas y hallando el área bajo la curva de estas.	de la clase, se ve como en pantalla tiene abierto la guía de laboratorio, la lee y toma apuntes, también como manipula el Tracker, responde el formulario de Google Drive y sube el vídeo a Mega.	sepa ya?, mostrando un interés por saber cuáles son los conocimientos previos que él debe tener para poder abordar este tema.
En la clase 4, se puede observar como el Caso utiliza el Tracker, abriendo el vídeo, marca los puntos, abre donde se realiza el análisis de gráficas y cambia una de las variables de un eje y observando también la tabla de datos, esto muestra que hasta el momento no tiene dificultades con el manejo del Tracker.	En la clase 7 se observa el siguiente esquema de uso: abre el Software Tracker, ve el vídeo, lo monta, limita los cuadros, lo calibra, colocando el sistema de		El laboratorio 4, todavía tiene dudas conceptuales, sobre que graficas tienen sentido en el análisis del movimiento de un cuerpo y ¿el ajuste de graficas solo se le puede hacer a la primera o solo se le puede hacer la les otras?.
En la clase 5, elabora un buen trabajo con el software			En la clase 7, pregunta que ¿si solo se analizan las gráficas en Y, por que las de



Tracker, ya que para el movimiento que se está analizando obtuvo un muy buen gráfico, después del análisis realizado demostrando con esto que está realizando una buena instrumentalización del Tracker, pero todavía hay elementos que no tiene claros y lo refleja en esta pregunta ¿el ajuste de graficas solo se le puede hacer a la primera o solo se le puede hacer la les otras?.

En la clase 7, se observa como el caso trabaja con el Tracker sin ningún

referencia, en la ventana de las gráficas tiene 3 activadas, la ventana de tabla de datos, luego abre la ventana emergente de análisis de gráficas y realiza el ajuste de gráficas en la ventana emergente y su respectiva ecuación.

x no tiene sentido?, respondiendocel mismo la pregunta, y no confiando en lo que sabe.

Presenta una dificultad al asociar la gráfica con la ecuación, al expresar que no se acuerda de cómo hacerlo, validando que tiene un vacío conceptual en este sentido, luego con la explicación del docente supera este inconveniente y termina de responder las preguntas.

Con respecto al concepto de razón de cambio no tiene inconvenientes y soluciona las preguntas que hacen



inconveniente con firmando la buena instrumentalización que a realizado durante las clases anteriores.

referencia a esta, dando a entender que comprende el concepto.

Muestra un interés inicial por ubicarse en un contexto espacial, a partir de la pregunta ¿en qué unidades trabaja el software?

En las primeras clases no muestra esquemas de uso del Tracker.

Al iniciar el conocimiento de los diferentes documentos, hace preguntas que muestran un interés por condiciones internas de estos elementos ¿Qué capacidad tiene Mega? ¿Qué tan seguro es?

Pregunta por la variables estadísticas que aparecen, cuando se leda analizar a las gráficas y esta aparece en una nueva ventana, mostrando interés por otros conceptos que no se relacionan directamente con el objetivo de la clase.

Caso 3

En la clase 4, el Caso se ve como en pantalla tiene abierto el software Tracker, atrás de este tiene abierto el laboratorio 3, que posteriormente lee, luego busca el vídeo, realiza las marcaciones del cuerpo y crea las gráficas. Se puede

En la clase 5, muestra un inicio de esquema de uso, donde en la pantalla, tiene en la parte de atrás a Mega, y adelante el Tracker, donde carga el vídeo, ubica el sistema de referencia ubicado, delimita los cuadros que va analizar en el vídeo, lo calibra, marca los puntos para hacer el análisis de

Se puede verificar como el Caso como descarga el vídeo utilizando Mega, como utiliza el Tracker y paralelo a este la guía del laboratorio 3, y respondiendo el formulario de Google Drive, mostrando

En la clase 7, no presenta ninguna pregunta y se observa cómo responde la preguntas con referencia al concepto de razón de cambio



observar con esto, que hasta el momento no tiene ninguna dificultad.	vídeo, activa las tres gráficas en otra ventana y la tabla de datos y pasa analizar la gráfica de posición tiempo, donde está haciendo el ajuste de gráfica y su ecuación respectiva.	que no tiene ningún problema con los documentos propuestos para la clase.	sin ningún inconveniente, suponiendo que tiene este concepto claro y todos los relacionados con este.
En la clase 5, muestra una gran fluidez para trabajar con el Tracker, mostrando que ha realizado una buena instrumentalización con este artefacto, para el análisis de vídeo que ha realizado hasta el momento, pero sigue creciendo en su interés por utilizar otros elementos del Tracker y lo evidencia cuando pregunta por las variables estadísticas, que aparecen al analizar las	En la clase 6 no hay cambios en el esquema de uso.	En las clases siguientes demuestra tener un dominio y una buena utilización de todos los documentos presentes en la clase.	
	En la clase 7 este fue el esquema de uso: abre el Software Tracker, monta el vídeo y lo observa, limita los cuadros, coloca el sistema de referencia, calibra el vídeo, crea la masa puntual, marca los puntos de seguimiento del		



gráficas y estas aparece en una nueva ventana

En la clase 6, al descargar el archivo de Tracker MRU2.trk de Mega, y no aparecía el vídeo, **dice** que el vídeo debe estar también descargado en el PC, demostrando un alto grado de instrumentalización que ha elaborado de Software.

En la clase 7, se observa como el caso trabaja con el Tracker sin ningún inconveniente con firmando la buena instrumentalización

cuerpos, empieza a construir la gráfica y con el vídeo analizado, abre la ventanas de las gráficas, donde se pueden observar dos de estas, la ventana de la tabla de datos, además abre la ventana emergente de análisis de gráficas y está haciendo el ajuste de la ecuación de la gráfica, analiza las gráficas y en ellas el área bajo la curva.



que a realizado durante las clases anteriores.

Caso 4

En el inicio se interesa por saber cómo se cambia las variables del eje vertical de las gráficas (¿la tercera grafica?), con el fin de obtener otras. También si se puede hacer un análisis de graficas no a partir del análisis de vídeo, si no de datos conocidos, mostrando con esto, la búsqueda de otros usos diferente a la mostrado por el docente en la presentación del Tracker. Este Caso muestra con la preguntas (Me repite los datos o los resultados que nos

En la primeras clases no muestra esquemas de uso del Tracker
El la clase 5, ya se puede notar un esquema de uso donde abre el Tracker, en otra ventana tiene el vídeo, luego lo sube al Tracker, donde se ve que limito los cuadros, estableció el sistema de referencia, calibro el vídeo y realizo el seguimiento del cuerpo. En otra ventana esta tiene tres gráficas y en la otra tiene la tabla de datos. El estudiante

El Caso no tiene dificultades con al utilizar, cada uno de los documentos dispuestos para clase, antes se puede decir que tiene mejor manejo que los compañeros, puesto que les ayudo a solucionar un problema que tenían algunos con el CamStudio y con el Tracker, además se ve como utiliza Mega, descarga el vídeo, utiliza el Tracker y responde el formulario de Google Drive sin ningún inconveniente.

El inicio de la construcción de los conceptos que se presentan en este Caso, se interesa por las ecuaciones que proporciona el Tracker y que información se puede obtener de estas.
En la clase 5, al inicio de la clase hace preguntas sobre el concepto de razón de cambio, las cuales son resultas por el docente, después se pudo evidenciar que empieza a tener claro el concepto de razón de cambio, a partir de una



<p>muestra el análisis de la gráfica usted dijo que ahí mostraba la ecuación de la gráfica.) que realiza la explicación está construyendo un inicio de instrumentalización del Tracker</p>	<p>observa detenidamente lo que tiene en pantalla. Hace el ajuste de ecuaciones de la gráfica y trata de hallar el área bajo la curva.</p> <p>En la clase 6 no hay cambios en el esquema de uso.</p>	<p>En las clases siguientes demuestra tener un dominio y una buena utilización de todos los documentos presentes en la clase.</p>	<p>pregunta de una compañera que él le soluciona (¿cómo ve, la razón de cambio y saber si es variable es constante?), pero también demuestra deficiencias en otros aspectos del análisis del movimiento que se está realizando, con el tipo de ajuste que se debe utilizar para cada gráfica.</p> <p>En la clase 6, indaga por otros conceptos que se pueden trabajar desde el Tracker y que pertenece a la parte estadística de la tabla de datos que proporciona el software. Además</p>
<p>En la clase 4, el Caso de muestra un buen manejo del PC y el Tracker, lo abre monta del vídeo, coloca el sistema de referencia y realiza el análisis, donde lo hace en media pantalla y en la otra media tiene la guía de laboratorio.</p>	<p>En la clase 7 este es el esquema de uso que presenta: abre el Software Tracker, tonta el vídeo, observa el vídeo, limita los cuadros, convierte el cuerpo en una masa puntual, coloca el sistema de referencia, marca los puntos, pero luego con el zoom hace la corrección de</p>		



En la clase 5, se ve que hasta el momento a realizado una buena instrumentalización, ya que no presenta inconvenientes con las herramientas que se utilizan en le Tracker para realizar el análisis de movimiento de un cuerpo. Y de muestra la capacidad del manejo de este, ayudándole con dudas a una compañera sobre el Software. Pero aún no tiene un manejo completo del Tracker al hacer preguntas como: ¿porque el área bajo la curva no le está dando ningún valor? ¿qué tipo de

los puntos de la trayectoria que están desajustados y minimizar el error en las gráficas, con el vídeo ya analizado, abre la ventana de análisis de gráficas, donde se ven 3 de estas, la tabla de datos, hace el ajuste y halla las ecuaciones de estas.

analizando el área bajo la curva de una de las gráficas le da cero, el no entiende ¿Por qué? y era que no se había fijado que los valores del eje vertical estaban del orden de 10^{-15} , concluyendo con esto que esos valores son ceros, y de la tabla concluye que la velocidad es constante y la aceleración es cero.

En la clase 7, al analizar el movimiento de caída libre troco el eje X con el Y, pero no tubo inconveniente para resolver las preguntas de la guía de laboratorio 6, con



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

ajuste se utiliza para cada gráfica?.

En la clase 6, tiene una duda con una gráfica que no le aparece al activar la función de análisis de gráficas, y es debido a un error cometido por el al desactivar la opción de escala automática, mostrando con esto que la instrumentalización no está acabada y que todavía hay elementos que adicionar en el manejo del Tracker.

En la clase 7, hasta el momento ha realizado una buena instrumentalización,

respecto a estas no realizó ninguna pregunta, se observó que las respondió todas, dando a suponer que tiene claro el concepto de razón de cambio y todos los relacionados con este.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

pero sigue añadiendo más elementos a esta, al preguntar ¿cómo modifica el sistema de referencia y la barra de calibración? Y ampliando la instrumentalización del software Tracker.

Tabla #. Síntesis interpretativa de cada Caso a cada sub- categoría a partir de los vídeos.

Luego de la Síntesis interpretativa para casa Caso y por cada sub-categoría y a partir de los resultado encontrados en los vídeos, se realiza el mismo procedimiento pero para la información inferida desde cada Caso a cada categoría presente en estos, la cual se presenta en el la siguiente tabla.

REVISIÓN DOCUMENTAL Vídeos	CATEGORIAS	
	Génesis Instrumental A	Proceso de aprendizaje B.
Caso 1	Realiza un proceso de instrumentalización lento, ya que en la clase 4, no tenía claro cómo se utilizaban algunos elementos	No muestra ninguna dificultad para utilizar todos los documentos que se presentaron en cada una de las clases,



del Tracker, en la clase 5 adiciona otros elementos, pero todavía no muestra un dominio total de estos, no es sino hasta la clase 7 (laboratorio 6) que demuestra que tiene una buena instrumentalización, al hacer el análisis del vídeo correspondiente y resolver la guía de laboratorio 6 sin ningún inconveniente, además para esta clase también plantea un esquema de uso (instrumentación) que no había dejado claro si no hasta esta clase, pero tanto la instrumentalización, como la instrumentación no son definitivas y pueden seguir evolucionando, ya que el no interiorizo todos los elementos que tiene el Tracker. Se podría concluir que el realiza una buen génesis instrumental, pero no es definitiva.

teniendo así una buena orquestación instrumental y a partir de esta realiza un desarrollo conceptual donde parte de sus conceptos previos, pasa por mostrar interés en las gráficas que proporciona el Tracker y aprender analizar estas, en el laboratorio 3 comprende que las gráficas de este representan “que la velocidad es variable”, pero demostrando todavía conceptos sin comprender, por ejemplo conceptos como posición, trayectoria, desplazamiento y las gráficas que tienen sentido en el análisis del movimiento de un cuerpo, que luego con el pasar de las clases los va superando. En la clase 6 trabaja con las gráficas sin ningún problema superando lo anteriormente dicho y encuentra resultados partir de ellas como: “que es un movimiento rectilíneo uniforme”, y demostrando está entendiendo el concepto de razón de cambio para poder llegar a este resultado y además en las preguntas del laboratorio 6 (clase 7) no hace ninguna pregunta con respecto a este concepto y las responde sin dificultad. Presenta una dificultad en asociar la ecuación con



Caso 2

Muestra desde el inicio un interés por los diferentes elementos que posee el Tracker, en la clase 4 no muestra dificultades para trabajar con él, se observa una buena instrumentalización del Software y continúa interiorizando nuevos elementos de este. En la clase 5 realiza un buen análisis del vídeo que se estaba trabajando, mostrando una instrumentalización ya más definida, pero de nuevo tiene elementos que adicionar a esta. En la clase 7 ya tiene construida una buena instrumentalización que aplica claramente en la solución del laboratorio 6 sin ningún inconveniente. En cuanto a la instrumentación, desde la clase 5 muestra un esquema de uso medianamente definido y en evolución, ya que aplica una buena cantidad de elementos del Tracker, ya en la clase 7 se puede ver un esquema de uso más definido y con este resuelve sin inconvenientes el laboratorio 6. Se podría decir que este Caso realizó una buena génesis instrumental desde la clase 5 y que fue mejorando aún más

la gráfica, después de la explicación del docente, se resolvió la duda.

El Caso no muestra ninguna dificultad para utilizar todos los documentos que se presentaron en cada una de las clases, además él adiciona su libreta de apuntes, la cual la utiliza en cada una de las clases y además como ayuda a la solución de los laboratorios, mostrando así tener una buena orquestación instrumental y a partir de aquí se puede decir que su desarrollo conceptual inicia con el interés de comprender el análisis de gráficas que se puede realizar con el Tracker y además interesando se por saber que conocimientos previos debía tener para poder hacer este trabajo. En la clase 4 tiene dudas sobre que gráficas tiene sentido para el análisis, duda que luego fue superada, puesto en las clases 5 y 6, no hace referencia a estas y trabaja sin ningún inconveniente, mostrando haber asimilado muchos de los conceptos de estas clases. Presenta una dificultad en asociar la ecuación con la gráfica, después de la explicación del docente, se resolvió la duda. En el trabajo realizado en las clases 5, 6 y 7 en lo que



con las otras clases, pero no es un proceso acabado y que puede seguir evolucionando ya que durante el trabajo que se realizó se dejaron de utilizar elementos del Tracker.

correspondía al concepto de razón de cambio no realizo preguntas al respecto y trabajo estas sin dificultad dando a entender que entendió este concepto y los relacionados con él.

