



**INFLUENCIA DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA CENTRADA EN EL MANEJO DE
REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS SOBRE EL APRENDIZAJE DEL
CONCEPTO DE ENERGÍA**

PABLO JOSÉ PABÓN SANTACRUZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES**

2021

**INFLUENCIA DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA CENTRADA EN EL MANEJO DE
REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS SOBRE EL APRENDIZAJE DEL
CONCEPTO DE ENERGÍA**

Autor

PABLO JOSÉ PABÓN SANTACRUZ

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las ciencias

Tutor

LUIS HERNANDO BARRETO CARVAJAL MSc.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES

2021

DEDICATORIA

A mi abuela, a mi madre y a mi esposa, por todo su apoyo y compañía en estos procesos, y sobre todo por ser el tesoro más importante de mi vida. A mis suegros por su paciencia y sabiduría. A mis amigos que entre risas y juegos aportaron valiosamente a este proyecto.

A mis estudiantes, nunca se den por vencidos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco particularmente a la Universidad Autónoma de Manizales y al equipo de docentes de la maestría en enseñanza de las ciencias.

Gracias a mis estudiantes quienes me acompañan y son parte continua de estos procesos.

Gracias a mi familia y amigos por todo su apoyo en las subidas y bajadas durante el desarrollo de esta investigación.

RESUMEN

Este proyecto muestra la influencia que tiene una unidad didáctica centrada en el manejo de representaciones semióticas en el aprendizaje del concepto de energía, con lo cual se identificó e interpretó las actividades cognitivas de tratamiento y conversión sobre múltiples registros del concepto, para finalmente describir los cambios que presentan los estudiantes de Ingeniería sobre estas actividades cognitivas. Esta investigación es de tipo cualitativo y su análisis se fundamenta en la teoría de representaciones semióticas propuesta por Raymond Duval (1999). Una vez fueron aplicados los instrumentos de recolección de información (Cuestionarios y talleres), se codificó y organizó para ser analizada bajo las categorías propuestas (Representaciones semióticas de la energía y las actividades cognitivas de tratamiento y conversión). De los hallazgos más significativos se tiene que todas las representaciones abordadas durante la investigación fueron importantes, ya que se identificó que aportan en la reconstrucción del concepto de energía en los estudiantes, por otra parte, los múltiples registros estudiados indicaron que pueden hacer conversión entre ellos, a excepción del registro verbal que mantiene una postura de solo registro de entrada, por último, la representación algebraica presenta un dominio y preferencia por parte de los estudiantes, la cual puede estar ligada a una enseñanza tradicional.

Palabras claves: Representaciones semióticas, tratamiento, conversión, energía, trabajo.

ABSTRACT

This project shows the influence that a didactic unit focused on the management of semiotic representations has on the learning of the concept of energy, identifying and interpreting the cognitive activities of treatment and conversion on multiple records of the concept, to ultimately describe the changes presented by Engineering students of these cognitive activities. This research is qualitative and its analysis is based on the theory of semiotic representations proposed by Raymond Duval (1999). Once the data collection instruments (questionnaires and workshops) were applied, they were codified and organized to be analyzed under the proposed categories (semiotic representations of energy and the cognitive activities of treatment and conversion). The most significant findings show that all the representations addressed during the research were important, as they all contributed to the reconstruction of the concept of energy in the students. Additionally, the multiple registers studied indicated that they can be interchanged among them, except for the verbal register that maintains a position of only input register. Finally, algebraic representation presents a dominance as well as student preference, which may be linked to traditional teaching.

Keywords: Semiotic representations, treatment, conversion, energy, work.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	19
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
3	OBJETIVOS.....	25
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	25
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4	JUSTIFICACIÓN.....	26
5	ANTECEDENTES.....	28
5.1	PROBLEMAS DE CINEMÁTICA.....	28
5.2	REPRESENTACIONES DE MOVIMIENTO CONSTANTE	28
5.3	MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES	29
5.4	CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.....	30
5.5	UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE EL CONCEPTO ENERGÍA EN FÍSICA...	31
5.6	REPRESENTACIONES MULTIMODALES.....	32
5.7	TRATAMIENTO Y CONVERSIÓN DE REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS	32
6	MARCO TEÓRICO.....	34
6.1	REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS.....	34
6.2	CAMBIO CONCEPTUAL	38
6.3	EL CONCEPTO DE ENERGÍA.....	39
6.4	UNIDAD DIDÁCTICA.....	48
7	METODOLOGÍA	50
7.1	UNIDAD DE ANÁLISIS	50

7.2	MÉTODO	51
7.3	PLAN DE ANÁLISIS	52
7.4	UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL CONCEPTO DE ENERGÍA	59
7.5	IDEAS PREVIAS	66
8	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	71
8.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EL MOMENTO DE UBICACIÓN.....	71
8.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA EL MOMENTO DE DESUBICACIÓN.....	85
8.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA EL MOMENTO DE REENFOQUE.....	128
9	CONCLUSIONES	147
10	RECOMENDACIONES	149
11	BIBLIOGRAFÍA.....	150
12	ANEXOS.....	154

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Cuatro ideas clave que definen la mirada energética a los fenómenos Idea	46
Tabla 2 Categorías establecidas para identificar las posibles respuestas de los alumnos. ...	47
Tabla 3 Indicadores y criterios de evaluación de la variable Uso de Registros Multimodales en la resolución de problemas.	48
Tabla 4 Categorías abordadas en la intervención	51
Tabla 5 Tabla de códigos y significados para la lectura y análisis de resultados.	56
Tabla 6 Registros Representacionales para el concepto de energía, características, tratamiento y conversión	56
Tabla 7 Tabla de respuestas a la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1)....	77
Tabla 8 Tabla de respuestas a la Situación 2: UP2.....	80
Tabla 9 Tabla de respuestas a la Situación 3. UP3.....	83
Tabla 10 Cambio de registros para la situación 1: DP1.	86
Tabla 11 Tabla de respuestas a la Situación 1: DP1.....	86
Tabla 12 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 1: DP1.	89
Tabla 13 Cambio de registros para la Situación 2: DP2.....	90
Tabla 14 Tabla de respuestas a la Situación 2: DP2.....	91
Tabla 15 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 2: DP2.	92
Tabla 16 Cambio de registros para la situación 3: DP3.	93
Tabla 17 Tabla de respuestas a la Situación 3: DP3.....	94
Tabla 18 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 3: DP3.	97
Tabla 19 Cambio de registros para la situación 4: DP4.	99

Tabla 20 Tabla de respuestas a la Situación 4: DP4.....	99
Tabla 21 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 4: DP4.	103
Tabla 22 Cambio de registros para la situación 5: DP5.	104
Tabla 23 Tabla de respuestas a la Situación 5: DP5.....	104
Tabla 24 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 5: DP5.	106
Tabla 25 Cambio de registros para la situación 6: DP6.	107
Tabla 26 Tabla de respuestas a la Situación 6: DP6.....	108
Tabla 27 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 6: DP6.	109
Tabla 28 Cambio de registros para la situación 7: DP7.	110
Tabla 29 Tabla de respuestas a la Situación 7: DP7.....	110
Tabla 30 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 7: DP7.	113
Tabla 31 Cambio de registros para la situación 8: DP8.	114
Tabla 32 Tabla de respuestas a la Situación 8: DP8.....	114
Tabla 33 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 8: DP8.	117
Tabla 34 Cambio de registros para la situación 9: DP9	118
Tabla 35 Tabla de respuestas a la Situación 9: DP9.....	118
Tabla 36 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 9: DP9.	120
Tabla 37 Cambio de registros para la situación 10: DP10.	121
Tabla 38 Tabla de respuestas a la Situación 10: DP10.....	121

Tabla 39 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 10: DP10.	123
Tabla 40 Cambio de registros para la situación 11: DP11.	125
Tabla 41 Tabla de respuestas a la Situación 11: DP11.....	125
Tabla 42 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 11: DP11.	128
Tabla 43 Cambio de registros para la situación 1: REP1.	130
Tabla 44 Tabla de respuestas a la Situación 1: REP1.	130
Tabla 45 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 1: REP1.....	131
Tabla 46 Cambio de registros para la Situación 2: REP2.....	133
Tabla 47 Tabla de respuestas a la Situación 2: REP2.	133
Tabla 48 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 2: REP2.....	136
Tabla 49 Cambio de registros para la Situación 3: REP3.....	138
Tabla 50 Tabla de respuestas a la Situación 3: REP3.	138
Tabla 51 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 3: REP3.....	139
Tabla 52 Cambio de registros para la Situación 4: REP4.....	141
Tabla 53 Tabla de respuestas a la Situación 4: REP4.	141
Tabla 54 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 4: REP4.....	145

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Indicadores y criterios de evaluación de la variable Uso de Registros	37
Figura 2 Preguntas 5, 6, 7 y 8 del instrumento de Ideas Previas	71
Figura 3 Pregunta 10 del instrumento de Ideas Previas.....	71
Figura 4 Respuestas estudiante 1 al instrumento de el momento de Ubicación.....	72
Figura 5 Respuestas estudiante 2 al instrumento de el momento de Ubicación.....	72
Figura 6 Respuestas estudiante 3 al instrumento de el momento de Ubicación.....	73
Figura 7 Respuestas estudiante 4 al instrumento de el momento de Ubicación.....	73
Figura 8 Pregunta 1 del instrumento de Ideas Previas. Momento de Ubicación.....	75
Figura 9 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1).....	76
Figura 10 Respuesta del estudiante 4 a la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1	76
Figura 11 Respuesta del estudiante 5 a la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1	77
Figura 12 Pregunta 2 del instrumento de Ideas Previas. Momento de Ubicación.....	78
Figura 13 Respuesta del estudiante 1 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2).....	79
Figura 14 Respuesta del estudiante 4 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2).....	79
Figura 15 Respuesta del estudiante 5 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2).....	80
Figura 16 Pregunta 3 del instrumento de Ideas Previas. Momento de Ubicación.....	81
Figura 17 Respuesta del estudiante 1 a la Situación 3: UP3 (momento de Ubicación Pregunta 3).....	82

Figura 18 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2).....	83
Figura 19 Respuesta del estudiante 4 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2).....	83
Figura 20 Primera pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	86
Figura 21 Respuesta del estudiante 1 a la Situación 1: DP1 (momento de Desubicación Pregunta 1).....	87
Figura 22 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 1: DP1 (momento de Desubicación Pregunta 1).....	88
Figura 23 Respuesta del estudiante 3 a la Situación 1: DP1 (momento de Desubicación Pregunta 1).....	88
Figura 24 Segunda pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	90
Figura 25 Respuesta del estudiante 1 a la Situación 2: DP2 (momento de Desubicación Pregunta 2).....	92
Figura 26 Tercera pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	93
Figura 27 Respuestas de los estudiantes 1, 2, y 3 (a, b y c respectivamente) a una parte de la Situación 3: DP3 (momento de Desubicación Pregunta 3).	94
Figura 28 Respuestas del estudiante 3 a la Situación 3: DP3 (momento de Desubicación Pregunta 3).....	95
Figura 29 Respuestas de los estudiantes 1, 2, y 3 (a, b y c respectivamente) a una parte de la Situación 3: DP3 (momento de Desubicación Pregunta 3).	96
Figura 30 Cuarta (o quinta) pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación	98
Figura 31 Respuestas de los estudiantes 1 y 2 (a, y b respectivamente) a parte de la Situación 4: DP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)	100
Figura 32 Respuesta del estudiante 3 a parte de la Situación 4: DP4 (momento de Desubicación Pregunta 4).....	101

Figura 33 Respuestas de los estudiantes 1 y 2 (a, y b respectivamente) a parte de la Situación 4: DP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)	101
Figura 34 Respuesta del estudiante 3 a parte de la Situación 4: DP4 (momento de Desubicación Pregunta 4).....	102
Figura 35 Quinta pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	103
Figura 36 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 5: DP5 (momento de Desubicación Pregunta 5).....	105
Figura 37 Respuesta del estudiante 3 a la Situación 5: DP5 (momento de Desubicación Pregunta 5).....	105
Figura 38 Sexta pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	107
Figura 39 Respuestas de los estudiantes 1 y 2 (a, y b respectivamente) a parte de la Situación 6: DP6 (momento de Desubicación Pregunta 6)	108
Figura 40 Séptima pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	109
Figura 41 Respuesta del estudiante 3 a la Situación 7: DP7 (momento de Desubicación Pregunta 7).....	111
Figura 42 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 7: DP7 (momento de Desubicación Pregunta 7).....	112
Figura 43 Octava pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	113
Figura 44 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 8: DP8 (momento de Desubicación Pregunta 8)	115
Figura 45 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 8: DP8 (momento de Desubicación Pregunta 8)	116
Figura 46 Respuestas de los estudiantes 1 y 3 (a y b respectivamente) a parte de la Situación 8: DP8 (momento de Desubicación Pregunta 8)	116
Figura 47 Novena pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	117

Figura 48 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, c y b respectivamente) a parte de la Situación 9: DP9 (momento de Desubicación Pregunta 9)	119
Figura 49 Décima pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	120
Figura 50 Respuesta del estudiante 3 a parte de la Situación 10: DP10 (momento de Desubicación Pregunta 10).....	121
Figura 51 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 10: DP10 (momento de Desubicación Pregunta 10)	122
Figura 52 Décimo primera pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.	124
Figura 53 Respuestas de los estudiantes 2 y 3 (a y b respectivamente) a parte de la Situación 11: DP11 (momento de Desubicación Pregunta 11)	126
Figura 54 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, c y b respectivamente) a parte de la Situación 11: DP11 (momento de Desubicación Pregunta 11)	127
Figura 55 Primera pregunta del instrumento de Valoración. Momento de Reenfoque.	129
Figura 56 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 al planteamiento de la Situación 1. REP1.	130
Figura 57 Segunda pregunta del instrumento de Valoración. Momento de Reenfoque.	132
Figura 58 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, c y b respectivamente) a parte de la Situación 2: REP2 (momento de Desubicación Pregunta 2)	134
Figura 59 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, c y b1-b2 respectivamente) a parte de la Situación 2: REP2 (momento de Desubicación Pregunta 2)	135
Figura 60 Tercera pregunta del instrumento de Valoración. Momento de Reenfoque.	137
Figura 61 Representación G de la variación de la energía cinética de la sandía de la Situación 3. REP3.....	138
Figura 62 Respuesta del estudiante 3 a parte de la Situación 9: DP9 (momento de Desubicación Pregunta 9).....	139
Figura 63 Cuarta pregunta del instrumento de Valoración. Momento de Reenfoque.	140