Caso 3

Desde el inicio (clase 4) no tuvo ningún inconveniente para utilizar el Tracker, mostrando facilidad en interiorizar cada uno de los elementos que este posee y realizando una buena instrumentalización, en la clase 5 muestra una fluidez para trabajar con este software y además interioriza otros elementos que no son necesarios en el trabajo que se están utilizando hasta el momento en el análisis de vídeo. Además en clase 6, a partir de un inconveniente presentado con el archivo de Tracker para la solución del laboratorio 5, el Caso presenta la solución a este, demostrando haber realizado una excelente instrumentalización del Tracker, puesto que ningún otro estudiante sabía darle solución a esto. En la clase 7 confirma lo que ya había de mostrado en clases anteriores. Con respecto al esquema de uso va dejando este claro desde la clase 5 unos indicios muy buenos de este y que va

Al iniciar el trabajo muestra interés por todos los elementos presentes en la clase, haciendo preguntas de orden interno de estos, además de muestra una fluidez al trabajar con cada uno de los elementos dispuestos para la clase, mostrando una buena orquestación instrumental, de la utilización de lo mencionado anteriormente se puede observar en su desarrollo conceptual, no tener ningún problema con los conceptos trabajados en cada una de las clases e interesándose más por complementar estos y preguntando por información estadística que se podía encontrar con el Tracker. Durante el trabajo realizado en cada uno de los laboratorios, no realizo preguntas referentes a la razón de cambio y respondiendo las que tenían que ver con este sin inconvenientes dando a entender que entendió este concepto y los relacionados con él.



refinando con las otras clases y en la clase 7 deja ver ya uno muy completo. Como consecuencia pude observar la excelente génesis instrumental que realiza, ya que hace una muy buena instrumentalización que es capitalizada en una muy buena instrumentación con el esquema de uso que deja planteado del software Tracker.

Caso 4

Desde un principio mostro interés por el análisis de gráficas y las ecuaciones que presenta el Tracker, además si se podía introducir datos en el software aparte del análisis de vídeo, esto con el fin de buscar elementos para ir conformando su instrumentalización. En la clase 4 muestra un buen manejo del PC y del Tracker dando indicios de una buen instrumentalización, en la clase 5 confirma lo hecho en la clase anterior y colaborándole a otros compañeros para que estos puedan utilizar el software correctamente, pero él no tiene una instrumentalización terminada continua interiorizando elementos del Tracker a partir de las preguntas que le hace al docente. En la clase 6 y 7 continua con su crecimiento con respecto al aprendizaje de cómo utilizar

Demostró desde el inicio poseer un excelente manejo del PC y lo relacionado con este, haciendo le mas fácil la utilización de todos de los elementos dispuestos para las clases, teniendo una excelente orquestación instrumental a la hora de realizar los laboratorios propuestos. En su construcción conceptual inicia interesando se por las ecuaciones que proporciona el Tracker y la información que se puede obtener de estas. En la clase 5 pregunta por la razón de cambio y durante el trabajo propuesto en esa clase se pudo observar que entendió el concepto y además ayuda a una de sus compañeros aclarar este. Pero para esta clase no tiene claro que tipo de ajuste utilizar para cada gráfica. Luego en la siguiente clase (6) demuestra que ya soluciono esta duda y además hallar el área



otros elementos del software mejorando su instrumentalización. Por otro lado, desde la clase 5 ya se podía observar un esquema de uso, con muchos elementos ya interiorizados y utilizados en el análisis de los vídeos, en la clase 7 ya muestra una excelente instrumentación del Tracker con elementos que los otros Casos no utilizan. Se puede concluir que a partir de la excelente instrumentalización realizada, se puede observar una muy buena instrumentación, logrando así un muy buena génesis instrumental del Software Tracker.

Tabla 34. Síntesis interpretativa de cada Caso a cada categoría presente en los vídeos.

REVISIÓN DOCUMENTAL Vídeos	CATEGORIAS	
	Génesis Instrumental A	Proceso de aprendizaje B.
Se agrupan todos los Casos	En la clase 4, se puede observar como los Casos interactúa con la guía de laboratorio 3 y el Tracker, haciendo a partir de esta una génesis instrumental, donde la guía es el artefacto y el Tracker es el objeto y luego la guía se convierte en	En este proceso no muestran ninguna dificultad para utilizar todos los documentos que se presentaron en cada una de las clases, teniendo así una buena orquestación por parte de cada uno de los Casos.



instrumento, ya que permitió que los casos interiorizaran algunos elementos del Software Tracker, convirtiéndose en un nuevo artefacto de trabajo.

Se puede observar como los Casos paulatinamente (unos más rápidos que otros), a través de cada una de las clases van realizando una interiorización de los elementos del Tracker y construyendo así su propia instrumentalización a partir de este, la cual no es definitiva y que puede tener variaciones a la hora de profundizar con otros elementos de este software, que no fueron utilizados en los análisis de vídeos de cuerpos en movimiento, pero una buena instrumentalización lleva a una buena instrumentación (esquemas de uso), obteniendo una buena génesis instrumental.

En transcurrir de las clases, se puede observar como los Casos utilizan el Tracker, haciendo a partir de este una génesis instrumental, donde el Tracker inicialmente es el artefacto y el concepto de razón de cambio es el objeto y luego al pasar

El proceso conceptual de la elaboración de la razón de cambio, es logrado por todos los casos, pero es diferente para cada uno; los Caso 1 y 2 lo realiza partiendo del análisis de gráficas y acercándose a los conceptos de cinemática a partir de estas. El Caso 3 desde los conceptos previos que tenía del análisis de gráficas (laboratorio 2), al parecer el concepto de razón de cambio lo tenía claro, puesto que durante el trabajo con el Tracker no realizó ninguna pregunta y resolvió las guías de los laboratorios sin ningún inconveniente, pero complementando su conocimiento con otro tipo de información que daba el Tracker. El Caso 4, inicia su construcción a partir de las ecuaciones que presenta el Tracker y la información que puede obtener, luego a partir de sus dudas sobre la razón de cambio, explicaciones del docente y el trabajo realizado con el laboratorio 4, el alcanza a comprender el concepto y con esto continuar con la comprensión de los otros conceptos cinemáticos.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

las clases y los laboratorios el Tracker se convierte en un instrumento, que permitió que los casos interiorizaran el concepto de razón de cambio y además comprender los demás conceptos referente a la cinemática.

Tabla 35. Síntesis interpretativa inferida desde todos los casos presente en los vídeos.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Entrevistas

Respuestas a las preguntas realizadas en la entrevista por casos y sub categorías instrumentalización

REVISIÓN		SUB-CATEGORIAS			
DOCUMENTAL		Instrumentalización			
Entrevistas		A.1			
Preguntas	1. ¿Qué características positivas le ve al software?	2. ¿Qué se puede hacer con el Tracker que no se puede hacer con el tablero?	3. ¿Qué fue lo que más le llamó la atención de los laboratorios que realizamos?	4. ¿Qué características negativa le ve al software?	
Caso 1	E: Ahora si profe, espere con calma, bueno el software las características positivas que tiene es la fluidez con la que se puede analizar un vídeo, después de haber entendido bien los pasos que se deben organizar o pa' que sirve cada cosa dentro del software, la facilidad con la que usted puede analizar el	E: Ehh... el análisis de algo en 3D, sí que yo creo de lo que da más dificultad en las áreas de las ciencias exactas es lo dimensional que muchas veces los alumnos no entienden cuando hay tercera dimensión y el software permite con un vídeo mostrar las tres dimensiones, pero más real.	E: La cantidad de datos que soltaba el software con el análisis del vídeo, pues eran demasiados con un solo vídeo analizando. P: Pero todos esos datos ¿te complicaban el trabajo o te lo facilitaba? E: No, lo facilitaba muchísimo porque soltaba pues demasiados sin tener	E: Al principio es complicado aprender a manejarlo, si pues, debería haber como un tutorial no de una clase, sino por lo menos dos o tres clases donde se pueda explicar bien. P: Entonces mínimo dos. E: Sí, donde se pueda hacer bien, pues que uno pueda	



vídeo, también los datos que le suelta a uno con solo el análisis del vídeo, como las gráficas, las tablas de estadística, también como hallar algunas cosas como el área bajo la curva, como te da la pendiente e inmediatamente está listo el cálculo.

P: Cuando hablas de pendiente, ¿te refieres a la razón de cambio en esa parte?

E: Sí, cuando la podía señalar y te daba exactamente la razón de cambio de cierto punto

que hacer tantos pasos usted interiorizar bien los en el cuaderno uno por uno. conocimientos.

P: Pues como lo decías al principio te facilitaba el trabajo. P: Donde pueda interiorizar bien solamente el funcionamiento del software, ahh bueno no los los conceptos a trabajar, sino solamente dedicado al...

E: Al funcionamiento.

P: Al funcionamiento de cómo funciona el software.

E: Sí, porque hay unas partes que se vuelve complicado el manejo pues, como primera vez iniciando el manejo.

P: En el caso tuyo necesitarías más tiempo para aprender a manejarlo.



Caso 2

Bueno a mí me parece muy positivo la inclusión de las TIC y en este caso del software en la clase pues de física, porque es como una forma más dinámica y diferente de hacer un laboratorio de física ¿cierto?, es también como integrar la parte experimental que podemos hacer por medio de un vídeo, llevarlo ya ahh al computador y analizarlo con el Tracker y y con él pues ya miramos que se pueden hacer tablas, se pueden hacer gráficas, entonces yo creo que en ese sentido facilita mucho más las cosas, eh

E: Yo pienso que a ver con las dos cosas se puede hacer lo mismo, solo que en él, hacer las cosas en el tablero es un poco más de más de trabajo ¿cierto? Y lleva mucho más tiempo ¿cierto?

P: Algo más tedioso.

E: Es más tedioso, mientras que si uno se sienta y lo hace en el computador y lo hace con el software es mucho más fácil hacerlo y uno puede hacer varias cosas al tiempo, porque al tiempo que estamos haciendo una gráfica, igual estamos tomando datos en una tabla ¿cierto? Entonces es mucho

E: Pues yo creo que todos los trabajos fueron interesantes porque cada pues fue como un paso a paso sobre todo lo que se hizo. Eh me gustó mucho el que hicimos de...

P: El último de caída libre.

E: Sí, el de caída libre, el de caída libre estuvo chévere porque hicimos nosotros el vídeo, nos tocó sacar el análisis y todo eso, ese me gustó bastante.

P: Y ese no tenía guía como pa' que, ¿cómo te sentiste sin trabajar con guía? Si tenías solamente el software y el vídeo y no tenías una guía

E: Quizás a la hora de uno enfrentarse por ejemplo a analizar algo ahí y si uno no tiene bien el concepto claro, eh se va enredar un poco y si uno no pone cuidado por ejemplo a la hora de de o sea uno no entiende como está manejando las gráficas pues eso es como algo negativo, pero pero yo creo que es mas de manejo de uno no tanto del software porque el software facilita mucho las cosas, pues yo creo que es más de uno sentarse analizar lo que está haciendo.

P: Entonces como prerequisite para manejar el



que al llevar por ejemplo a analizar un vídeo se pueden hacer directamente gráficas, se puede analizar cada punto que se hizo en las gráficas, pues es una forma más sencilla de integrar todo lo que uno puede hacer en el transcurso de un laboratorio.

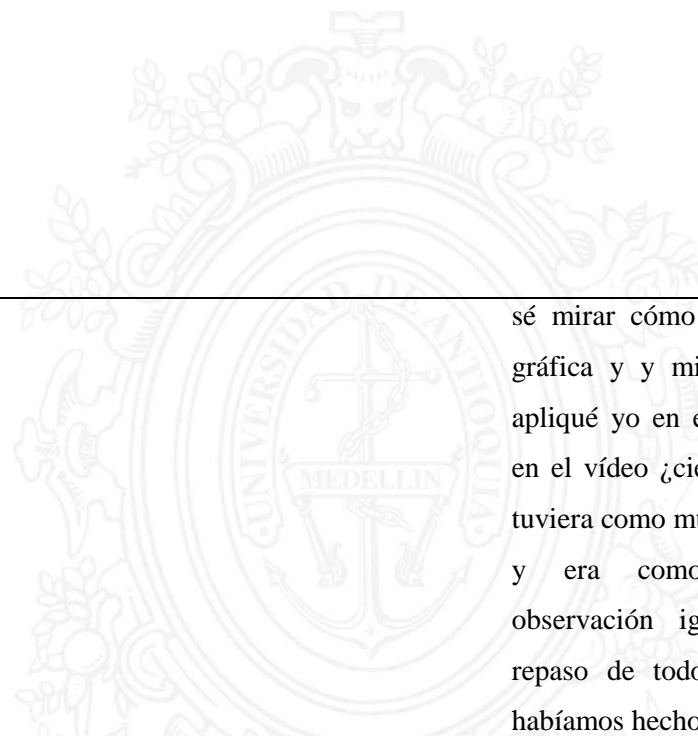
más sencillo y con esos datos se obtienen muchas más cosas ¿cierto? Pues yo pienso que con las dos cosas se puede trabajar igual, pero es más ventajoso quizás trabajar con el Tracker, porque facilita mucho más las cosas en cuanto a eso, pues se pueden hacer las cosas mucho más rápido.

aprobada, ¿cómo te sentiste ahí?

E: Porque ya pues ahí aplicamos lo que ya habíamos trabajado anteriormente ehh ya tenía el concepto más claro de que era lo que tenía que hacer y pues que pasos seguir para poder analizar bien el vídeo, ya tenía que pues ehh era como parte de una observación sobre todo a la hora de hacer la gráfica que no me quedara por ejemplo ehh pues como no sé, aplicando el concepto pues de ehh, de caída libre ehh obviamente no me, pues no

software hay que tener conceptos claros.

E: Si hay que tener conceptos claros para sentarse a manejarlo.



sé mirar cómo me daba la gráfica y y mirar cómo la apliqué yo en ese momento en el vídeo ¿cierto? Que no tuviera como muchos errores y era como más de observación igual era un repaso de todo lo que ya habíamos hecho ¿cierto?

Caso 3

<p>Bueno al software Tracker las características positivas es que facilita la interpretación ehh favorece la interpretación de los conceptos que se trabajan durante teoría. Y entonces permite evidenciarlos más fácil a partir de la práctica y que permite obtener datos</p>	<p>Tracker E: pues... P: Como profesor, ya mirándolo como un docente. E: ¿Cómo un docente? Que, pues sea más preciso, todo lo da más preciso, porque obvio una gráfica que haga en el tablero no le va a quedar igual que le queda en el Tracker, identificar puntos</p>	<p>E: de los laboratorios? Que mmm bueno poder analizar que no se tienen que analizar todo el vídeos, sino que es por partes que se puede analizar, que mmm a ver pensemos, P: O sea, que restringimos del vídeo a una parte que es lo que se quiere estudiar</p>	<p>Que cuando uno está analizando las gráficas y todo eso es pues para el concepto de uno muchas veces no están claras o no son acorde pues no escriben bien el movimiento para uno pues desde la visión de uno pero pues como lo que...</p>
---	--	---	--



más exactos acerca de lo que se pide, mucho más exactos mucho más precisos son los datos que se obtienen ahí a uno hacerlos manualmente. cuando uno está analizando las gráficas y todo eso es pues para el concepto de uno muchas veces no están claras o no son acorde

no le va a quedar igual que en el Tracker, además que en el tablero todo toca hacerlo a parte de la imaginación, en cambio con el software es más real, es un vídeo que se hizo y que se analizó pues como tal.
P: ¿Nos acercamos a la realidad a partir del software?
E: sí, nos permite acercarnos a la realidad, pues acercarnos los conceptos a la cotidianidad y no a partir de imaginarios como le toca a uno en el tablero.
P: ¿Y las variables? ¿Qué pasa con las variables?

E: Todo
P: que si es un vídeo de 30 minutos no no, solo realmente lo que necesitamos y con eso se identifica.
E: y que le indica a uno la exactitud en todos los resultados que ya es más fácil encontrar por ejemplo la ecuación para cada una de las gráficas, da pues analizándola si es lineal, exponencial, entonces ya es más fácil encontrar eso también.
con la guía y con la orientación del profesor y

P: ¿entonces quedan como desubicados los puntos?
E: si, entonces uno es como ahh si me va a dar la velocidad media o no me va a dar la aceleración como es, con esta gráfica si puedo hacer aceleración, a uno le quedan como las dudas ahí pero si... más exactitud, entonces es eso porque ya uno parte del error cuando uno está marcando los puntos durante el análisis del vídeo.



E: ahh que es más fácil con los compañeros que tenía manejarlas. uno para resolverlo.

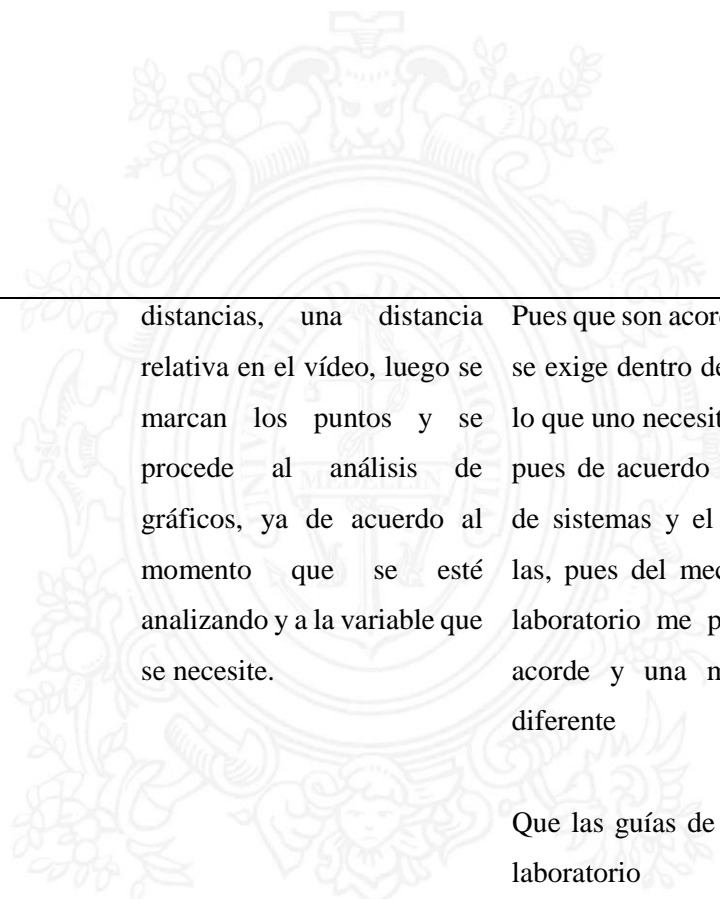
P: ¿Y modificarlas cierto?

E: si, e interpretarlas más. Me permitió mayor claridad, tenerlos más claros con

Uno ingresa al software, abre el software, va y abre el archivo del vídeo que quiere analizar ehh, te limita los cuadros del vídeo que quiere analizar y el espacio en que lo quiere analizar y a la medida en que quiere que se muevan los cuadros del vídeo. Ya después se marcan los puntos, se calibran con la medida que tenga el vídeo con un objeto que uno tenga la medida ehh para tener las

respecto a lo que se venía trabajando ya durante el curso y con el laboratorio quedaron más claros los conceptos, pues me permitió entenderlos más fácil, y pues como ya se asemeja mucho a la realidad, pues es un trabajo más real, le permite a uno tenerlos pues mas ¿más qué?

Tenerlos pues más claros, interpretarlos mejor.



distancias, una distancia relativa en el vídeo, luego se marcan los puntos y se procede al análisis de gráficos, ya de acuerdo al momento que se esté analizando y a la variable que se necesite.

Pues que son acordes a lo que se exige dentro del curso y a lo que uno necesita aprender, pues de acuerdo con la sala de sistemas y el manejo de las, pues del mecanismo de laboratorio me parece pues acorde y una metodología diferente

Que las guías de trabajo del laboratorio orientaban, orientaban más fácil y de pronto y le permitían a uno pues mayor claridad

Caso 4

E: Al software yo le veo, la optimización de características positivas de

E: Pues yo considero que todo lo que se puede hacer en el Tracker se puede hacer en

E: ¿lo que más me llamó la atención? Bueno, lo que más me llamó la atención fueron

E: Bueno no me gusta, bueno el software si tiene como algunas pequeñas fallas, a



procesos, ayuda a optimizar muchos procesos que de pronto uno haciendo manualmente se vuelve un poco tedioso, mmm ya como que...

P: ¿Eso es cómo lo que ves?

E: Si.

el tablero, no veo que haya un impedimento hacer algo en el software que no se pueda hacer en el tablero, me parece que todo lo que se puede hacer en el software te puede hacer en el tablero normalmente.

P: ¿La parte dinámica se puede hacer en el tablero?

E: ¿Qué cómo así? ¿Qué me preguntaste?

P: Por lo dinámico, por ejemplo mover variables.

E: No, si se vuelve más tedioso en el tablero, pero si se puede hacer.

P: El concepto general, las dos se pueden hacer.

las gráficas, si pues, la forma tan rápida de obtener una gráfica y de analizarla ahí, de pronto uno en el tablero o en el cuaderno se demora más haciendo estos análisis y ya.

veces no da como mucha ayuda en el manejo, se vuelve un poco complicado y a veces, o sea también es por el desconocimiento de uno de la herramienta, pero a veces se vuelve complicado en encontrar una herramienta, es decir por ejemplo cuando tenía una gráfica y se seleccionaba otra gráfica, como que se juntaban las dos gráficas ahí y eso hacía una cosa ahí y uno no sabía lo que estaba analizando, esa era como la única falla que tenía.

P: ¿Cuándo se le juntaban dos gráficas?



E: Si.

P: ¿Y qué se puede hacer en el tablero que no se puede hacer en el Tracker?

E: ¿qué podría hacer yo en el tablero? De pronto un ajuste de ajuste de ¿cómo se le llama a eso? La tendencia de la gráfica, como es que es

P: Los ajustes que se le hacen.

E: Los ajustes.

P: El lineal, el de parábola.

E: De pronto en el tablero se puede hacer un ajuste mejor, en el software él lo hace de una forma automática y a veces no queda como tan preciso.

E: Sí, de pronto para obtener algunos valores, o de pronto hallar el área de una curva, había que hacer algunos pequeños ajustes, no es tan de un clic como el resto de los programas, pues digo que como de pronto es un software libre tiene unas desventajas pues por ese lado, le falta como más mejoras y ya.

P: ¿Cuándo hablas de un clic es facilidad, fácil manejo, o que es o que sea más intuitivo?

E: A veces se vuelve complicado, uno a veces, yo veía más con los compañeros



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

P: ¿Le faltaría precisión para tu concepto al software?

E: si, de pronto esa parte.

cuando teníamos una gráfica y teníamos un área y veíamos un valor y yo veía que tomaban un dato ahí, pero ya estaban pidiendo era otra cosa, entonces uno decía, no tenés que hacer esto y esto y ya como que ahh, porque ponen eso ahí entonces.

P: ¿Habían valores que los hacían perder en el trabajo?

E: Sí, si había valores que si eran como, uno veía el valor y no entendía el valor y uno era como esto qué, esto qué significa. Y noté yo que el mayor tipo de errores era por analizar la gráfica, todas las gráficas se juntaban y uno

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

tenía que chulear y chulear otro, era como jugar, pero no era tanto como que yo sabía que ésta era la que yo tenía que chulear o a veces tenía que cerrar la ventana, como una especie de reinicio, cerrar la ventana para que me volviera a aparecer la gráfica que estaba ahí.

P: Pero en esa parte había digamos desconocimiento de algunas herramientas.

E: Sí, creo que hubiera sido muy muy bacano haber hecho énfasis a esa parte de las gráficas, o sea si lo hicimos, si lo hicimos...

P: Si trabajamos con ello.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

E: Si trabajamos con ello, pero no todos son como muy ágil para entender eso, a mí me dio mucha dificultad entender eso y tuve que ir y practicar en la casa, entonces sería muy bueno...

P: Hacer énfasis en esa parte.

E: Dedicarle tiempo a esa parte, para no confundirse con las gráficas y tener mejores resultados.

P: Pues para aprender a identificar qué columna de la información ¿cierto? Y a donde le chuleamos para que estemos hablando exactamente de determinada gráfica.



Tabla 36. Respuestas de la entrevista por cada Caso a la sub categoría de instrumentalización.

Sub-categoría instrumentación

REVISIÓN DOCUMENTAL Entrevistas		SUB-CATEGORIAS Instrumentación A.2	
Preguntas	1. Describa como utilizo el software para analizar el vídeo	2. ¿Cómo fueron las estrategia para resolver el laboratorio? (en toma de datos, interacción con el software y la interpretación de los datos)	3. En la secuencia elaborada por usted. ¿Cómo entendió mejor el concepto?
Caso 1	E: Ehh... Pues abríamos el vídeo ¿cierto? De ahí marcábamos, sacábamos el sistema de referencia, después hacíamos la escala ¿cierto?	E: Pues principalmente para que fuera más fluido el laboratorio, delimitaba el vídeo en una parte que fuera que la cámara no se moviera que fuera pues	E: Sí, al principio eran un poco confusos pues, pero era por el mismo choque pues del cambio que había de lo tradicional al computador, pero después



Buscábamos para la escala una medida como tal, hacíamos el seguimiento del cuerpo y ya por último realizábamos el análisis de las gráficas.

más centrado todo, no hacer todos esos pasos a la loca, sino de tomar una parte del vídeo e ir detallando lo que facilitara el análisis.

P: ¿Tú analizabas todo el vídeo o solamente una parte?

P: Entonces te fijabas muy bien en qué parte del vídeo te interesaba analizar

E: No, sólo un segmento del vídeo, pues que uno tenía para analizar, delimitaba el vídeo.

E: Si

P: y en qué parte del vídeo estaba bien la información.

E: Si, porque no todo se tomaba pues y además se volvía muy tedioso analizarlo todo.

P: La idea era analizar bien un pedazo, un trozo no más.

E: Sí.

si fue con mucha más fluidez y ya iba entendiendo los conceptos que se iban a analizar en ese momento.

E: ¿un paso a paso?

E: Pues yo lo que utilizaba era siempre tratar de que las gráficas siempre me quedaran bien hechas ¿cierto? Muy

E: De pronto... Los conceptos si los tenía claros, pero por ejemplo al momento de de hacer otro tipo de

Caso 2

P: Sí, no ¿cómo fue que usted utilizó el software para trabajar con él?



-
- E: Pero pues en cuanto a...
- P: Pues la secuencia de trabajo tuyo.
- E: ahh bueno, pues inicialmente tener un material a analizar ¿cierto? Eso era como es lo principal ¿cierto?
- P: Pero ese material a analizar ¿es el vídeo?
- E: es el vídeo, ya después tiene una serie de pasos que son por ejemplo adecuar los cuadros que se van analizar, ehh poner por ejemplo el sistema de referencia donde uno desee, ehh marcar pues como unos puntos y esos puntos después nos van a llevar a que nos dé unas tablas y eso nos va a permitir ya el análisis de las tablas y obviamente pues del gráfico que uno genere.
- muy minucioso con eso, porque era como el secreto para que las tablas dieran bien y para que los datos salieran bien ¿cierto? Ehh ubicar pues bien el sistema de referencia que no me fuera como incomodo a la hora de yo llegar y marcar los puntos para la gráfica era como lo esencial, eso era lo que yo básicamente hacía en los trabajos.
- comparaciones en las gráficas si me daba dificultad ehh por ejemplo haber.
- P: Tenemos la gráfica de posición tiempo, aceleración tiempo y velocidad tiempo ¿cierto?
- E: Sí, esa
- P: Básicamente esas fueron las que trabajamos.
- E: si, esas.
- P: en esas gráficas o en las tablas ¿dónde tenías ese conflicto entre los conceptos?
- E: Bueno en cuanto eso no, quizás de pronto cuando nos decías que que cómo se relacionaban por ejemplo es que no recuerdo bien en algunos laboratorios.
- P: ¿Cómo se relacionaba la digamos la razón de cambio posición tiempo con la velocidad?
-



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

E: Eso sí, puede ser eso, ehh sí básicamente es eso y el análisis de algunas otras gráficas, pues cuando de pronto se pedía que mirara la velocidad vs la aceleración por decirlo así, pues en cuanto eso sí, o cómo sacar otro tipo de datos de ahí, porque era como mucho más de análisis, de mirar que se relacionaba con qué, en ese momento pues uno si dudaba, pero conceptos muy claves que daban ahí en cuanto a las tres primeras gráficas que salían era pues como fácil de analizar ehh lo otro es pues eso de la comparación a veces de en otras gráficas y ya.

P: de valores y de evaluar una gráfica a otra, ¿ahí es donde tenías el conflicto?

E: Si, sí.



Caso 3

Uno ingresa al software, abre el software, va y abre el archivo del vídeo que quiere analizar ehh, te limita los cuadros del vídeo que quiere analizar y el espacio en que lo quiere analizar y a la medida en que quiere que se muevan los cuadros del vídeo. Ya después se marcan los puntos, se calibran con la medida que tenga el vídeo con un objeto que uno tenga la medida ehh para tener las distancias, una distancia relativa en el vídeo, luego se marcan los puntos y se procede al análisis de gráficos, ya de acuerdo al momento que se esté analizando y a la variable que se necesite.

P: ¿Es un orden estricto o puede variar el orden?

Pues que muchas veces el, uno con la guía uno se orienta pero muchas veces necesita la ayuda del compañero de al lado, entonces uno ahh cómo hizo esto, me explicas esto, pues algunas cositas básicas, que uno se perdía o que uno no se acordaba cómo encontrarlas dentro del vídeo, entonces con la guía y con la orientación del profesor y con los compañeros que tenía uno para resolverlo.

Me permitió mayor claridad, tenerlos más claros con respecto a lo que se venía trabajando ya durante el curso y con el laboratorio quedaron más claros los conceptos, pues me permitió entenderlos más fácil, y pues como ya se asemeja mucho a la realidad, pues es un trabajo más real, le permite a uno tenerlos pues mas ¿más qué? Tenerlos pues más claros, interpretarlos mejor.



E: Puedo variar el orden, pues esta es la forma

P: que usted lo hizo

E: que lo aprendí y que lo aprendí a trabajar más fácil.

P: ¿Te fue bien? ¿Te dio los resultados?

E: si, me permitió trabajar fácil.

Caso 4

E: Bueno, lo primero que hacía era abrir el programa y luego cargar el vídeo, el vídeo hay veces lo hacíamos o hay veces trabajamos con los con los vídeos que él trae, ehh casi siempre había que analizar el movimiento de algo entonces, lo primero que hacía después de subir el vídeo era... le daba una masa puntual, sí, una masa puntual y luego con shift, sí con shift y agregando como una especie de puntos y eso daba unos

E: Sí.

P: Y veo que a esa secuencia de trabajo le le combinabas la parte gráfica, pero en papel.

E: Sí, en papel, no toda.

P: En algunos hiciste eso.

E: O sea más de uno, en especial los que mandaban los laboratorios con anticipación ¿cierto? Que uno de pronto iba y miraba y decía ve vamos hacer esto o que había una tarea previa antes

| E: Pues yo diría que la mayoría, pero como eso no se aplicaba mucho tendía a olvidarlo y por eso era que en cada inicio de laboratorio uno andaba en círculos y después de ahí sí hacer el plan.

P: Que era la estrategia tuya.

E: Sí.

P: Primero mirar y después seguir la guía o el trabajo que se debía hacer.



puntos que se iban analizar en la gráfica, ¿qué más se hacía? Se establecía un sistema de referencia y ya, eso era lo que yo hacía, pero casi siempre lo que debía hacer al principio lo hacía al final que era lo de mirar los pasos, ajustar el vídeo, donde inicia y donde termina, con que, o sea cual va hacer el, la parte del vídeo con la que voy a trabajar, pues yo siempre arrancaba de una con una cosa y luego ahh no primero había que hacer otra cosa, al rato borraba todo lo que hacía y volvía a empezar ya como se tenía que hacer.

P: ¿Y cómo se tenía que hacer?

E: Primero subir el vídeo, después marcarlo, ya miraba después en la parte de abajo, el deslizador, no recuerdo como se llama la cosita esa.

de entregar algo, por ejemplo analizar un vídeo, analizar ustedes un vídeo que con él van a trabajar en el Tracker, entonces hacíamos el vídeo y a uno le daban ganas de aprovechar el tiempo y hacerlo manual, pero cuando uno llegaba a clase y el profesor ahí decía que era lo que se iba hacer, de pronto si tendía uno a andar en círculos con el software como como a no saber por dónde arrancar o empezaba uno a mirar los compañeros de al lado a ver que estaban haciendo y preguntarles.