Figura 64 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 4: REP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)	142
---	-----

Figura 65 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 4: REP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)	143
---	-----

Figura 66 Respuestas de los estudiantes 1 y 3 (a y b respectivamente) a parte de la Situación 4: REP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)	144
---	-----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1B	154
Anexo 2 Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1B	158
Anexo 3 Representaciones - Trabajo como área bajo la curva.....	161
Anexo 4 Representaciones - Energía cinética, teorema de trabajo y energía.....	162
Anexo 5 Representaciones - Energía potencial y Conservación de la energía.....	164
Anexo 6 Representaciones - Conservación de la energía para un sistema de partículas I .	166
Anexo 7 Representaciones - Conservación de la energía para un sistema de partículas II	168
Anexo 8 Valoración I	169
Anexo 9 Respuestas al instrumento Cuestionario de ideas previas sobre el concepto de energía	173
Anexo 10 Respuestas al instrumento Representaciones – Trabajo como área bajo la curva - Situación 1. DP1	175
Anexo 11 Respuestas al instrumento Representaciones – Energía Cinética, teorema de trabajo y energía, pregunta 1 - Situación 2. DP2.....	177
Anexo 12 Respuestas al instrumento Representaciones – Energía Cinética, teorema de trabajo y energía, pregunta 2 - Situación 3. DP3.....	179
Anexo 13 Respuestas al instrumento Representaciones – Energía potencial y Conservación de la energía, pregunta 2- Situación 4. DP4	180
Anexo 14 Respuestas al instrumento Representaciones – Energía potencial y Conservación de la energía, pregunta 3 - Situación 5. DP5	182
Anexo 15 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas I, pregunta 1 - Situación 6. DP6	184
Anexo 16 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas I, pregunta 2 - Situación 7. DP7	185
Anexo 17 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas I, pregunta 3) - Situación 8. DP8.....	187

Anexo 18 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas II, pregunta 1 - Situación 9. DP9.....	188
Anexo 19 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas II, pregunta 2 - Situación 10. DP10.....	189
Anexo 20 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas II, pregunta 3 - Situación 11. DP11.....	190
Anexo 21 Respuestas al instrumento Valoración, pregunta 1 - Situación 1. RP1.....	192
Anexo 22 Respuestas al instrumento Valoración, pregunta 2 - Situación 2. RP2.....	193
Anexo 23 Respuestas al instrumento Valoración, pregunta 3 - Situación 3. RP3.....	194
Anexo 24 Respuestas al instrumento Valoración, pregunta 4 - Situación 4. RP4.....	195
Anexo 25 Resultados generales del Momento de Desubicación.....	196
Anexo 26 Resultados generales del momento de Reenfoque.....	197

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los conceptos más ubicuos en las ciencias es el de energía. No solo es fundamental en las ciencias naturales en general, sino que se presenta también en otras ciencias como las humanas y sociales. Sobra decir que también está en la base de las ciencias aplicadas. Esta ubicuidad, y el hecho de que por su elaboración histórica estamos frente a un concepto sumamente complejo, causa que deba ser abordado en los procesos educativos desde los niveles más básicos, a menudo de forma simplista y deformado. Resulta entonces natural que al indagar a los estudiantes sobre él encontremos, como nos lo dicen diversos autores de la revisión bibliográfica, elaboraciones previas que corresponden a concepciones superadas históricamente que más que ayudar al estudiante a alcanzar mayores niveles de aprendizaje presentan obstáculos a menudo insalvables.

Basados en la idea del campo de la enseñanza de las ciencias en la que se considera importante el papel que juegan las representaciones semióticas en el aprendizaje y el cambio de los conceptos que tienen los estudiantes, se presenta los resultados de la aplicación de una didáctica sobre el concepto de energía a partir de las mencionadas ideas previas y el trabajo sobre diversas formas de representar el concepto, buscando el responder si el uso de múltiples representaciones externas favorece la aprensión de conceptos científicos como el mencionado.

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, se logra identificar que esta hace uso de un número variado de representaciones, lo cual al momento de ser interpretado por el estudiante presenta brechas en la asimilación y comprensión, al asociarlos a las manifestaciones físicas que se muestran en la vida diaria lo cual lleva a la búsqueda de mecanismos que permitan la identificación del tipo de representación más usada por el estudiante y cómo facilitar la interpretación, asimilación y conversión de las demás. Con esto, el sustento teórico que enmarca esta investigación es la teoría semiótica de las representaciones desarrollada por Duval (1999), en el que se destaca la intervención de las actividades cognitivas de tratamiento y conversión entre representaciones semióticas, en este sentido se puede señalar que: La actividad de tratamiento consiste en transformar las representaciones en otras que están expresadas en el mismo sistema o registro semiótico;

por otro lado, la actividad de conversión se basa en la transformación de una representación en otra, que está expresada en un sistema semiótico diferente, corresponden a esta actividad la traducción, la ilustración, la transposición, la interpretación, la codificación, etc. Por último, y fundamental para esta actividad cognitiva son los criterios relacionados con la determinación de Congruencia en el proceso de conversión, al fragmentar las unidades significantes de las representaciones de partida y llegada: Correspondencia Semántica, Univocidad Semántica Terminal y Conservación de Orden de Organización.

Esta investigación obedece a un enfoque cualitativo con el que se pretende describir cómo y qué ocurre durante un proceso educativo en el que se involucran las representaciones y el aprendizaje de un concepto, el diseño corresponde a un estudio de caso colectivo sobre los hallazgos encontrados en las respuestas entregadas por un grupo de estudiantes de Física del primer nivel de ingeniería ambiental de la Universidad Mariana de la ciudad de Pasto.

De este modo, la investigación se desarrolló en cuatro etapas, en la primera se hizo una revisión teórica, histórica y epistemológica del concepto de energía, la revisión de antecedentes en la construcción de unidades didácticas y el uso de representaciones dentro de la física y el concepto de interés, por último, el sustento teórico de las representaciones de Duval en las actividades cognitivas de tratamiento y conversión. La segunda, consistió en el desarrollo y puesta en marcha de la unidad didáctica para el concepto de energía en que se destacan la secuencia didáctica y la creación de los tres instrumentos de recolección de información dispuestos en los momentos: ubicación – dividiéndose en dos actividades, la primera se enfatiza en explorar la idea conceptual que tienen los estudiantes sobre lo que es la energía para ellos, consta de 10 situaciones encaminadas a determinar de manera general la categoría de identificación de energía, el segundo consta de 3 situaciones las cuales indagan la capacidad del estudiante en el poder identificar y comprender algunos registros semióticos, así como la conversión de los mismos registros a otros; desubicación – consta de 11 situaciones básicas y complejas adaptadas para ser modeladas bajo el concepto de energía, durante el aprendizaje del concepto, las cuales están dadas bajo múltiples registros y las preguntas del cuestionario motivan al estudiante a realizar conversiones en otros registros; reenfoque – consta de 4 situaciones ricas en contexto y representaciones en las

que se logra involucrar al estudiante para que llegue a un nivel superior de reflexión y reelaboración personal del concepto de energía. La tercera consistió en identificar e interpretar las actividades cognitivas de tratamiento y conversión de las representaciones semióticas bajo el concepto de energía y describir los cambios que presentan los estudiantes en estas actividades cognitivas bajo el análisis de las respuestas suministradas en los tres instrumentos.

Por último, se expresan conclusiones bajo los hallazgos indicados en el análisis de cada instrumento, con lo que se resalta lo siguiente: al trabajar bajo conceptos de física los cuales pueden hacer uso de un variado número de registros y registros secundarios, es necesario reducir el número de unidades significantes que intervienen en las distintas situaciones con lo que podría permitir una transición entre registros de manera que cumplan las condiciones expuestas para la conversión entre registros; la intervención mínima de unidades significantes en una situación promueve la adecuada conversión entre múltiples registros, así mismo, favorecen el tratamiento dentro de un mismo registro, con lo cual, adecuando las situaciones a no contener demasiadas variables, términos, etc.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los conceptos centrales en el desarrollo de la Física como disciplina científica, es el de Energía. Este concepto, históricamente importante y en “[...] cuya conservación aparece como un principio unificador de toda la física” (Solbes y Tarín. 2008. p. 155) ha dado lugar a diversas generalizaciones que aproximan mejores interpretaciones del mundo en el que vivimos y que constituyen el núcleo de estudios y programas de investigación científica en aspectos tan variados como la mecánica, la termodinámica, el campo electromagnético, la teoría de la relatividad y la física de partículas (Solbes y Tarín. 2008. p. 158).

La inclusión de estos temas: la energía, sus procesos y transformaciones, en el currículo de todos los niveles de escolaridad es de particular importancia, no sólo por constituirse en la fundamentación científica de otras disciplinas, o de los procesos de las técnicas, tecnologías e ingenierías (Lagos. 2017, p. 92), sino porque favorece la “alfabetización científica de los ciudadanos desde la escolaridad temprana, procurando que comprendan conceptos, practiquen procedimientos y desarrollen actitudes que les permitan participar de una cultura analítica y crítica ante la información emergente” (Mateu. 2005).

A pesar de su importancia, el conocimiento y uso que hacen los estudiantes sobre este concepto -desarrollado de manera más formal en los últimos grados de la enseñanza secundaria y los primeros cursos de física universitaria-, muestra varias deficiencias que van, como se verá más adelante en este trabajo, desde la falta de conocimientos elementales y preconcepciones erróneas, hasta el manejo de sublenguajes deficientes que favorecen la permanencia de concepciones históricamente superadas (Michinel y D'Alessandro. 1994). 6

Desde nuestra experiencia, es posible apreciar que los estudiantes presentan dificultades derivadas de la falta de comprensión del concepto, en aspectos como:

- El inadecuado uso de la ecuación de conservación de la energía, en particular en espacios
- vectoriales
- Errores en las transformaciones y diferencias de energía potencial y cinética
- Equivocado uso de conceptos derivados

- Dificultades en la graficación de los tipos de energía
- Confusión y mala interpretación de las diferencias entre energía potencial y cinética para
- problemas o ejercicios en más de una dimensión (rampas, péndulos, etc.).

Como lo mencionan, Solbes y Tarín, en su estudio sobre las dificultades de los estudiantes en torno a la conservación de la energía (1998), muestran que, a pesar de la enseñanza (y posiblemente también debido a deficiencias en ella) los estudiantes mantienen ideas equivocadas sobre la energía, como la asociación de la energía de un cuerpo con su movimiento, o la localización de la energía al interior del cuerpo; no interpretan fenómenos físicos a partir de las propiedades de conservación, transferencia o degradación de la energía; o no transfieren los conceptos como el de conservación de la energía a otros dominios de la física. En este mismo sentido, Varela et al. (1993, p. 39) ya habían advertido que los estudiantes confunden (identifican) el concepto de fuerza con energía, la fuerza como consecuencia de la energía, o la fuerza como productora de energía, entre otros.

Surge entonces el interrogante respecto a si es posible, mediante algún método de enseñanza, lograr que los estudiantes desarrollen un concepto de energía que les permita comprender y utilizar de mejor manera este concepto y los que se derivan de él en el marco de la Física.

En respuesta a este interrogante Verdú (2004, p. 9), en su trabajo sobre la estructura problematizada de los temas y cursos de física y química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje, indica que «En la actualidad existe un amplio consenso entre los investigadores en didáctica de las ciencias en que el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias se desarrollen como un proceso de (re)construcción de conocimientos en un contexto de investigación». Con esto, es fácil suponer que la reconstrucción o reconceptualización del concepto de energía podría conducir a un mejor aprendizaje y uso de este concepto por parte de los estudiantes. Surge entonces otro interrogante respecto a cómo propiciar dicha reconceptualización; cómo orientar los procesos de enseñanza para lograr los niveles de aprendizaje que merece el tratamiento del concepto de energía.

Una posible solución consiste en la propuesta de Tamayo (2006) relacionada con el manejo de múltiples formas de representación de los conceptos. Tamayo indica que “Hoy en día se considera que no es posible estudiar los fenómenos relacionados con el conocimiento sin recurrir a la noción de representación. Se admite, además, que la pluralidad de sistemas semióticos permite diversificar las representaciones de un mismo objeto, y, de esta forma, amplía las capacidades cognitivas de los sujetos y, por tanto, sus representaciones mentales”.

Pregunta de investigación

Acorde con los argumentos expuestos anteriormente respecto a las dificultades que presentan los estudiantes al tratar el tema de la energía y su conservación, las posibilidades de que el trabajo académico orientado a la reconstrucción o reconceptualización del concepto de energía pudieran conducir a un mejor aprendizaje y uso, y que diversificar las representaciones de un mismo objeto conceptual amplía las capacidades cognitivas de los sujetos y, por tanto, sus representaciones mentales, este trabajo se centrará en intentar encontrar una respuesta al interrogante: ¿Cuál es la influencia del uso de múltiples representaciones semióticas en el aprendizaje del concepto de energía?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia que tiene una Unidad Didáctica centrada en el manejo de representaciones semióticas, en el aprendizaje del concepto de energía de los estudiantes de ingeniería en la universidad Mariana de Pasto - Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar e interpretar las actividades cognitivas de tratamiento y conversión de las representaciones semióticas que se abordan en la enseñanza y el aprendizaje del concepto de energía.

Describir los cambios que presentan los estudiantes en las actividades cognitivas de tratamiento y conversión de las representaciones semióticas del concepto de energía.

4 JUSTIFICACIÓN

Más allá de la idea que los seres orgánicos necesitan de la energía para crecer y prosperar o, dicho de otra forma, para todos los procesos vitales, resulta un lugar común decir que las sociedades modernas basan su funcionamiento en el uso y la transformación de la energía.