P: Entonces una de las recomendaciones creo que estás dando ahí es que se debe que el estudiante más bien haga el vídeo pa' que entienda qué es lo que está haciendo en el análisis.

E: Sí.

E: Yo digo que para tener el dominio de todos los conceptos que se trabajaron, los entendía más en clase que con el software ¿cierto? No sé por qué, los entendía más en el tablero que cuando los explicaban en el software.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

P: Los triangulitos donde se indica donde inicia y donde finaliza ¿a eso te refieres?

E: Sí, eso. Ubicaba pues desde donde iba a empezar a trabajar y donde iba a finalizar y ya con shift y ya ahí me queda pues como el movimiento y ya de eso pasaba a analizar las gráficas y lo que hacía era casi siempre lo mismo, mirar la aceleración, velocidad, mirar la tendencia de la gráfica y ya. No era tanto un vea aquí, aquí bajó, aquí subió, aquí va más rápido, me limitaba hacer las cosas lineal, creo que lo, el análisis lo hacía mejor en hoja, era mejor hacer las gráficas manuales y vea aquí es más rápido, aquí fue más despacio, aquí fue constante, era por cuestiones de tiempo que había que estar corriendo, había que

P: Más que llevar el vídeo ya listo.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

hacer todo ligero y no le prestaba mucha atención a eso. Hubiera sido muy bacano tener más tiempo y mezclar las dos cosas como lo hicimos una vez que fue hacer las gráficas manuales y después venir a hacerlas en el Tracker para ver cuál era la diferencia, ese si me gustó bastante y a ese si le preste bastante atención y comparé mucho.

P: Entonces ¿te gusta trabajar más manualmente o qué?

E: No, los dos. O sea, pero primero me gusta hacer las cosas manual y después pasar al Tracker.

P: ¿te gusta comparar?

E: Sí.

P: Entonces dentro de las estra...
Entonces es una de las estrategias tuyas

1 8 0 3



de trabajo, primero hacer las cosas manuales y después con el software.
E: Sí, como primero hacer un boceto y después ir al Tracker.

Tabla 37. Respuestas de la entrevista por cada Caso a la sub categoría de la instrumentación.

Sub-categoría Orquestación Instrumental

REVISIÓN		SUB-CATEGORIAS				
DOCUMENTAL		Orquestación Instrumental				
Entrevistas		B.1				
Preguntas	1. ¿Los ambientes de aprendizaje utilizados para la realización	2. ¿Cómo parecieron diseños de laboratorios?	3. ¿Qué fue lo que más te llamo la atención de los laboratorios?	4. ¿Qué diferencia encuentras entre los laboratorios tradicionales y los	5. ¿Cómo te parecieron los tres modelos de laboratorio que se realizaron?	



de este laboratorio fueron adecuados? ¿Porque? (patio, salón, sala de computo, pasillo, etc.)

realizados en propuesta?

Caso 1

E: Todos fueron como muy adecuados porque no era tan tedioso solo en el salón, solo en el laboratorio o solo en la sala de computación, sino que era como muy variado, pero para mi concepto algunos temas deberían ser más

E: Sí, los primeros estuvieron explicados, dificultad como en el quinto, porque pues la guía no estaba como tan explícita pues como las demás.

P: A ver... en los primeros está más

E: Ehh como estaba, pues digamos en el documento como estaba explicando, que estaba la pantallazo de la parte que se debía analizar, porque facilitaba mucho, pues de los primeros laboratorios como era

E: Mmm la fluidez y la interacción, porque pues se hace muchísimo más fluido que con, pues que el mismo ordenador proporciona muchos medios para facilitar las cosas y...



pues como tenga el concepto como tal y experimentémoslo un momentico afuera ¿cierto? Y ya después nos podemos ir para clase.

P: ¿cómo cuál?

E: Es que no me acuerdo, pues no sé, ¿qué lo hayamos trabajado con el tracker también? Pues digamos desplazamiento y distancia recorrida, pues nosotros lo veíamos muy claro pues de solo palabras y

diseñado paso a paso todo lo que había que hacer y estaba el video para que ustedes analizaran ¿cierto? En ese ustedes tenían que a partir de ehh resolver las preguntas de la guía a partir de un video que estaban analizando, entonces ¿te pareció tedioso el trabajo?

E: Más complicado, no tedioso, más complicado, porque como ya estaba hecho todo el análisis, entonces uno llegar

un poco complicado manejar el tracker, facilitaba un poco pues...

P: La visibilización de lo que había que hacer. Bueno...

P: ¿Es más fácil para vos encontrar la información y el análisis con el software que a lápiz y papel?

E: En ciertos casos si es más fácil, pero a veces como que también es necesario pues...

P: No solo pues hacer el trabajo con lápiz y al papel pues. Bueno...



en el tracker nos hacer algo que alguien mostraba muy bien la ya había hecho. diferencia, pero P: Entonces no es digamos uno conveniente, ¿es mejor estudiando el que el estudiante haga concepto, ahh venga todo el análisis? caminemos un E: No, dificulta un pedacito, si usted se poco, pero digamos ya desplazó o cuánto fue en el sexto laboratorio la distancia recorrida, que nosotros lo me parece pues que hicimos ya teniendo haciendo una como referencia el interacción más con el quinto fue más fluido ambiente, salga uno de hacerlo, pues fue como esa rutina. un tropiezo pero a la P: Haciéndolo más vez, fue como ayuda, vivencial y eso, que como un escalón para yendo al aula. avanzar más en ese E: Sí. proceso del tracker.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

P: Sí, porque el último era usted haga el vídeo y analiza el vídeo que usted hizo.

E: Entonces ve uno las dificultades que se le presentó con el anterior y ya uno sabe con qué fluidez puede hacer el otro.

P: ¿Entonces te pareció adecuado hacer el trabajo de esa forma?

E: Sí.

P: ¿O no adecuado?

E: No, estuvo adecuado, que se le complique, digamos



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

en mi caso se
complice un poco,
pero a la vez a veces es
como interesante que
haya como...

P: ¿Qué no todo sea
perfecto?

E: Aja, que sea como
un riesgo y no, que sea
como algo que te
ponga a pensar más, y
no como yo hago el
vídeo, hago el análisis,
contesto las preguntas.

P: Entonces lo tedioso
que mencionas ahí es
porque te obligó a
pensar más y a

1803



solucionar inconvenientes.
E: Y me sacó pues de esa rutina de hacer el análisis, de responder las preguntas, sino que ya tenía que responder las preguntas de un análisis que no había hecho yo, entonces como que le tocaba salir de la rutina, pero bien. Para mi concepto es bacano, pues

Caso 2

E: A mí me parecen indicados pues es en los cuatro ambientes se trabajó diferente y es una forma muy	E: A mí por ejemplo la primera me pareció un poco tediosa, porque era muy larga ¿cierto? Y si uno no seguía	Es que a mí me gustó mucho todo. Referencia pregunta 12	E: Lo dinámico y pues es muy dinámico y mucho más fácil uno llegar y sentarse, o sea porque es que el	E: si los tres. P: O ¿les viste ventajas y desventajas a esos tres?
--	---	---	---	--



dinámica de hacer como los pasos E: si los tres. software facilita E: No, no a mí me
 pues ehh las cosas, indicados ahí pues uno P: O ¿les viste ventajas mucho a la hora de gustaron los tres
 porque son cuatro se perdía un poco y desventajas a esos hacer una tabla o un porque en el primero
 formas en las que ¿cierto? Ehh pero el tres? gráfico, mientras que por ejemplo, pues el
 podemos vivir por resto bien, las otras E: No, no a mí me si uno se va a sentar y primero y el segundo
 ejemplo en este guías estuvieron bien. gustaron los tres hacerlo manual ehh es uno adquiriría esas
 momento la física. En P: La primera la idea porque en el primero más complicado o competencias para
 el salón por ejemplo era con un tutorial por ejemplo, pues el bueno complicado no, llegar a ese tercero, de
 miramos la parte ¿cierto? primero y el segundo lleva más tiempo, uno llegar y sentarse y
 teórica y en los otros E. Sí. uno adquiriría esas mientras que usted se analizar el vídeo y uno
 tres era como muy P: Y que mostrara las competencias para sienta y se en carreta hacer absolutamente
 dinámico porque era a partes del software, llegar a ese tercero, de pues con el software y todo ¿cierto? A mí me
 partir de la experiencia entonces ¿te pareció uno llegar y sentarse y analizando el vídeo de pareció adecuado el
 ¿cierto? Y aplicando lo muy engorroso por analizar el vídeo y uno lo que uno está trabajo con eso, pues
 que ya habíamos visto largo o no eran claros hacer absolutamente haciendo es mucho me gustaría que
 en la teoría, pero a mí los textos? todo ¿cierto? A mí me mejor y uno está hubiese durado un
 me parecen indicados E: No, engorroso por pareció adecuado el haciendo varias cosas poco más, pero
 y fue chévere trabajar largo. trabajo con eso, pues al tiempo ¿cierto? estuvieron chévere
 en los cuatro lugares. P: Por largo. me gustaría que Entonces me parece esos tres laboratorios.



P: ¿Algún componente más que te gustaría agregar?

E: No, yo creo que ahí están los componentes básicos, pues en cuanto al trabajo de campo por ejemplo es chévere llevarse un trabajo de campo y hacer un análisis en una sala de sistemas, yo creo que está bien.

E: Quizás puede ser un poco mejor ehh no sé como hacer un laboratorio no de leer esa guía larga, sino de aplicar los conceptos que están ahí, o sea lo que está dicho en la guía, pero desarrollarlo entre todos, o sea con la guía suya obviamente y hacerlo a medida en que avance el laboratorio.

P: O sea hacer una guía dirigida del software.

E: Eso...

hubiese durado un muy ventajoso eso, me parece chévere eso. P: Que se hicieran más trabajos de laboratorio...

P: Que se hicieran más trabajos de laboratorio...

E: Si.

P: Que se hicieran más trabajos de laboratorio...

E: Si.



P: O sea hagamos esto, pasemos aquí, hagamos lo otro.

E: Si, sí.

P: Más bien así que toda la guía.

E: Me parece que uno sentarse y leer toda la guía, obviamente uno necesita de una lectura, pero si no de llegar vea la guía y haga lo que está ahí.

Caso 3

E: Pues que son acordes a lo que se exige dentro del curso y a lo que uno necesita aprender, pues de

E: Que las guías de trabajo del laboratorio orientaban, orientaban más fácil y de pronto y le permitían a uno pues

E: Lo que me haya gustado es que por ejemplo para cada uno, una de las primeras creo que fue

E: Pues los tradicionales tienen sus ventajas y que uno puede interactuar con el material y hacer

E: Pues primero fue muy acorde porque era un acercamiento al software entonces con la guía y para hacer el



acuerdo con la sala de sistemas y el manejo de las, pues del mecanismo de laboratorio me parece pues acorde y una metodología diferente, y ehh pues en relación a la sala de sistemas pues bueno porque los equipos estuvieron, tenían pues estaban dispuestos para realizar el laboratorio y hacer lo que necesitaba y pues cada uno de los espacios se presta para lo que se mayor claridad, pero cuando le tocaba enfrentarse a uno solo con la guía hay veces uno si uno si se pierde pues en el camino, pero estaban claras y le pedían pues le exigían lo que uno estaba en la capacidad de hacer. P: ¿entonces te perdías porque estaban mal elaboradas o por...? E: Interpretación. P: Interpretación. E: Interpretación profesional pero si le permitían a uno más detenidamente, pues que para cada uno de los puntos traía la imagen del software que le que le pedían. P: pues le daban la guía de lo que tenían que hacer. E: si... aja y lo que pues no me gustó por ejemplo las últimas que si estaban muy cargadas de información acerca de lo que se pedía pues en el análisis entonces si se hacía un poquito tediosa. P: ¿Demasiadas preguntas? uno mismo el trabajo y pues ya le toca a uno manualmente construir las gráficas, sacar los resultados y los promedios y ya pues con el software le reduce a uno todo este trabajo y le permite a uno trabajar desde lo real, desde la cotidianidad entonces amm, acelera pues el proceso del trabajo, más exacto, más claro. P: ¿entonces cuál de las dos es la mejor? E: Pues para el caso de laboratorio le permitía a uno explorar el software por medio de la guía, el segundo laboratorio que era ya pues la guía y el laboratorio ya realizado ehh si fue un poquito tedioso porque uno muchos veces hay pero cómo interpreto estos datos que están aquí, si ya todo está cómo saco la información, entonces ya uno si queda un poquito más desubicado.



necesita dentro del curso. uno se iba para la casa y más detenidamente con el software y la guía podía uno interpretar mejor. P: Además nosotros tuvimos la ventaja de que nos tocaron computadores nuevos. E: aja

E: Aja, si, demasiadas preguntas para el software, porque reduce a uno el tiempo en la elaboración de informes, le permite tener más claridad en los conceptos porque es más real y es como una pues más cercano a los conceptos que se están trabajando, en cambio cuando uno está en el laboratorio le toca ir hacer el informe, ir trabajando, ir buscar primero y después venir y hacer para aclarar los

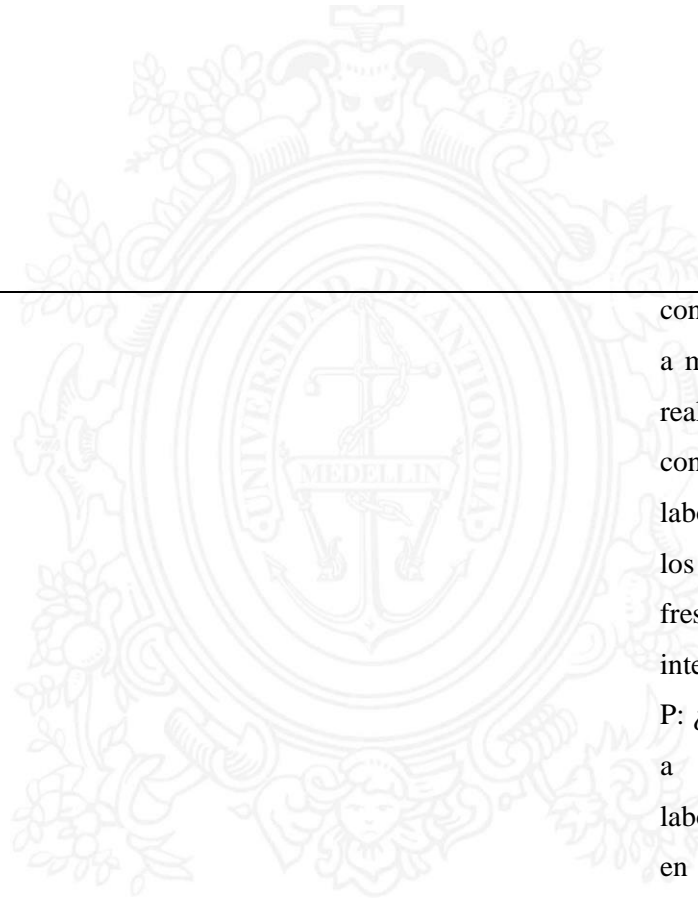
todo eso sería el laboratorio con el software, porque le reduce a uno el tiempo en la elaboración de informes, le permite tener más claridad en los conceptos porque es más real y es como una pues más cercano a los conceptos que se están trabajando, en cambio cuando uno está en el laboratorio le toca ir hacer el informe, ir trabajando, ir buscar primero y después venir y hacer para aclarar los

P: Era mejor construir, que el estudiante construya toda la información para que sepa de dónde salen las cosas. E: aja, aja. Para que tenga más conciencia de dónde están las cosas y de dónde salen y ya pues el último que era análisis propio pues, ehh ya si fue pues muy productivo porque le permitió a uno como pues ponerse en la posición de qué aprendí y qué me falta por mejor