Durante mucho tiempo en el pasado, utilizamos la fuerza de los animales, la quema de la madera, el movimiento del agua o el viento para obtener un beneficio productivo que el hombre en su momento ya no podía realizar bajo su composición física. Pero sobre finales del siglo XVIII la primera Revolución Industrial, derivada de invención de la máquina de vapor (Chaves. 2004), puso en evidencia, por un lado, la necesidad de nuevas fuentes energéticas, y por otro, la necesidad de una mayor comprensión de los fenómenos relacionados con la producción, el uso y la transformación de la energía.

Si bien es cierto los intentos por comprender las leyes que gobiernan la energía comenzaron antes de la mencionada Revolución Industrial, “La ley de la conservación de la energía surgió en el siglo XVII, con la búsqueda de leyes que reflejaran la indestructibilidad del movimiento del Universo” (ACOFI, 2015), los avances y transformaciones del concepto lo han complejizado de tal forma que en muchas áreas requiere matemáticas avanzadas para su manejo. A este respecto el profesor Arnaldo González, desde la Universidad de la Habana nos advierte:

En forma similar a como ocurre con otros muchos conceptos y definiciones en la ciencia, el concepto “energía” ha ido evolucionando, ampliándose y perfeccionándose con el transcurso de los años. Si en los textos de hace 50 años era posible encontrar en los libros de texto definiciones tales como: “la energía de un cuerpo puede ser definida, en sentido amplio, como su capacidad para hacer trabajo”, hoy día muchos consideran que esta definición es inexacta [...]. (González Arias. 2006. p. 2)

A lo anterior se suma el hecho de encontrarnos ante un concepto que presenta una de las mayores abstracciones entre los conceptos estudiados en los currículos de física o química.

Como lo expresa Sevilla (1986. p. 249) “... su definición por reducción a otros términos más sencillos no es fácil ya que está relacionada con conceptos igualmente conflictivos y

abstractos. Todo ello hace que estemos frente a un concepto de índole tal que nos obligue a una introducción distinta a la tan frecuente «definición operativa»”.

Hoy en día se comprende que el estudio de este tema, en particular en los programas académicos de ingeniería, es de especial importancia no sólo en relación con la formación para las disciplinas y las llamadas Ciencias Básicas, sino por la necesidad urgente de encontrar soluciones técnicas que permitan mejorar las fuentes energéticas que poseemos, así como avanzar en la búsqueda de nuevas formas de obtención de esta. Dicho de otra forma, más allá que promover el estudio de la energía por su contención en el marco de las Ciencias Básicas, es necesario abordar su enseñanza por cuanto los estudiantes requieren desarrollar una interpretación de la realidad tecnológica, social y ambiental que los afecta de manera directa como futuros profesionales y ciudadanos.

Establecida la necesidad de formación en este aspecto, también se muestra en este trabajo que su comprensión por parte de los estudiantes, se ve obstruida, como se verá más adelante, por las ideas que el propio estudiante se va formando de este concepto durante su tránsito académico, y que le conducen a confusiones en su uso, aplicación y relación con otros conceptos.

Se hace necesario, por tanto, explorar desde el campo de la Didáctica abordajes educativos que les permitan a los estudiantes mejorar o reconstruir la comprensión del concepto de energía como base para la comprensión y resolución de problemas futuros que los involucrarán como ingenieros. En este sentido, dicho interés está ligado, a que, en el proceso de la enseñanza de la física, se es común que los estudiantes presenten dificultades para efectuar transformaciones en múltiples registros semióticos. Por tanto, con esta investigación se busca explorar e identificar los elementos que promuevan las actividades cognitivas de tratamiento y conversión de las representaciones semióticas que se abordan en el estudio de la energía, lo cual buscara favorecer la conceptualización de dicho concepto.

5 ANTECEDENTES

5.1 PROBLEMAS DE CINEMÁTICA

Esta investigación está enmarcada en la resolución de problemas de cinemática. Las investigadoras Pérez y Dibar (2012), indagaron sobre la resolución de problemas de movimiento rectilíneo con aceleración constantes, procurando que los estudiantes en primer año de universidad debieran interpretar, producir y trabajar con representaciones semióticas de la posición, la velocidad y la aceleración.

Estas investigadoras fundamentan este trabajo en los resultados de investigaciones previas acerca de la resolución de problemas de velocidad media y de aceleración constante en el plano inclinado relacionadas con las distintas representaciones semióticas y las conversiones y tratamiento que hacen los estudiantes de primer año de universidad al irse apropiando de los conceptos en juego.

A partir de la experiencia previa y el marco teórico escogido -en el cual prima el trabajo de Duval sobre las representaciones-, las investigadoras desarrollan un problema del movimiento de un cuerpo en un plano inclinado, con el cual presentan información de tipo tabular e icónico y determinan una serie de preguntas encaminadas a identificar el uso de diferentes tipos de representaciones por parte de los estudiantes.

Entre los resultados obtenidos, se muestra que los estudiantes presentan tendencia a utilizar unos tipos de representaciones sobre otros y dificultad a la realización de tratamientos y conversiones. En particular se muestra que los estudiantes pueden manejar un lenguaje verbal, pero este no se refleja en las representaciones gráficas, así también aluden que existe una dificultad al hacer conversiones cuando el concepto trabajado depende de un número variado de representaciones algebraicas que pertenecen a otros conceptos dentro del mismo tema de estudio.

5.2 REPRESENTACIONES DE MOVIMIENTO CONSTANTE

En la investigación sobre las representaciones del movimiento en los casos del Movimiento Rectilíneo Uniforme y Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado, Nieva (2015) parte de los conocimientos previos de los estudiantes de tercer año de escuela de nivel medio, sus

intuiciones y experiencias, referidas al Movimiento Rectilíneo Uniforme; es decir, este tipo de movimiento que en principio parecía “demasiado simple... como para construirlos sobre las experiencias de los estudiantes” (Nieva, 2015, p. 59), se reveló complejo al punto que los estudiantes presentaban dificultades para el manejo de representaciones icónicas y gráficas del concepto cinemática en el Movimiento rectilíneo uniforme (MRU), tanto en la indagación de ideas previas como en las situaciones complejas que se puedan presentar al graficar posición vs tiempo y velocidad vs tiempo.

El trabajo de la Unidad Didáctica sobre este tema se centró en la representación cartesiana de este tipo de movimiento, las relaciones de coherencia entre las representaciones y lo que sucede en el mundo natural, y la lectura de algunas características de los tipos de representación planteadas.

En relación a las representaciones, la investigadora expresa que, entre los resultados positivos encontrados, estos indicaron que, los estudiantes incorporan de manera natural la propuesta representacional, también, advirtieron rápidamente características de los gráficos incompatibles con los movimientos reales.

Por último la autora indica que, “es muy común que los estudiantes secundarios, e incluso universitarios en cursos introductorios tengan dificultades para utilizar de manera fluida los gráficos de posición y velocidad para movimientos en una dimensión [...] con lo que es importante, antes de analizar el caso simplificado, entender cuál es esa simplificación, que recorte supone del problema real, y de esa manera saber también cuáles son las limitaciones de los resultados que en ese contexto se pueden obtener” (Nieva, 2015).

5.3 MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES

Escalante, Vargas y Rodríguez (2017), describen los resultados obtenidos al explorar el potencial didáctico de una actividad para la planeación de un curso de física general a nivel superior. desarrollan unas actividades didácticas relacionadas con el movimiento parabólico, en las que se considera un sistema referencial en dos dimensiones, con el objeto de favorecer la comprensión de los conceptos físicos y matemáticos relacionados con este

tipo de movimiento, haciendo uso de diferentes tipos de representaciones, a partir de la identificación de las características de los conceptos, sus relaciones y procesos involucrados.

En el desarrollo de las actividades se consideraron representaciones de tipo algebraico (fórmulas), gráficas (sistemas cartesianos) y tabulares, en algunos casos mediados por tecnología informática (hojas de cálculo). Dentro de la exploración que realizaron los autores, se destaca la secuencia en los procesos de razonamiento que deben seguir los estudiantes para comprender una situación para establecer las relaciones con los conocimientos previamente aprendidos, para robustecerlos y para identificar nuevos conceptos, así como su utilidad para describir las situaciones, para explicar aspectos de la misma, para predecir lo que sucederá o no, para realizar estimaciones e interpretarlas. También indican que, los resultados obtenidos en el análisis de la situación o problema permiten identificar algunas de sus potencialidades didácticas, de las cuales puede derivarse alguna forma en que puede ser presentada a los estudiantes en el aula, así como las formas de intervención del profesor para guiar y enfatizar el trabajo de los estudiantes hacia los objetivos establecidos para el tema.

5.4 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Esta investigación muestra la solución de una situación problemática contextualizada, distinta de los ejercicios que tradicionalmente realizan los estudiantes. Fue presentada a los alumnos de la Licenciatura y Profesorado en Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam al finalizar un curso de física II. Los autores identifican que una de las dificultades que se presentan en el aula, al tratar el concepto de Energía, es la falta de contexto que presentan los problemas a los que se enfrentan los estudiantes. El presentar problemas descontextualizados inhibe que los contenidos se tornen interesantes y convierte la situación de aprendizaje en un acto mecánico (Follari et al, 2011).

En respuesta a esta problemática, estos investigadores presentan a los estudiantes situaciones problémicas contextualizadas, dentro de una propuesta enmarcada en la estrategia de resolución de problemas en grupos cooperativos, siguiendo igual procedimiento que Heller, K y Heller P (1991, citado por Follari et al, 2011), de la

Universidad de Minnesota, quienes abordaron una metodología de resolución de problemas ricos en contexto, donde se presenta una situación cotidiana o de razonamiento real, con un directo involucramiento del alumno. Tomando en consideración que el problema planteado no posee una estructura tradicional ni una secuencia, los procesos (cálculos) realizados por los estudiantes no son siempre los más acertados, aun así, manifiestan que durante su investigación estos presentaron un análisis oral interesante coherente con lo visto en clase.

La investigación concluye que los problemas ricos en contexto permiten a los estudiantes observar situaciones reales, así como estimar valores en variables que intervienen en el contexto. De otra parte, concluyen que, dado que este tipo de situaciones no están previamente estructuradas y no se encuentran regularmente en los libros de texto, pueden resultar estimulantes y motivadores ya que obliga a los estudiantes a buscar la aplicación de los conceptos de manera integrada.

5.5 UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE EL CONCEPTO ENERGÍA EN FÍSICA

A partir de las dificultades encontradas con estudiantes universitarios en cuanto al tratamiento del concepto de energía como elemento integrador de la física, Perrotta et al. (2008) desarrollaron una Unidad Didáctica en la que, partiendo de las preconcepciones de los alumnos de Física I de las carreras de Licenciatura y Profesorado en Química, Licenciatura en Geología y Licenciatura en Matemática de la Universidad Nacional de La Pampa, sobre el concepto de Energía, se realizó un trabajo académico respecto a la Energía, el Trabajo y la Conservación de la Energía, con el objetivo de ofrecer a los estudiantes una visión integradora de la física a partir de los conceptos mencionados.

Entre los resultados obtenidos luego de la aplicación de la Unidad Didáctica se encuentra el hecho de que los estudiantes que inicialmente abordaban los conceptos mencionados lo hacían desde su idea del componente dinámico (movimiento, velocidad) de los ejercicios propuestos, mientras que al finalizar la experiencia propendían por las explicaciones en las cuales primaba la idea de conservación de la energía. De otra parte, a los investigadores les parece posible establecer que los estudiantes independizan los conceptos de velocidad y masa en los sistemas físicos conservativos como los propuestos en la Unidad Didáctica desarrollada.

5.6 REPRESENTACIONES MULTIMODALES

Sparvoli (2015) identifica que, si bien es cierto existe un buen cuerpo de investigaciones con respecto a la resolución de problemas y al estudio de las representaciones semióticas de los alumnos en situación concretas de la física, hay una aparente carencia de investigaciones respecto al análisis de las actividades cognitivas en los circuitos de conversión entre registros semióticos y las transformaciones dentro de un único registro, en el campo de la enseñanza de la física. Por esta razón su investigación se orienta a abordar la conversión de diferentes registros de representación en la descripción de fenómenos físicos, en el marco de la resolución de problemas. Para ello diseña y construye una Unidad Didáctica y una serie de pruebas en las cuales se enfatiza en los procedimientos de tratamiento y conversión de representaciones.

Como resultado de la intervención didáctica se encontró que los estudiantes que ingresan a las carreras de ingeniería utilizan con mayor frecuencia los registros gráficos y las operaciones de cálculo, haciendo hincapié en las analogías entre conceptos físicos, mientras que se presenta un menor uso de ilustraciones, lenguaje verbal y simbólico, así como una escasa conversión entre registros de representación y síntesis.

También se presenta en esta investigación la forma general cómo se lleva a cabo la transposición didáctica de los conceptos presentados, desarrollando un material educativo en el que se emplean múltiples representaciones y aspectos relacionados con las conversiones entre ellas.

5.7 TRATAMIENTO Y CONVERSIÓN DE REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS

Cotacio Horta (2018) identifica que, durante los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, es común que, durante la resolución de problemas, posean dificultades para efectuar transformaciones en los múltiples registros semióticos en que el objeto está representado matemáticamente y esto pueda encontrarse directamente en el diseño de los problemas que entregan los libros de texto. Profundiza en tres categorías: las representaciones semióticas asociadas al objeto matemático progresiones aritméticas y

geométricas; las actividades cognitivas de tratamiento y conversión presentes en la resolución de problemas de los libros de textos.