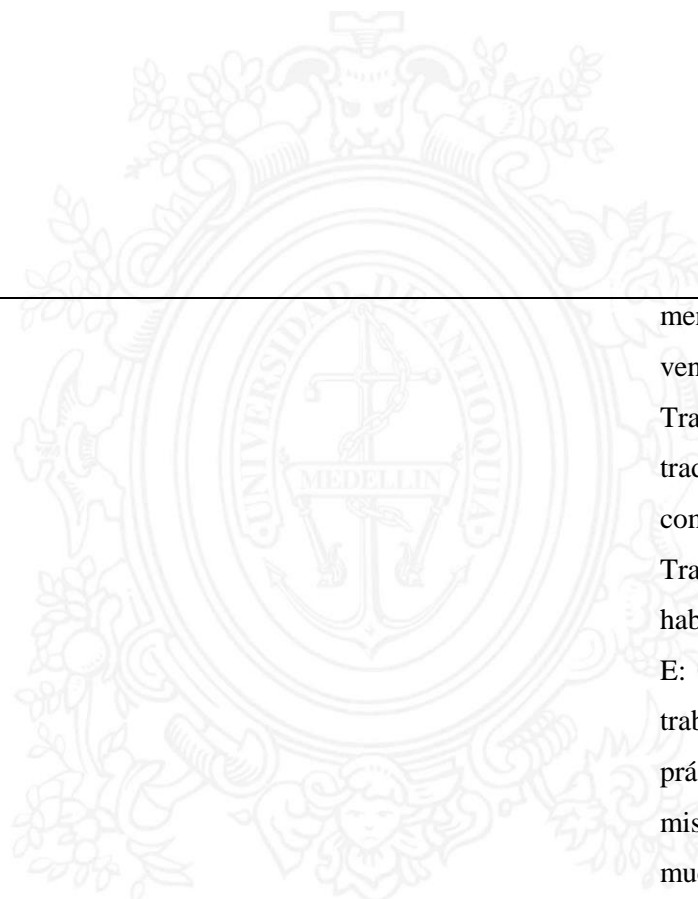
UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

conceptos, en cambio frente al frente al
a medida que uno va software, entonces lo
realizando el informe ponía uno como en
con el software en el construcción de sus
laboratorio ya uno con propios
los conceptos más conocimientos.
frescos va P: A mirar qué
interpretando mejor. aprendió y que no.
P: ¿qué ventajas le ve E: y que no.
a las al uso del
laboratorio tradicional
en comparación del
Tracker?
E: ¿a uno tradicional?
P: ¿qué ventajas le ve
a las al uso del
laboratorio tradicional
en comparación del
Tracker? Ahora



mencionaste como las ventajas que ves en el Tracker, pero en uno tradicional comparación con el Tracker, ¿qué ventajas habrían?

E: Con lo que hemos trabajado, pues prácticamente lo mismo, pues que es mucho más fácil, más productivo así que con uno tradicional.

Caso 4

E: Bueno a mí me gusta el de por fuera, el de tomar datos y que hubo que analizar, ese para mí es el mejor, en

E: ¿las guías?
P: Sí, tuvimos tres tipos de guías, la primer guía donde se tenía el vídeo para

E: Sí, no sé me sentía no me llegaba tanto como cuando me decían tiene que ir hacer esto, tomar estos

E: Hay menos riesgos, se ensucia uno menos.
P: Hay menos riesgos y se ensucia uno menos, vea.

E: ¿las guías?
P: Sí, tuvimos tres tipos de guías, la primer guía donde se tenía el vídeo para



las salas de analizar y los pasos y datos, tiene que ir a E: Bueno... Creo que analizar y los pasos y
informáticas, pues lo que se tenía que medir, tiene que ir se escapan más lo que se tenía que
como a gusto personal hacer, una segunda hacer esto y después conceptos con el hacer, una segunda
no me gusta mucho guía ¿cierto? Que tenía viene acá y lo analiza y software, o sea con guía ¿cierto? Que tenía
estar frente a un la información que se si queda tiempo lo esta forma de trabajo la información que se
computador, pero no tenía que recolectar y comparamos con lo que con la tradicional, tenía que recolectar y
fue del todo tan malo, un vídeo ya con todo lo que tenía en la hojita. porque si bien uno está un vídeo ya con todo lo
porque igual uno analizado que era sino Ahh era excelente, concentrado en la analizado que era sino
seguía su cuento sacar la información y bacano, y cuando uno materia, pero también sacar la información y
metido en el software el último que no había pues, salían más dudas está concentrado en el el último que no había
y se empeliculaba uno ni guía, sino que y uno miraba bueno el manejo del software, ni guía, sino que
ahí también y en el simplemente tenían a software no es tan entonces son dos cosas simplemente tenían a
laboratorio también su software ¿cierto? preciso o el software que hay que aprender su software ¿cierto?
muy bacano, o sea Ehh perdón tenían la es muy preciso, al mismo tiempo y más Ehh perdón tenían la
cuando había que filmación del vídeo entonces uno de una vez, uno se filmación del vídeo
realizar o desarrollar que ustedes hicieron trabajando con la frustra con el software que ustedes hicieron
algún ejercicio que se de caída libre y hojita y trabajando con porque no le da, de caída libre y
hacía, pues que se analicen, a esos tres el software ya toma porque no le funciona analicen, a esos tres
planteaba ahí mismo aspectos es que me uno como la decisión o se puso lento el aspectos es que me



como el de caída libre, refiero. ¿Cómo te de para la próxima de equipo o tal cosa, uno refiero. ¿Cómo te a mí me gustó parecieron esos tres? saber con qué trabaja termina por aburrirse. parecieron esos tres? bastante, no sé porque E: Pues los tres, o sea más simple si con la P: Entonces le ves la E: Pues los tres, o sea me gusta trabajar más los tres me gustaron hojita o con el desventaja en el los tres me gustaron en las situaciones pero hay otros que programa, por eso es sentido técnico del pero hay otros que reales. tienen o sea que son, que me gusta más. software. tienen o sea que son, P: Te gusta más tener prefiero más que otros, E: El trabajo con el E: Sí. Y también uno prefiero más que otros, las cosas físicas, reales como lo dije ahora me software que es malo para los como lo dije ahora me que tenerlas virtuales gusta más ir y hacer el P: O el laboratorio, sistemas se corcha ahí gusta más ir y hacer el E: Sí. vídeo y después desde lo que me has con el programa y crea vídeo y después P: Muy bueno saber trabajar con el vídeo dicho veo que está es uno mismo los errores trabajar con el vídeo eso. que uno hace. como en el penúltimo y se termina uno que uno hace. P: En concreto a vos te laboratorio, que fue el frustrando, cosa que no pasa en un laboratorio tradicional. gusta más lo vivencial de caída libre, que se tomó el vídeo, después Entonces diría yo que a lo virtual. se sacó la información y después se pierden más E: Sí, porque creo que y después se trabajó se pierden más uno se apropia de lo allá ¿cierto? O eso es conceptos por por estar que está haciendo, si a lo que te he entendido



uno ya le dan todo que te ha gustado más pendiente del
hecho y mire lo que eso. Otra cosa que te programa.
hay ahí ehh. haya gustado a raíz de P: O sea hay que
P: ¿A vos se te perdió los que hicimos. aprender primero a
el encanto pues con E: Al menos otro manejar bien el
eso así? laboratorio similar, programa, antes de
E: Sí, no sé me sentía cuando iniciemos a hacer los laboratorios.
no me llegaba tanto hacer gráficas que fue E: Sí.
como cuando me filmando una persona
decían tiene que ir en movimiento, pero
hacer esto, tomar estos que también era ir
datos, tiene que ir a hacer el vídeo, ir hacer
medir, tiene que ir las gráficas manuales e
hacer esto y después ir a medir con el
viene acá y lo analiza y software; me gusta
si queda tiempo lo más, pues me gusta
comparamos con lo más esa forma de
que tenía en la hojita. trabajar. En las otras
Ahh era excelente, formas se volvía, el



bacano, y cuando uno objetivo si bien era el
pues, salían más dudas Tracker, uno iba
y uno miraba bueno el dejando de lado el
software no es tan Tracker y se iba
preciso o el software concentrando más en
es muy preciso, las en las respuestas
entonces uno que habían qué hacer
trabajando con la entonces eso le restaba
hojita y trabajando con como tiempo al
el software ya toma aprendizaje del
uno como la decisión software, uno hace las
de para la próxima de preguntas, responde
saber con qué trabaja las preguntas ligero
más simple si con la porque hay que
hojita o con el hacerlo ligero porque
programa, por eso es hay que entregarlo al
que me gusta más. finalizar la clase, pero
uno no lo disfruta tanto
como si estuviera



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

trabajando, o se podría decir que se mejor si un laboratorio se pudiera partir en dos sesiones.

P: ¿Muy largos?

E: Sí, o sea son para uno que está empezando que está conociendo el software se vuelve muy largo, cuando uno lo conoce de pronto se vuelve menos pesado, pero al principio sería bueno partirlo.

P: ¿Partirlo en dos o reducir la cantidad de preguntas?



E: También. Sí.

Tabla 38. Respuestas de la entrevista por cada Caso a la sub categoría de la Orquestación Instrumental.

Sub-categoría Concepto de razón de cambio

REVISIÓN DOCUMENTAL Entrevistas		SUB-CATEGORIAS	
		Concepto de razón de cambio	
		B.2.	
Preguntas	1. ¿El software Tracker si te ayudó en tu aprendizaje?	2. ¿El software Tracker si te ayudo a entender y comprender el concepto de razón de cambio?	
Caso 1	E: Sí, lo que más me marcó pues de ese eje fue lo de distancia, distancia recorrida y desplazamiento, aunque si era fácil entenderlo en el tablero porque usted sabía que era una distancia, pero él ya te lo mostraba pues gráficamente todo el desplazamiento y la distancia de cada cosa, eso fue como lo que más me...	E: Sí, que es la posición sobre el tiempo pues. P: Y dentro del análisis, ¿dónde lo ves o en qué parte te quedó mas claro?	E: La razón de cambio en la mayoría de las gráficas se veía pues claro esa razón de cambio, porque la razón de cambio de una cosa nos daba la otra o si hallaba tiempo nos daba
	P: Entonces ¿te quedó claro pues la diferencia entre esos dos?		



E: Sí, con el tracker si me lo facilitó mucho.

velocidad o si hallaba tiempo nos daba la aceleración, entonces era como muy claro pues.

P: Entonces ¿relacionabas esos cambios que hallabas con otras variables?

E: Sí, con la variable que daba pues y todo.

P: Listo... y con respecto a la razón de cambio en las tablas. ¿si lo viste claro o no?

E: ¿la razón de cambio en las tablas?

P: En las tablas. En las tablas de análisis.

E: Ehh... en unas daba muy coherente ¿cierto? Uno la rectificaba pues a calculadora y daba lo que era, pero había algunas que tenían pues como como una diferencia en decimales, pues no sé qué tiene que ver ahí pero había algunas que si a veces pues no daba muy coherente.

Caso 2

E: Si, me sirvió claro. Sí, porque ehh como le digo era la forma de aplicar lo que nosotros ya habíamos visto en una clase teórica ¿cierto? Y ya verlo en un vídeo por ejemplo

E: si, en todos, en todos se evidenciaba sobre todo en los primeros trabajos se evidenciaba mucho y ayudaba mucho a afianzar ese concepto de razón de cambio, porque no se en todos se trabajaba, era muy y era muy necesario saber bien



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

¿cierto? Y ahí se aplicaban todos los conceptos que vimos en clase, todos, absolutamente todos.

antes el concepto, o sea como tener el conocimiento previo de qué era la razón de cambio y luego llevarlo al vídeo o al análisis y ahí ya afianza ese conocimiento y ese concepto que ya sabía, porque ahí se estaba evidenciando ¿cierto? Entonces sí, ahí se aplicaba.

P: ¿En qué parte se evidenciaba mejor el concepto? Porque teníamos varias partes ¿cierto? El vídeo como tal y el análisis en la parte que era enmarcación de vídeo ¿cierto? Enmarcación de puntos en las gráficas o en la tabla. ¿Dónde se veía mejor el concepto?

E: Yo pienso que las dos, ehh pues es que la tabla es no sé, matemáticamente uno está ahí mirando y está aplicando ¿cierto? En la gráfica uno está viendo como los tipos de movimiento de cambios que se están dando ¿cierto? Y en la gráfica se está dando numéricamente se está representando eso, yo pienso que en las dos es igual, pues en las dos se puede representar igual y en las dos se puede observar igual. A mí me sirvió, pues en las dos se podía verlo.

1 8 0 3



Caso 3

E: Si, no solamente el software porque fueron muchos sistemas los que estuvieron alrededor de él, pero si me ayudó a tener más claro lo que necesitaba aprender, me dejó una herramienta que pues uno ya puede aplicar cuando uno esté en ejercicio y cuando, pues para ver otros cursos que uno necesite realizar estos tipos de movimientos.

P: quisiera preguntar algo que se me viene ahora en estos momentos a la cabeza, que tiene que ver con el curso. ¿Cómo te pareció la metodología del curso?

E: ehh bueno, pues es muy diferente a lo que uno espera en estos cursos de física, porque la mayoría de estos cursos o las materias específicas de la carrera son son muy dictados no como para licenciados sino como para ingenieros, para físicos, para químicos, entonces el curso estaba muy orientado como para licenciados y le daba a uno las

P: Entonces ¿Para vos era fácil identificar el cambio, la razón de cambio tanto en la gráfica como en la tabla? ¿No había problema?

E: No había problema.

E: ehh sí, porque uno podía interpretar más fácil a partir de las gráficas, pero ya cuando le correspondía a uno, encontrar la razón de cambio entre la velocidad y la aceleración por ejemplo en la tabla de datos no ofrecían como mucha claridad ahí entonces uno se perdía un poco hallando la esa razón de cambio, pero entonces pues en concepto, en claridad si, en manejo un poco dificultoso con respecto a los datos que se encontraban en la tabla de datos.

P: Entonces lo encontraban dificultoso en la tabla de datos.

E: Aja.

P: ¿Y en las gráficas?

E: En las gráficas claro.

P: En la gráfica no había problema.

E: no, no había problema

P: ¿Ahí lo entendías bien?



estrategias, además del conocimiento le daba estrategias como para uno como docente.

E: Sí.

E: ¿el software? O sea yo lo que le aprendí al software fue a tenerlo como herramienta para comprobar mmm, para verificar datos que ya o gráficas que he realizado, pero como le digo, siento que aprendía más en la clase, estaba más atento a la clase, entonces, que aprendí del software a manejar el software, pero de conceptos de física no tanto, los aprendía más en la clase, que en el laboratorio.

E: Sí lo pude trabajar, pero habían ocasiones que no me quedaba tan tan claro, o sea me confundía, por lo que te digo es que no me daba lo que me debería dar.

P: ¿O sea que te gusta más lo teórico?

P: Si tenías un problema ahí de manejo.

E: No, me gusta la práctica y la teoría, pero si me dijeran ¿de qué forma quiere aprender la teoría, en un laboratorio con el software o en la clase? Prefiero la clase. Si me dicen, vamos hacer una práctica ¿cómo la prefiere, a partir del software o salir afuera y medir y todo eso? Prefiero afuera, pero también me gustaría la herramienta, o sea yo digo que la herramienta es buena y sirve, pero si uno no la sabe manejar.

E: No me daba lo que me tenía que dar entonces o no lo sé hacer o lo estoy haciendo mal o el problema es del software, entonces yo creo que lo entendía pero habían cosas que no me daban, entonces creo que a la final no lo entendí muy bien con el software pues.

P: No alcanza los objetivos, ni aprende los conceptos.

P: Pero entonces solucionando esa parte de aprender a manejar bien el software, ¿qué se aprende y se pueden aprender ahí algunos conceptos con el software o no?

E: Sí, se puede, solo que yo no sé, a mí no me funciona muy bien, pero si se puede, incluso hubo mucha gente que se la cogió, que se la cogían más fácil ahí que en la clase.

P: ¿Eso observaste en los compañeros?

E: Sí.