Menciona que las actividades de aprendizaje deben estar orientadas hacia el ejercicio de la coordinación entre los diversos sistemas de representación, ya que de este modo el sujeto aprendiz estará en condiciones de llevar a cabo un funcionamiento cognitivo efectivo, implicando que, los procesos de enseñanza y aprendizaje no puede limitarse a la memorización y apropiación de determinados tratamientos algorítmicos, sino que deben trascender hacia el afianzamiento de actividades cognitivas indispensables para el aprendizaje de las matemáticas, como lo es el razonamiento, la visualización, y en mayor proporción la conversión entre registros semióticos; también, para que los sujetos coordinen los registros de representación requeridos para la conceptualización, es pertinente tener en cuenta que dicho proceso no se da de manera espontánea, que exige por parte de los autores de los libros de texto, y en general de cualquier recurso didáctico, una orientación intencionada y adecuada, de modo que se tenga en cuenta las dificultades que puede generar la coordinación de dos registros no congruentes.

Como resultado de su investigación aporta que, durante la resolución de problemas que involucran procesos de conversión, es frecuente dos aspectos: el primero, es que muchos problemas requieren de un tratamiento “intermedio” del registro de partida, que facilite la discriminación y coordinación de las unidades significantes fundamentales con el registro de llegada; el segundo, para desarrollo de la conversión comúnmente demanda utilizar un sistema semiótico “auxiliar” en cualquiera de los dos registros transformados o incluso en ambos.

6 MARCO TEÓRICO

Este trabajo pretende determinar qué influencia tiene el desarrollo de un proceso formativo fundamentado en una Unidad Didáctica, en el que se prioriza el manejo de representaciones semióticas, con respecto al aprendizaje del concepto de energía de los estudiantes. En tal sentido, las indagaciones para la construcción de un marco de teoría que fundamente tal desarrollo se centra en las representaciones semióticas como la evidencia cognitiva del manejo conceptual que llevan a cabo los estudiantes; el cambio conceptual como resultado del proceso de asimilación-acomodación conceptual (referidos en la Maestría en Enseñanza de las Ciencias como ubicación – desubicación - reenfoque); y el uso de la Unidad Didáctica como eje central de la planeación de la enseñanza.

6.1 REPRESENTACIONES SEMIÓTICAS

La relación entre las matemáticas y las representaciones parece remontarse hasta la antigua Grecia (Hernández-Moreno, Cervantes-Barraza, Ordoñez-Cuastumal y García-González, 2017, p. 1), época en la que se desarrolló una primera teoría el signo y, particularmente, del signo lingüístico que representaba cosas imprecisas, como las imperfectas figuras geométricas realizadas en el mundo físico (en contraposición a las figuras perfectas del mundo ideal).

Aproximaciones más recientes son las representaciones mentales, concepto que surge en los estudios de Piaget, con las cuales los niños, una vez llegan al último estado de la inteligencia sensomotriz, evocan los objetos que no están presentes. También lo son las representaciones internas y computacionales en las teorías de procesamiento de información en las cuales se privilegia el tratamiento (término que se des glosará más adelante) de la información para la obtención de respuestas adaptadas. Y por último las representaciones semióticas en el marco del aprendizaje de las matemáticas, referidas fundamentalmente a los problemas que se derivan de su existencia y uso (Duval, 2004, citado por Hernández-Moreno et al., 2017, p.2).

No se abordarán en este trabajo las representaciones internas como la mencionada en relación con los trabajos de Piaget, sino las representaciones externas como la escritura, el sistema numérico, los mapas, etc., es decir aquellas que pueden ser comunicadas y

compartidas por las personas tales como las que proponen Martí y Pozo: «Al ser medios de representación visuo-espaciales, producto de un acto de registro de carácter permanente, estos sistemas externos de representación poseen ciertas características generales, independientemente de las diferencias que separan unos sistemas de otros» (2000, p. 17). Entre tales características se tiene:

- 1) Los sistemas externos de representación existen como objetos independientes de su creador.
- 2) Las representaciones externas, al ser, además de representaciones, marcas gráficas que exigen un soporte material determinado, poseen cierta permanencia.
- 3) Las representaciones externas, a diferencia del lenguaje hablado, de los gestos o de una representación audiovisual son representaciones no desplegadas en el tiempo (independencia temporal) sino en el espacio.
- 4) Las notaciones constituyen sistemas organizados.

La importancia de este tipo de representaciones se explica en el hecho que, como lo expresan Báez Ureña, Blanco Sánchez y Pérez González citando a Duval: «Enseñar y aprender Matemática conlleva que estas actividades cognitivas requieren además del lenguaje natural o el de las imágenes, la utilización de distintos registros de representación y de expresión» (2015, p. 1579).

Al momento de llevar a cabo el estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, se identifica que esta hace uso de un número variado de lenguajes o representaciones para interpretación, lo cual al momento de ser impartido por el docente, he interpretado por el estudiante, se presentan brechas en la asimilación y comprensión de los propósitos que tienen los conceptos dentro de los procesos científicos y más aún, en asociarlos a las manifestaciones físicas que se muestran en la vida diaria. Siguiendo este razonamiento, estas dificultades han llevado al docente a la búsqueda de mecanismos que permitan la identificación del tipo de representación más usada por el estudiante y cómo facilitar la interpretación, asimilación y conversión de las demás.

En este sentido, la teoría de registros de representaciones semiótica de R. Duval, ha manifestado una acogida no solo en el aprendizaje de las matemáticas sino en otras ciencias como la química y la biología. La mencionada teoría está situada en la contextualización, el razonamiento, la resolución de problemas y en la comprensión de textos, y toma en consideración a todas aquellas construcciones de sistemas de expresión y representación que pueden incluir diferentes sistemas de escritura. (Números, notaciones simbólicas, representaciones tridimensionales, gráficas, redes, diagramas, esquemas, etc.). También es de considerar que estas cumplen funciones de comunicación, expresión, objetivación y tratamiento (García & Perales, 2006; Hernández, Cervantes, Ordoñez, & Gracia, 2017; Oviedo, Kanashiro, Bnzaquen, & Gorrochategui, 2014; Tamayo, 2006).

Continuando con el asunto e identificado lo que es una representación semiótica, se es de considerar que el proceso de producción de representaciones externas es el que posibilita la comprensión y clarificación de la representación mental interna (Artola, Mayoral, & Benarroch, 2016), con lo que Duval postula que para que un sistema semiótico pueda ser un registro de representación, debe permitir la vinculación entre semiosis (aprehensión o la producción de una representación semiótica) y noesis (actos cognitivos como la aprehensión conceptual de un objeto) a través de tres actividades cognitivas fundamentales (Artola et al., 2016; García & Perales, 2006; Tamayo, 2006):