<p>E: Lo mejor sería no aprender los conceptos con la clase, pues con el software, sino en la clase, ya sí la resolución de problemas que sea con el software.</p>	<p>P: Que la cogían más fácil con el software que en el tablero. E: Y había gente que la cogían más fácil ellos solos que uno así explicándoles. P: Diferentes modos de aprendizaje. E: Sí. Hubo gente que si disfrutó bastante el software, pero muy pocos en realidad, por ejemplo de mis compañeros que estaban al lado me di cuenta que no se les daba muy bien el manejo del software. P: Entonces habría que implementar más tiempo para dedicarle al software. E: Sí dedicarle más tiempo al software que a los laboratorios.</p>
--	--

Tabla 39. Respuestas de la entrevista por cada Caso a la sub categoría del concepto de Razón de Cambio.

Reducción de datos a partir de la transcripción de las entrevistas (Anexo #) realizadas por cada sub-categoría

REVISIÓN	SUB-CATEGORIAS			
DOCUMENTAL	Instrumentalización	Instrumentación	Orquestación instrumental	Concepto de razón de cambio
Entrevistas	A.1	A.2.	B.1	



B.2.

Caso 1

El software las características positivas que tiene es la fluidez con la que se puede analizar un vídeo, después de haber entendido bien los pasos que se deben organizar o pa' que sirve cada cosa dentro del software, la facilidad con la que usted puede analizar el vídeo, también los datos que le suelta a uno con solo el análisis del vídeo, como las gráficas, las tablas de estadística, también como hallar algunas cosas como el área bajo la curva, como te da la razón de cambio e

Pues abríamos el vídeo ¿cierto? De ahí marcábamos, sacábamos el sistema de referencia, después hacíamos la escala ¿cierto? Buscábamos para la escala una medida como tal, hacíamos el seguimiento del cuerpo y ya por último realizábamos el análisis de las gráficas.

sólo un segmento del vídeo, pues que uno tenía para analizar, delimitaba el vídeo para que fuera más fluido el laboratorio, delimitaba el

Al principio es complicado aprender a manejarlo, si pues, debería haber como un tutorial no de una clase, sino por lo menos dos o tres clases donde se pueda explicar bien pues que uno pueda interiorizar bien los conocimientos.

al principio eran un poco confusos pues, pero era por el mismo choque pues del cambio que había de lo tradicional al computador, pero después si fue con mucha más fluidez y ya iba

te daba exactamente la razón de cambio de cierto punto la velocidad que es la posición sobre el tiempo

La razón de cambio en la mayoría de las gráficas se veía pues claro esa razón de cambio, porque la razón de cambio de una cosa nos daba la otra o si hallaba la de posición tiempo nos daba velocidad o si hallaba la velocidad con tiempo nos daba la aceleración, entonces era como muy claro pues



inmediatamente está listo el cálculo.

el sexto laboratorio que nosotros lo hicimos ya teniendo como referencia el quinto fue más fluido hacerlo, pues fue como un tropiezo pero a la vez, fue como ayuda, como un escalón para avanzar más en ese proceso del tracker.

vídeo en una parte que fuera que la cámara no se moviera que fuera pues más centrado todo, no hacer todos esos pasos a la loca, sino de tomar una parte del vídeo e ir detallando lo que facilitara el análisis.

.. algo que te ponga a pensar más, y no como yo hago el vídeo, hago el análisis, contesto las preguntas.

entendiendo los conceptos que se iban a analizar en ese momento.

no era tan tedioso solo en el salón, solo en el laboratorio o solo en la sala de computación, sino que era como muy variado desplazamiento y distancia recorrida, pues nosotros lo veíamos muy claro pues de solo palabras y en el tracker nos mostraba muy bien la diferencia

los primeros estuvieron muy explicados, tuve dificultad

habían algunos que eran como muy abstractos, entonces pues usted si lo entendía como tal, pero usted como que no lo interiorizaba como ve se lo puedo explicar a alguien, pero después de verlo en el tracker o en algunos laboratorios ya uno como que si podía, lo interiorizaba más fácil, lo construía mucho más fácil.

usted lo aprendía porque lo mostraban y usted lo grababa pues por decirlo así, pero después de interactuar con el tracker y con los laboratorios uno ya podía como construir



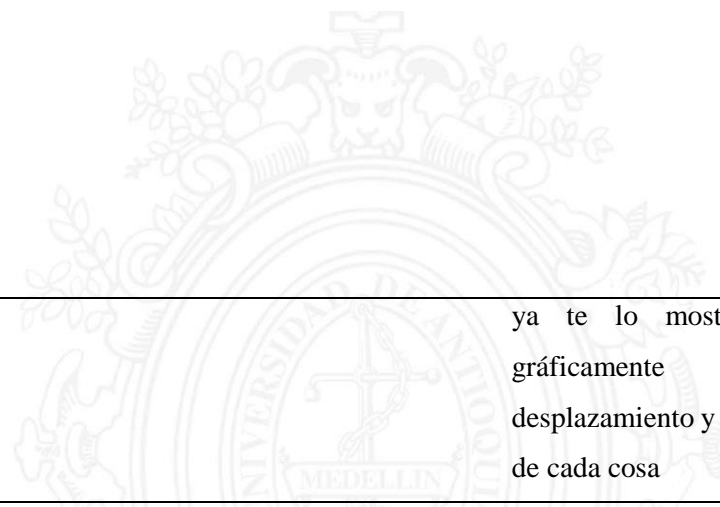
UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

como en el quinto, porque bien el conocimiento de lo fue, pues la guía no estaba que era, dale su propia como tan explícita pues definición sin salirse pues de como las demás los límites de lo que era.

más complicado, porque como ya estaba hecho todo el análisis, entonces uno llegar hacer algo que alguien ya había hecho (hace referencia al lab 5)

lo que más me marcó pues de ese eje fue lo de distancia, distancia recorrida y desplazamiento, aunque si era fácil entenderlo en el tablero porque usted sabía que era una distancia, pero él



ya te lo mostraba pues gráficamente todo el desplazamiento y la distancia de cada cosa

Caso 2

miramos que se pueden hacer tablas, se pueden hacer gráficas, entonces yo creo que en ese sentido facilita mucho más las cosas

analizar un vídeo se pueden hacer directamente gráficas, se puede analizar cada punto que se hizo en las gráficas

lo hace en el computador y lo hace con el software es mucho más fácil hacerlo y uno puede hacer varias cosas al tiempo, porque al tiempo que estamos haciendo una gráfica, igual estamos tomando datos en una tabla ya tenía el concepto más claro de que era lo que tenía que hacer y pues que pasos seguir para poder analizar bien el vídeo

Hace visible lo positivo de la inclusión de las TIC y en este caso del software en la clase pues de física, porque es como una forma más dinámica y diferente de hacer un laboratorio de física, también como integrar la parte experimental que podemos hacer por medio de un vídeo, llevarlo ya al computador y analizarlo con el Tracker, haciéndolo de una forma más sencilla e integrar todo lo que uno puede hacer

En los laboratorios él observa se aplicaban todos los conceptos que vimos en clase, además los evidencia sobre todo en los primeros trabajos y ayudando mucho a afianzar ese concepto de razón de cambio, el cual para este Caso era muy necesario saber bien antes el concepto, tenerlo como conocimiento previo y luego llevarlo al vídeo o al análisis y argumenta “ahí ya afianza ese conocimiento”, porque



el vídeo, ya después tiene una serie de pasos que son por ejemplo adecuar los cuadros que se van analizar, ehh poner por ejemplo el sistema de referencia donde uno desee, ehh marcar pues como unos puntos y esos puntos después nos van a llevar a que nos dé unas tablas y eso nos va a permitir ya el análisis de las tablas y obviamente pues del gráfico que uno genere.

en el transcurso de un laboratorio. En cuanto a la metodología de la clase y los espacios utilizados, le parecen indicados pues es en los cuatro ambientes se trabajó diferente y es una forma muy dinámica... En el salón por ejemplo miramos la parte teórica y en los otros tres era como muy dinámico porque era a partir de la experiencia.

ahí se estaba evidenciando, además en las gráfica uno está viendo como los tipos de movimiento que tipo de cambios que se están dando.

lo que utilizaba era siempre tratar de que las gráficas siempre me quedaran bien hechas ... muy minucioso

Al hacer la reflexión sobre el trabajo realizado con el Tracker y las guías de laboratorio, la primera le



con eso, porque era como el secreto para que las tablas dieran bien y para que los datos salieran bien ... ubicar pues bien el sistema de referencia que no me fuera como incomodo a la hora de yo llegar y marcar los puntos para la gráfica era como lo esencial

pareció un poco tediosa y si no seguía los pasos indicados, se perdía un poco (podría ser por el desconocimiento del Tracker), las otras guías estuvieron bien. Con la primera y la segunda se adquiría las competencias para llegar a ese tercero, de uno llegar y sentarse y analizar el vídeo y uno hacer absolutamente todo, el de caída libre estuvo chévere porque hicimos nosotros el vídeo, nos tocó sacar el análisis y todo eso, ese me gustó bastante.



Caso 3

al software Tracker las características positivas es que facilita la interpretación ehh favorece la interpretación de los conceptos que se trabajan durante teoría. Y entonces permite evidenciarlos más fácil a partir de la práctica y que permite obtener datos más exactos acerca de lo que se pide, mucho más exactos mucho más precisos son los datos que se obtienen ahí a uno hacerlos manualmente.

Uno ingresa al software, abre el software, va y abre el archivo del vídeo que quiere analizar ehh, te limita los cuadros del vídeo que quiere analizar y el espacio en que lo quiere analizar y a la medida en que quiere que se muevan los cuadros del vídeo. Ya después se marcan los puntos, se calibran con la medida que tenga el vídeo con un objeto que uno tenga la medida ehh para tener las distancias, una distancia relativa en el vídeo, luego se marcan los puntos y se procede al análisis de gráficos, ya de acuerdo al sea más preciso, todo lo da más preciso, porque obvio una gráfica que haga en el tablero no le va a quedar igual que le queda en el Tracker, identificar puntos no le va a quedar igual que en el Tracker, además que en el tablero todo toca hacerlo a parte de la imaginación, en cambio con el software es más real, es un vídeo que se hizo y que se analizó pues como tal.

no solamente el software porque fueron muchos sistemas los que estuvieron alrededor de él, pero si me ayudó a tener más claro lo que necesitaba aprender porque uno podía interpretar más fácil a partir de las gráficas, pero ya cuando le correspondía a uno, encontrar la razón de cambio entre la velocidad y la aceleración por ejemplo en la tabla de datos no ofrecían como mucha claridad ahí entonces uno se perdía un poco hallando la esa razón de cambio, pero entonces



<p>y que le indica a uno la exactitud en todos los resultados que ya es más fácil encontrar por ejemplo la ecuación para cada una de las gráficas, da pues analizándola si es lineal, exponencial, entonces ya es más fácil encontrar eso también.</p>	<p>momento que se esté analizando y a la variable que se necesite.</p>	<p>Me permitió mayor claridad, tenerlos más claros con respecto a lo que se venía trabajando ya durante el curso y con el laboratorio quedaron más claros los conceptos, pues me permitió entenderlos más fácil, y pues como ya se asemeja mucho a la realidad, pues es un trabajo más real, le permite a uno tenerlos pues mas ¿más qué? Tenerlos pues más claros, interpretarlos mejor.</p>	<p>pues en concepto, en claridad si, en manejo un poco dificultoso con respecto a los datos que se encontraban en la tabla de datos.</p>
<p>cuando uno está analizando las gráficas y todo eso es pues para el concepto de uno muchas veces no están claras o no son acorde</p>		<p>Pues que son acordes a lo que se exige dentro del curso y a lo que uno necesita aprender,</p>	



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

pues de acuerdo con la sala de sistemas y el manejo de las, pues del mecanismo de laboratorio me parece pues acorde y una metodología diferente

las guías de trabajo del laboratorio orientaban, orientaban más fácil y de pronto y le permitían a uno pues mayor claridad

me haya gustado es que por ejemplo para cada uno, una de las primeras creo que fue que para cada uno de los puntos traía la imagen del

1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

software que le que le pedían.

no me gustó por ejemplo las últimas que si estaban muy cargadas de información acerca de lo que se pedía pues en el análisis entonces si se hacía un poquito tediosa

Pues los tradicionales tienen sus ventajas y que uno puede interactuar con el material y hacer uno mismo el trabajo y pues ya le toca a uno manualmente construir las gráficas, sacar los resultados y los promedios y ya pues



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

con el software le reduce a uno todo este trabajo y le permite a uno trabajar desde lo real, desde la cotidianidad entonces amm, acelera pues el proceso del trabajo, más exacto, más claro.

Pues para el caso de uno como estudiante y todo eso sería el laboratorio con el software, porque le reduce a uno el tiempo en la elaboración de informes, le permite tener más claridad en los conceptos porque es más real y es como una pues más cercano a los conceptos que se están trabajando, en



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

cambio cuando uno está en el laboratorio le toca ir hacer el informe, ir trabajando, ir buscar primero y después venir y hacer para aclarar los conceptos, en cambio a medida que uno va realizando el informe con el software en el laboratorio ya uno con los conceptos más frescos va interpretando mejor.

primero fue muy acorde porque era un acercamiento al software entonces con la guía y para hacer el laboratorio le permitía a uno

1 8 0 3



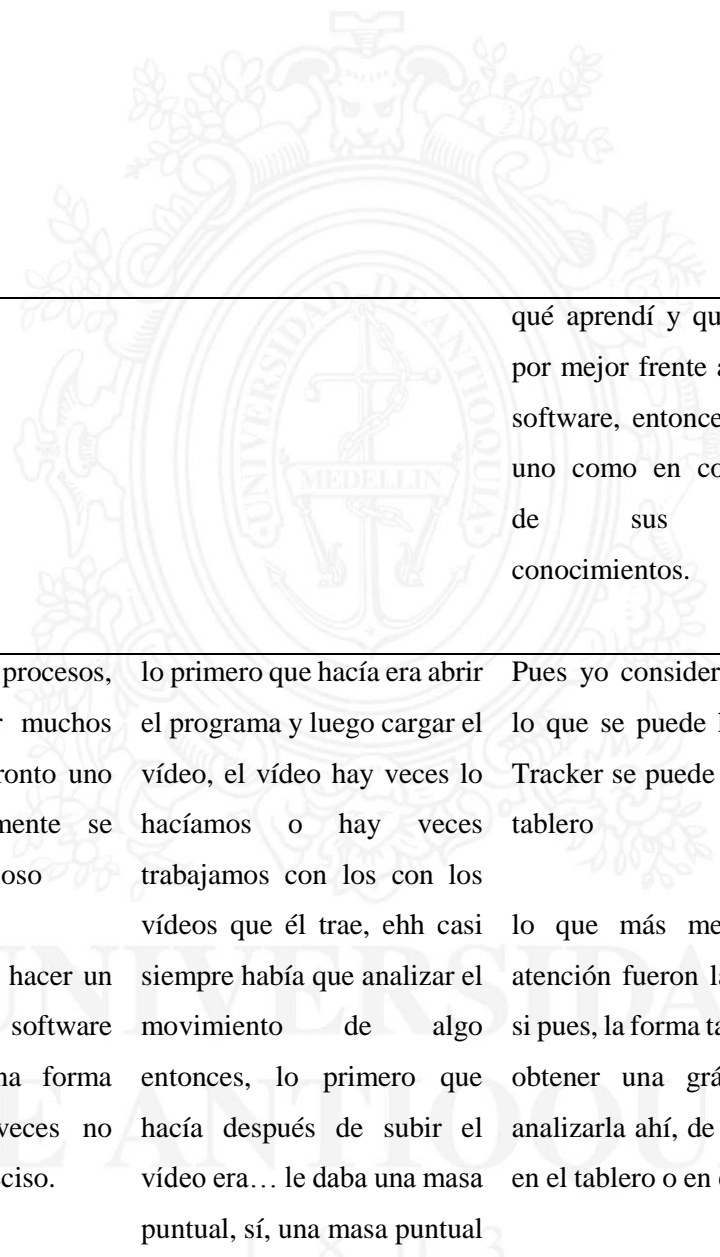
UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

explorar el software por medio de la guía

, , el segundo laboratorio que era ya pues la guía y el laboratorio ya realizado ehh si fue un poquito tedioso porque uno muchos veces hay pero cómo interpreto estos datos que están aquí, si ya todo está cómo saco la información, entonces ya uno si queda un poquito más desubicado.

el último que era análisis propio pues, ehh ya si fue pues muy productivo porque le permitió a uno como pues ponerse en la posición de



qué aprendí y qué me falta por mejor frente al software, entonces lo ponía uno como en construcción de sus propios conocimientos.

Caso 4

la optimización de procesos, ayuda a optimizar muchos procesos que de pronto uno haciendo manualmente se vuelve un poco tedioso

el tablero se puede hacer un ajuste mejor, en el software él lo hace de una forma automática y a veces no queda como tan preciso.

lo primero que hacía era abrir el programa y luego cargar el vídeo, el vídeo hay veces lo hacíamos o hay veces trabajamos con los con los vídeos que él trae, ehh casi siempre había que analizar el movimiento de algo entonces, lo primero que hacía después de subir el vídeo era... le daba una masa puntual, sí, una masa puntual

Pues yo considero que todo lo que se puede hacer en el Tracker se puede hacer en el tablero

lo que más me llamó la atención fueron las gráficas, si pues, la forma tan rápida de obtener una gráfica y de analizarla ahí, de pronto uno en el tablero o en el cuaderno

Yo digo que para tener el dominio de todos los conceptos que se trabajaron, los entendía más en clase que con el software ¿cierto? No sé por qué, los entendía más en el tablero que cuando los explicaban en el software.

lo que le aprendí al software fue a tenerlo como herramienta para comprobar



noté yo que el mayor tipo de errores era por analizar la gráfica, todas las gráficas se juntaban y uno tenía que chulear y chulear otro, era como jugar, pero no era tanto como que yo sabía que ésta era	y luego con shift, sí con shift y agregando como una especie de puntos y eso daba unos puntos que se iban analizar en la gráfica, ¿qué más se hacía? Se establecía un sistema de referencia y ya, eso era lo que yo hacía, pero casi siempre lo que debía hacer al principio lo hacía al final que era lo de mirar los pasos, ajustar el vídeo, donde inicia y donde termina	se demora más haciendo estos análisis el software si tiene como algunas pequeñas fallas, a veces no da como mucha ayuda en el manejo, se vuelve un poco complicado y a veces, o sea también es por el desconocimiento de uno de la herramienta	mmm, para verificar datos que ya o gráficas que he realizado, pero como le digo, siento que aprendía más en la clase, estaba más atento a la clase, entonces, que aprendí del software a manejar el software, pero de conceptos de física no tanto, los aprendía más en la clase, que en el laboratorio.
	Primero subir el vídeo, después marcarlo, ya miraba después en la parte de abajo, el deslizador, no recuerdo como se llama la cosita	el análisis lo hacía mejor en hoja, era mejor hacer las gráficas manuales y vea aquí es más rápido, aquí fue más despacio, aquí fue constante, era por cuestiones de tiempo que había que estar	No me daba lo que me tenía que dar entonces o no lo sé hacer o lo estoy haciendo mal o el problema es del software, entonces yo creo que lo entendía pero habían cosas que no me daban,



esa....Ubicaba pues desde corriendo, había que hacer entonces creo que a la final donde iba a empezar a todo ligero y no le prestaba no lo entendí muy bien con el trabajar y donde iba a mucha atención a eso. software pues. finalizar y ya con shift y ya Hubiera sido muy bacano ahí me queda pues como el tener más tiempo y mezclar Sí, se puede, solo que yo no movimiento y ya de eso las dos cosas como lo sé, a mí no me funciona muy pasaba a analizar las gráficas hicimos una vez que fue bien, pero si se puede, y lo que hacía era casi hacer las gráficas manuales y incluso hubo mucha gente siempre lo mismo, mirar la después venir a hacerlas en el que se la cogió, que se la aceleración, velocidad, mirar Tracker para ver cuál era la cogían más fácil ahí que en la la tendencia de la gráfica y ya diferencia, ese si me gustó clase. bastante y a ese si le preste bastante atención y comparé esas aplicaciones también mucho. ayudan mucho pues al pero primero me gusta hacer digo que el desarrollo del las cosas manual y después curso excelente, no tuvimos pasar al Tracker una única forma de trabajar. (se refiere a los applets)



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Bueno a mí me gusta el de por fuera, el de tomar datos y que hubo que analizar, ese para mí es el mejor, en las salas de informáticas, pues como a gusto personal no me gusta mucho estar frente a un computador, pero no fue del todo tan malo, porque igual uno seguía su cuento metido en el software y se empeliculaba uno ahí también y en el laboratorio también muy bacano, o sea cuando había que realizar o desarrollar algún ejercicio que se hacía, pues que se planteaba ahí mismo como el de caída libre, a mí me gustó



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

bastante, no sé porque me gusta trabajar más en las situaciones reales.

Pues los tres, o sea los tres me gustaron pero hay otros que tienen o sea que son, prefiero más que otros, como lo dije ahora me gusta más ir y hacer el vídeo y después trabajar con el vídeo que uno hace.

uno iba dejando de lado el Tracker y se iba concentrando más en las en las respuestas que habían que hacer entonces eso le restaba como tiempo al aprendizaje



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

del software, uno hace las preguntas, responde las preguntas ligero porque hay que hacerlo ligero porque hay que entregarlo al finalizar la clase, pero uno no lo disfruta tanto como si estuviera trabajando, o se podría decir que se mejor si un laboratorio se pudiera partir en dos sesiones.

Tabla 40. Reducción de datos a partir de las entrevistas realizadas a cada Caso por cada sub-categoría.

Entrevistas

Síntesis interpretativa de información inferida desde cada Caso a cada sub-categoría presente en las entrevistas



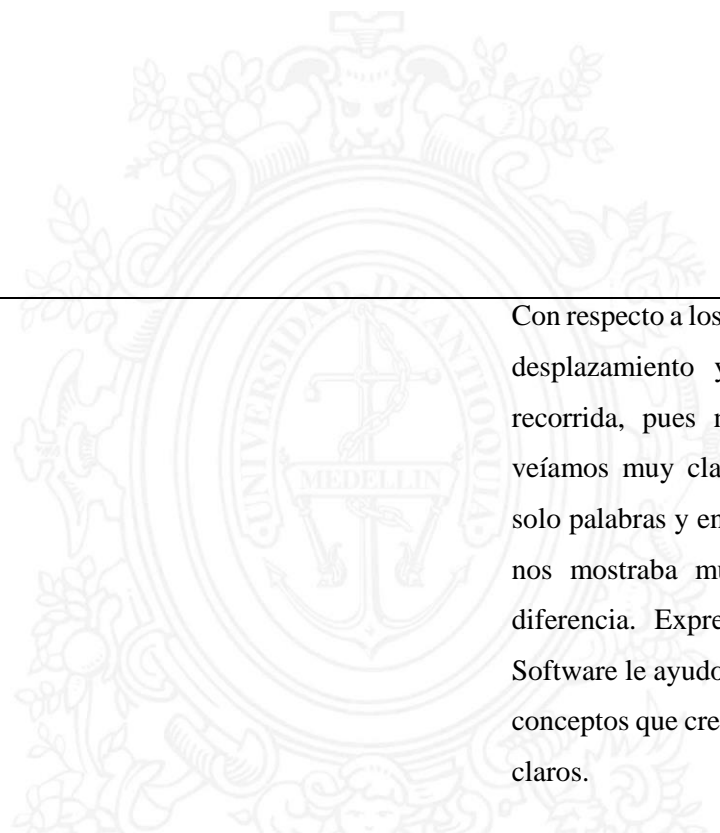
REVISIÓN DOCUMENTAL	SUB-CATEGORIAS			
	Instrumentalización A.1	Instrumentación A.2.	Orquestación instrumental B.1	Concepto de razón de cambio B.2.
Entrevistas				
Caso 1	Él le ve al Tracker características positivas por la fluidez con la que se puede analizar un vídeo, después de haber entendido bien los pasos que se deben organizar y la utilidad de cada elemento dentro del software, mostrando con esto que para él es importante hacer una buena instrumentalización del software, también le ve como positivo la información que se puede obtener de este, entre esta la razón de cambio.	Se abrí el vídeo, de ahí marcábamos, sacábamos el sistema de referencia, después hacíamos la escala, buscábamos para la escala, una medida como tal, hacíamos el seguimiento del cuerpo y ya por último realizábamos el análisis de las gráficas, e ir detallando lo que facilitara el análisis. A partir de lo anterior demuestra tener claro y de forma consiente como realizaba el análisis del vídeo.	Haciendo referencia al Tracker decía; que al principio es complicado aprender a manejarlo, si pues, debería haber como un tutorial no de una clase, sino por lo menos dos o tres, que uno pueda interiorizar bien los conocimientos. Demuestra él específicamente necesita más tiempo para asimilar trabajos de esta clase. Compara la clase tradicional y este tipo de clase: al	Tiene claro que el Tracker le exactamente el valor de la razón de cambio en cierto punto y que la mayoría de las gráficas se veía claro este concepto, además relaciona este concepto con otra variables, y lo expresa de la siguiente forma: porque la razón de cambio de una gráfica nos llevaba a otro concepto, o si hallaba la posición con el tiempo nos daba velocidad o esta última con tiempo nos daba la aceleración, el Caso



principio eran un poco confusos pues, pero era por el principio eran un poco demuestra tener muy claro este concepto.

mismo choque pues del cambio que había de lo mismo choque pues del cambio que había de lo tradicional al computador, pero después “si fue con mucha más fluidez y ya iba entendiendo los conceptos que se iban a analizar en ese momento”. no era tan tedioso solo en el salón, solo en el laboratorio o solo en la sala de computación, sino que era como muy variado. En lo que expresa el modelo de la clase fue positivo para su trabajo académico y de aprendizaje.

Había unos conceptos muy abstractos que podía entender, pero no los podía interiorizar, pero después de verlo en el Tracker o en algunos laboratorios ya uno como que si podía, lo interiorizaba más fácil, lo construía mucho más fácil. Después de interactuar con el Tracker y con los laboratorios uno ya podía como construir bien el conocimiento de lo que era, dale su propia definición sin



Con respecto a los conceptos: salirse pues de los límites de desplazamiento y distancia lo que era recorrida, pues nosotros lo veíamos muy claro pues de solo palabras y en el Tracker nos mostraba muy bien la diferencia. Expresa como el Software le ayudo a entender conceptos que creía que tenía claros.

Caso 2

<p>Ve el Tracker como un instrumento que facilita el trabajo al poder ver las tablas, gráficas, y hacer el análisis un vídeo directamente desde las gráficas y que además se puede analizar cada punto</p>	<p>Partía de tener el concepto más claro de que era lo que tenía que hacer y para poder analizar bien el vídeo, el caso muestra aquí la importancia de tener unos conceptos previos para poder iniciar el trabajo con el Tracker.</p>	<p>Hace visible lo positivo de la inclusión de las TIC y en este caso del software en la clase pues de física, porque es como una forma más dinámica y diferente de hacer un laboratorio de física, también como integrar la</p>	<p>En los laboratorios él observa se aplicaban todos los conceptos que vimos en clase, además los evidencia sobre todo en los primeros trabajos y ayudando mucho a afianzar ese concepto de razón de cambio, el cual para</p>
--	---	--	---



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

que se hizo en las gráficas, uno puede hacer varias cosas al tiempo, porque al tiempo que estamos haciendo una gráfica, igual estamos tomando datos en una tabla el Tracker en conclusión para él, es un facilitador del análisis de movimiento de un cuerpo.

Iniciaba adecuando los cuadros que se van analizar, ponía sistema de referencia donde uno desee, marcar pues como unos puntos y esos puntos después nos van a llevar a que nos dé unas tablas y eso nos va a permitir ya el análisis de las tablas y obviamente pues del gráfico que uno genere. Lo que utilizaba era siempre tratar de que las gráficas siempre me quedaran bien hechas, muy minucioso con eso, porque era como el secreto para que las tablas dieran bien y para que los datos salieran bien, ubicar pues bien el sistema

parte experimental que este Caso era muy necesario podemos hacer por medio de un vídeo, llevarlo ya al computador y analizarlo con el Tracker, haciéndolo de una forma más sencilla e integrar todo lo que uno puede hacer en el transcurso de un laboratorio.

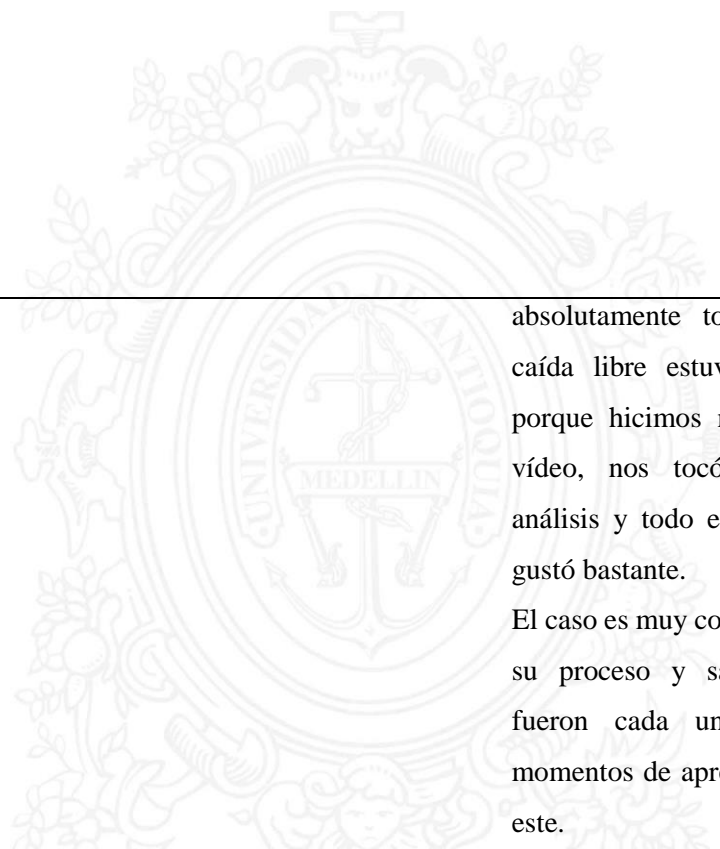
En cuanto a la metodología de la clase y los espacios utilizados, le parecen indicados pues es en los cuatro ambientes se trabajó diferente y es una forma muy dinámica... En el salón por ejemplo miramos la parte teórica y en los otros tres era

saber bien antes el concepto, tenerlo como conocimiento previo y luego llevarlo al vídeo o al análisis y argumenta “ahí ya afianza ese conocimiento”, porque ahí se estaba evidenciando, además en las gráfica uno está viendo como los tipos de movimiento que tipo de cambios que se están dando.



de referencia que no me fuera como muy dinámico porque como incomodo a la hora de era a partir de la experiencia. yo llegar y marcar los puntos para la gráfica era como lo esencial. A la vez que describe el procedimiento dice para que le va a utilizar, mostrando mucha claridad en la instrumentación que esta realizando.

Al hacer la reflexión sobre el trabajo realizado con el Tracker y las guías de laboratorio, la primera le pareció un poco tediosa y si no seguía los pasos indicados, se perdía un poco (podría ser por el desconocimiento del Tracker), las otras guías estuvieron bien. Con la primera y la segunda se adquiría las competencias para llegar a ese tercero, de uno llegar y sentarse y analizar el vídeo y uno hacer



absolutamente todo, el de caída libre estuvo chévere porque hicimos nosotros el vídeo, nos tocó sacar el análisis y todo eso, ese me gustó bastante.

El caso es muy consciente de su proceso y sabe cuáles fueron cada uno de los momentos de aprendizaje en este.

Caso 3

<p>Expresa, que el Tracker facilita y favorece la interpretación de los conceptos que se trabajan durante teoría, permitiendo evidenciarlos más fácil a partir de la práctica y que permite obtener datos más</p>	<p>Uno ingresa al software, abre el software, va y abre el archivo del vídeo que quiere analizar, limita los cuadros del vídeo que quiere analizar y el espacio en que lo quiere analizar y a la medida en que quiere que se muevan los</p>	<p>El laboratorio le permitió mayor claridad en los conceptos que se venían trabajando durante el curso, le permitió entenderlos más fácil, ya que se asemeja mucho a la realidad, pues es un trabajo más real, le</p>	<p>Expresa que en su aprendizaje, no fue solamente por el software Tracker, ya que fueron muchos sistemas (documentos) los que estuvieron alrededor de él, pero si me ayudó a tener más</p>
---	---	--	---



exactos en todos los cuadros del vídeo. Ya permitió interpretarlos claro lo que necesitaba resultados, que ya es más después se marcan los mejor. aprender. fácil encontrar por ejemplo la puntos, se calibran con la ecuación para cada una de las medida que tenga el vídeo La metodología está acorde a En el Tracker podía gráficas, después con un objeto que uno tenga lo que se exige dentro del interpretar más fácil a partir analizándola si es lineal, la medida, para tener las curso y a lo que se necesita de las gráficas, pero ya exponencial, entonces es más distancias, una distancia aprender. El laboratorio me cuando le correspondía a fácil. En lo que expresa se le relativa en el vídeo, luego se parece acorde a una uno, encontrar la razón de facilito el acercamiento de marcan los puntos y se metodología diferente, las cambio con respecto a los conceptos teóricos a los procede al análisis de guías de trabajo orientaban velocidad y la aceleración prácticos por medio del gráficos, ya de acuerdo al más fácil y de pronto le por ejemplo, en la tabla de Tracker al hacer el análisis momento que se esté permitían mayor claridad. De datos no ofrecían como de movimiento. analizando y a la variable que las guías la que más le gusto mucha claridad, se dificulta En su argumentación, claridad absoluta de cuál es fue la primera, porque para el manejo es un poco con encuentra potencialidades en su esquema de uso. cada uno de los puntos traía respecto a los datos que se el Tracker, donde dice: todo la imagen del software con su encuentran en la tabla de es más preciso, porque una respectiva acción, además datos, ahí se perdía un poco gráfica que haga en el era un acercamiento que hallando la esa razón de permitía explorar el software



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

tablero, no le va a quedar igual que en el Tracker, además en el tablero todo toca hacerlo parte de la imaginación, en cambio con el software es más real.

por medio de la guía, el segundo laboratorio que era la guía y el laboratorio al realizado fue un poquito tedioso por la interpretación de datos que aparecían. En el laboratorio 5, ya está todo el análisis y toda la información, entonces como saco esta, entonces si queda un poquito más desubicado. El último que era análisis propio, ese si fue pues muy productivo porque le permitió a uno ponerse en la posición de qué aprendí y qué me falta por mejor frente al software, entonces lo ponía uno como en cambio, pero el concepto si a la final si quedaba claro.

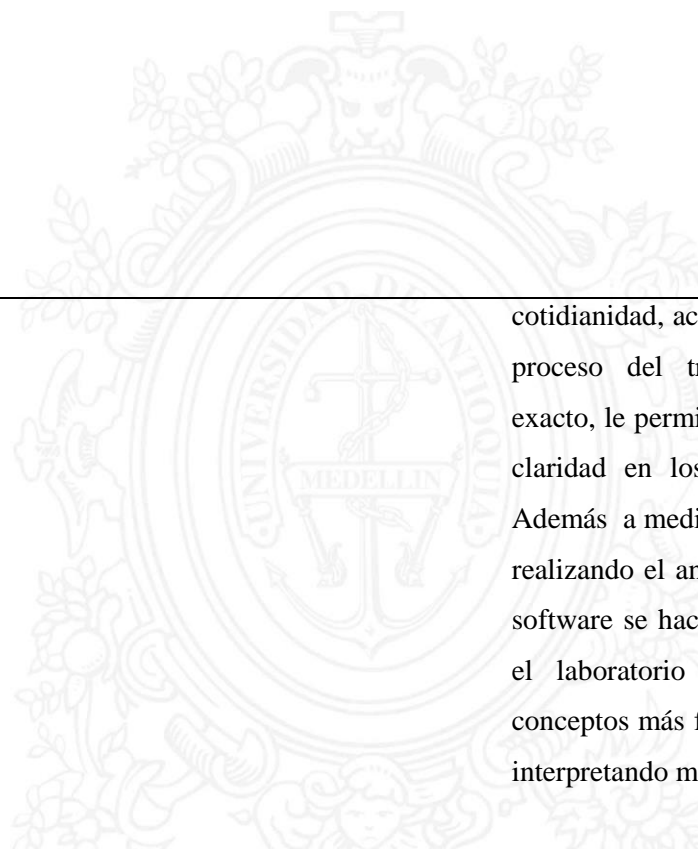


UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

construcción de sus propios conocimientos.

Al comparar los laboratorios tradicionales y con el Tracker, el primero tienen como ventajas, que se puede interactuar con el material, pero la desventaja, es hacer manualmente la construcción de las gráficas, sacar los resultados y los promedios y el software tiene la ventaja que se reduce todo este trabajo, le reduce el tiempo en la elaboración de informes y le permite a uno trabajar desde lo real, desde la



cotidianidad, acelera pues el proceso del trabajo, más exacto, le permite tener más claridad en los conceptos. Además a medida que se va realizando el análisis con el software se hace el informe el laboratorio y con los conceptos más frescos se va interpretando mejor.

Caso 4

Ayuda a optimizar muchos procesos, que de pronto uno haciendo manualmente se vuelve un poco tedioso y noté yo que el mayor tipo de errores era por analizar la gráfica, todas las gráficas se juntaban. La facilidad para

Abrir el programa, primero subir el vídeo, le daba una masa puntual después marcarlo, ya miraba después en la parte de abajo, el deslizador, ubicaba desde donde iba a empezar a trabajar y donde iba a

Se encuentra en este Caso que le gusta ms trabajar de forma manual y luego en Tracker, primero desde lo vivencial y luego si hacerlo de forma virtual.

Para tener el dominio de todos los conceptos que se trabajaron, los entendía más en clase que con el software, no sé por qué, los entendía más en el tablero que cuando los explicaban en el software.



<p>trabajar con el Tracker la hace evidente en su opinión de este.</p>	<p>finalizar, con Shift agregando como una especie de puntos y eso daba unos puntos que se iban analizar en la gráfica, se establecía un sistema de referencia y ya ahí me queda pues como el movimiento y ya de eso pasaba a analizar las gráficas. Con la descripción que hace muestra que utiliza el Tracker y que tiene su propio esquema se uso.</p>	<p>Del trabajo realizado con el Tracker lo que más le llamó la atención fueron las gráficas, la forma tan rápida de obtener una y de analizarla ahí, de pronto uno en el tablero o en el cuaderno se demora más haciendo estos análisis. Hubiera sido muy interesante tener más tiempo y mezclar las dos cosas como lo hicimos una vez que fue hacer las gráficas manuales y después venir a hacerlas en el Tracker para ver cuál era la diferencia, ese sí me gustó bastante y a ese sí le preste</p>	<p>Lo que le aprendió al software fue a tenerlo como herramienta para comprobar, para verificar datos que ya tenía o gráficas que ha realizado, siento que aprendía más en la clase, estaba más atento a la clase, entonces, que aprendí del software a manejar el software, pero de conceptos de física no tanto, los aprendía más en la clase. En la comparación de situaciones resueltas por él y no le daba lo que le tenía que dar, entonces o no lo sabe hacer o lo está haciendo mal</p>
--	---	--	---



bastante atención y comparé o el problema es del software, entonces cree que mucho.

Le gusta más el laboratorio que no le daban, entonces que se realizó por fuera, al crear que a la final no lo tomar datos y después entendí muy bien con el analizarlos, ese para mí es el software.

mejor, en la sala de informática, no me gusta mucho estar frente a un “Sí, se puede, a prender con el Tracker, solo que yo no sé, a mí no me funciona muy todo tan malo, porque igual bien, pero si se puede, uno seguía en su cuento incluso hubo mucha gente metido en el software y se que se la cogió, que se la comprometía uno ahí cogían más fácil ahí que en la también. Cuando había que clase”.

realizar o desarrollar algún El Caso hizo referencia a los ejercicio, que se planteaba como el de caída libre, a mí applets: esas aplicaciones



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

me gustó bastante, no sé también ayudan mucho pues porque me gusta trabajar más al aprendizaje, entonces por en las situaciones reales. eso el desarrollo del curso excelente, no tuvimos una

En el trabajo con el Tracker única forma de trabajar.

este se iba dejando de lado y se iba concentrando más en las en las respuestas que habían qué hacer entonces eso le restaba como tiempo al aprendizaje del software, uno hace las preguntas, responde las preguntas ligero porque hay que hacerlo ligero porque hay que entregarlo al finalizar la clase, pero uno no lo disfruta tanto como si estuviera trabajando, o se podría decir que se mejor si



un laboratorio se pudiera partir en dos sesiones.

Tabla 41. Síntesis interpretativa de información inferida desde cada Caso a cada sub-categoría presente en las entrevistas

REVISIÓN DOCUMENTAL Entrevistas	CATEGORIAS	
	Génesis Instrumental A	Proceso de aprendizaje B.
Caso 1	En cuanto la instrumentalización, él tiene claro que se debe hacer un buen proceso en esta, para poder” tener una fluidez al analizar un vídeo”. En la instrumentación (es quema de uso) realizada, tiene claro cuál es la secuencia que debe seguir para el análisis de un vídeo. Con este proceso de génesis instrumental, se puede observar en el Caso como el ve muy positivo la información que puede obtener del Tracker y como llega a la razón de cambio con esta.	La metodología propuesta en la clase fue muy positiva, puesto que no fue en un solo ambiente de aprendizaje, la clase paso de lo tradicional “al computador” aun que al principio le causo dificultad, después “si fue con mucha más fluidez y ya iba entendiendo los conceptos que se iban a analizar en ese momento” y viendo la diferencia de estos de una forma más clara con el Tracker. El Caso expresa que de esos conceptos la razón de cambio de evidencia de una forma clara en el Tracker y que además encontró la relación que existe entre esta y otros conceptos como la velocidad y la aceleración. También expresa que después de utilizar el Tracker y los laboratorios, pudo entender conceptos abstractos y “ya podía



Caso 2

Ve el Tracker como “un instrumento que facilita el trabajo al poder ver las tablas, gráficas”, y hacer el análisis un vídeo directamente desde las gráficas, y esto de forma simultánea. Pero para realizar este trabajo él siempre tenía en cuenta los conceptos previos que eran necesarios para resolver el laboratorio y realizan una buena instrumentación, haciendo mucho énfasis en el seguimiento del cuerpo y marcando muy bien los puntos, “porque era como el secreto para que las tablas dieran bien”. En su génesis instrumental se puede observar como dos momentos importantes, al iniciar tener en cuenta los conceptos previos y un muy buen seguimiento del cuerpo.

como construir bien el conocimiento de lo que era, dale su propia definición”, con esto muestra que esta propuesta fue de gran benéfico para él.

Ve muy positivo la inclusión del Tracker (TIC) al laboratorio de física, porque es una forma diferente de trabajar y la vez lo dinamiza, por que integra la parte experimental del vídeo, con el PC al analizarlo con el Tracker, donde es una forma más sencilla de integrar todo lo que uno puede hacer en el transcurso de un laboratorio.

En la opinión de la propuesta metodológica, de los ambientes de aprendizaje utilizados, le parecieron adecuados por presentar estos una forma muy dinámica. En cuanto a las guías de laboratorio, dice que la primera le pareció tediosa, pero con las otras no tuvo inconveniente, que con las dos iniciales que hace referencia al trabajo con el Tracker, le permitieron adquirir las competencia para resolver las otras, poder llegar hacer un análisis completo sin ningún



inconveniente, desde la filmación del vídeo de un cuerpo en movimiento, hasta el análisis completo de este.

De los laboratorios realizados, él encuentra que en estos se trabajaron todos los conceptos expuestos en las clases teóricas y que los primeros laboratorios le permitieron afianzar el concepto de razón de cambio y afirma que es necesario llegar con conocimientos previos del trabajo que se va a realizar y que el concepto de razón de cambio es uno de ellos, porque a partir de este se ven los cambios en los movimientos.

Caso 3

El Tracker le “facilita y favorece la interpretación de los conceptos que se trabajan durante la teoría, permitiendo evidenciarlos más fácil a partir de la práctica” (génesis instrumental), obteniendo datos más exactos e información después del análisis del vídeo, a partir de un buen esquema de uso como el que plantea el Caso, mostrando que realizó una buena instrumentalización para llegar a este.

El laboratorio estuvo acorde con el curso, a la metodología diferente, la exigencia de este y a lo que se quería aprender. El trabajo de laboratorio con el Tracker permitió entender más fácil y con mayor claridad en los conceptos presentados en el curso, puesto que esto se acercaban más a la realidad y permitiendo una mejor interpretación. A demás las guías de laboratorio daban una buena orientación y permitían ver con más claridad lo que se iba a realizar. El laboratorio 3 permitió



explorar le Tracker, el 4 y 5 un poco tediosos por la cantidad de información que había que hallar, el 6 fue muy productivo porque permito ver “qué aprendí y qué me falta por mejor frente al software, entonces lo ponía en construcción de sus propios conocimientos”

Durante la reflexión que realiza al comparar los laboratorios tradicionales con los hechos con el software Tracker, encuentra la ventaja que se reduce todo el trabajo de análisis manual, el tiempo en la elaboración de informes y le permite a uno trabajar desde lo real, desde la cotidianidad, es más exacto y permite tener más claridad en los conceptos.

En cuanto al aprendizaje por medio del software Tracker, se encuentra que no fue solamente por él, reconoce que fue a partir de los diversos documentos que se dispusieron para la clase, pero que este le ayudó a tener más claro lo que necesitaba aprender.

Caso 4

El Tracker “ayuda a optimizar mucho los procesos”, que al hacerlos manualmente son un poco tedioso y los errores Se encuentra en este caso un resultado muy diferente a los otros, donde el expresa explícitamente “que le gusta más



fueron en el análisis de gráficas, cuando había varias gráficas activadas a la misma vez. Él tiene claro la instrumentalización que realizó, tanto en sus aciertos como en las equivocaciones, también demuestra tener un esquema de uso bien definido y claro. El Caso logra realizar una buena génesis instrumental desde la instrumentalización que realiza desde el Tracker y el esquema de uso de este (instrumentación).

trabajar de forma manual y luego en Tracker, primero desde lo vivencial y luego si hacerlo de forma virtual”. Dentro el trabajo se debió tener más tiempo para hacerlo de la forma tradicional y luego compararlo con el Tracker.

Con el Tracker lo que más le llamo la atención fueron las gráficas, la forma tan rápida de obtenerlas y analizarlas, ya que en el tablero se demora más en hacerlo. También con el trabajo sobre caída libre, donde se realizó todo el proceso completo desde la filmación hasta el análisis. De las cosas a mejorar es que debe haber más tiempo en los laboratorios.

Con respecto a lo conceptual, el comprendía más fácil los conceptos en la clase teórica que con el Tracker y “lo que le aprendió al software fue a tenerlo como herramienta para comprobar, para verificar datos que ya teína o gráficas que ha realizado” (donde esto es un esquema de uso), aprendió a utilizar el Tracker pero los conceptos con el no tanto. Pero también, afirma que si se puede aprender con él, ya que evidencio que varios compañeros comprendieron más



fácilmente los conceptos con el Tracker que en la clase. Además valoro que los applets presentados en clase le ayudaron al aprendizaje y que el desarrollo del curso excelente, no se tuvo una sola forma de trabajar.

Tabla 42. . Síntesis interpretativa de cada Caso a cada categoría presente en las entrevistas.

Anexo 7. Respuestas de los Casos a la encuesta de saberes previos. Ver DVD

Anexo 8. solución laboratorios 2 construcción de gráficas. Ver DVD

Anexo 9. Transcripción de vídeos. Ver DVD

Anexo 10. tracker_help.pdf ver DVD

Anexo 11. respuestas lab 3 ver DVD