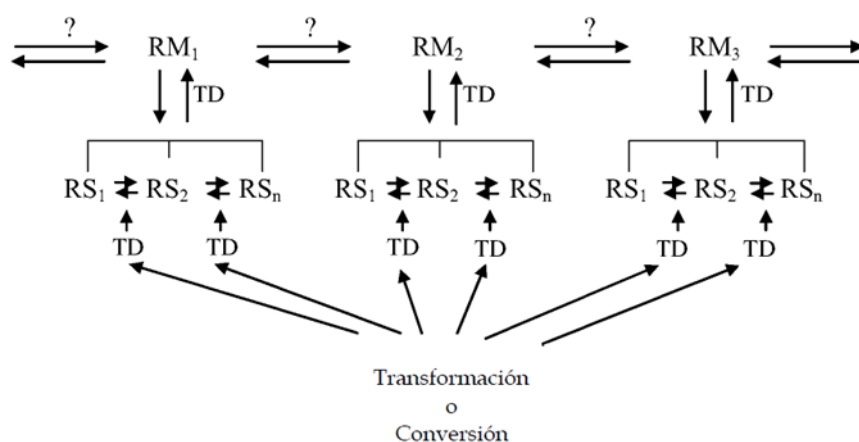
- 1) La formación de representaciones semióticas consiste en seleccionar un conjunto de caracteres o de signos e intencionalidades dentro de un sistema semiótico, para representar las características principales de un objeto (esta actividad incluye la asignación de nombres, la construcción de imágenes esquemáticas de los objetos o la codificación de relaciones o propiedades pertinentes a una transformación de los mismos).
- 2) El tratamiento de las representaciones consiste en transformarlas en otras que están expresadas en el mismo sistema o registro semiótico (esta actividad se realiza en general cuando se responde a una pregunta o se soluciona un problema).
- 3) La conversión de las representaciones consiste en la transformación de una representación en otra, que está expresada en un sistema semiótico diferente,

corresponden a esta actividad la traducción, la ilustración, la transposición, la interpretación, la codificación, etc. (esta última actividad requiere poner en correspondencia las unidades elementales que conforman cada una de las dos representaciones, la inicial y la final). (García & Perales, 2006; Tamayo, 2006).

Desde este punto de vista en el área de física, así como en las matemáticas, los fenómenos tienden a ser representados bajo diferentes registros, por tanto, considerando los que se muestra en la teoría de las representaciones y tomando las palabras de Duval (citado por Hernández et al, 2017) “se ha adquirido un concepto determinado, cuando se es capaz de transitar entre por lo menos dos diferentes representaciones semióticas del concepto mismo”, por tanto se toma como pieza fundamental para esta investigación y con esto se espera la construcción del material de la unidad didáctica.

Para tener una imagen más clara de lo que representa el uso de diferentes representaciones en el estudio de un concepto se puede observar en la Figura 1 en la que Tamayo (2006) expresa que en nuestras mentes coexisten y se generan un número finito de representaciones mentales para un determinado concepto y a la vez estas pueden ser externalizadas por medio de representaciones externas, sufriendo procesos de transformación o conversión.

Figura 1 Indicadores y criterios de evaluación de la variable Uso de Registros



Fuente: Recuperado de Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas (Tamayo, 2006).

Por último, dado que este proceso investigativo converge en minimizar los conflictos que presentan los estudiantes al enfrentarse a los diferentes lenguajes en los que se presenta una situación o experimento, y en el que se espera un tratamiento científico, se es conveniente acotar que el tratamiento y conversión de representaciones presentan algunas dificultades, no obstante se espera que en el desarrollo que esta investigación se desarrolle el material adecuado para lograr la apropiación del concepto en cuestión.

6.2 CAMBIO CONCEPTUAL

Dentro del paradigma cognitivo conocido como modelo constructivista del aprendizaje, que consiste en concebir el aprendizaje de las ciencias como una construcción de conocimientos a partir de un conocimiento previo, tienen particular influencia las propuestas de Posner, Chi, Vosniadou y Carey (Raynaudoa y Peralta 2017) que consideran el aprendizaje como un Cambio Conceptual comparando el desarrollo conceptual de una persona con la evolución histórica de los conocimientos científicos.

Desde esta perspectiva el aprendizaje de las ciencias por parte de un individuo constituye una actividad equivalente a la investigación científica, y aprender en sí, un cambio conceptual equivalente a un cambio de paradigma.

Gil Pérez y De Guzmán (1993. p. 28) indican que los diversos autores proponentes del aprendizaje como cambio conceptual identifican cuatro condiciones para que un individuo experimente un cambio conceptual:

- Insatisfacción con los conceptos previos existentes,
- La existencia de una nueva concepción mínimamente inteligible,
- La nueva concepción debe ser plausible, aunque contradiga los conceptos previos,
- La nueva concepción debe dar explicación a las anomalías encontradas a partir de los conocimientos previos.

Tomando en consideración la postura de Carey (Raynaudoa y Peralta 2017) el cual considera que el aprendizaje por cambio conceptual presenta discontinuidades que producen sistemas más complejos y diversos al compararlos con los sistemas disponibles inicialmente. En cuanto a la definición del término «concepto», Carey lo considera como

una unidad de representación mental, por lo tanto, el cambio conceptual se entiende como el proceso mediante el cual los conceptos o unidades de representación mental de un individuo se transforman. De esta forma, la principal pretensión que se tiene es determinar los cambios en las unidades de representación de los estudiantes con respecto al concepto de energía.

6.3 EL CONCEPTO DE ENERGÍA

La Energía es, sin lugar a dudas, uno de los conceptos más importantes en el estudio de diversas ciencias. En particular, las ciencias naturales abordan el concepto desde el estudio de la forma como la energía se produce y transforma.

En la enseñanza, este concepto se involucra con otros como trabajo, esfuerzo y potencia; se le asigna un carácter material asociándolo al movimiento o a las actividades; se le involucra en las discusiones cotidianas al abordar expresiones como consumo de energía o crisis de energía (Solbes & Tarín, 2008). Tal pluralidad causa dificultades y confusión a la hora de enfrentar lo que realmente se pretende mostrar al abordar su análisis. De esta forma, siguiendo la propuesta de Solbes y Tarín (2008), con el fin de evitar las confusiones que generan ese carácter multisemántico y a fin de enriquecer la planificación y contenido de la unidad didáctica, se muestra la línea de tiempo del concepto a través la historia de la ciencia, a partir de la aparición de la noción física de trabajo, desarrollada por Rubio (2012), Solbes y Tarín (2008) y Zapata (2013).

La vis viva. El término vis viva proviene del latín y significa violencia o fuerza viva. La teoría de la vis viva propuso en su momento una primitiva y limitada formulación del principio de conservación de la energía y quizá la primera descripción de lo que en la actualidad conocemos como energía cinética, es decir, la energía relacionada con los movimientos.

1538 - Galileo plantea la proporcionalidad entre la distancia y la velocidad con la que cae un cuerpo (Anticipa una forma de medir trabajo a partir de sus efectos – la altura es proporcional al cuadrado de la velocidad inicial).

1668 – Huygens junto con Wren y Wallis formulan la conservación de las fuerzas vivas y presentan una solución al problema de los choques elásticos por medio de la conservación de la vis viva.

1686 - Leibniz acuñó la denominación de vis viva para las fuerzas que producen movimiento, en contraposición con las llamadas fuerzas muertas que no producen movimiento. Propuso una generalización de la conservación de las fuerzas vivas –un cuerpo que cae adquiere una “fuerza”, dicha fuerza es la misma que permite ascender a la misma altura desde la que cayó, si se produce un choque elástico–, al considerar que la altura (efecto de la vis viva) se conserva, por lo tanto, también se conservará la causa. Es decir, la vis viva se mantiene constante.

Para Leibniz, la “Fuerza” será proporcional al cuadrado de la velocidad y al producto entre la masa de un cuerpo y el cuadrado de la velocidad.

1738 – Bernoulli construye su Hidrodinámica a partir de la hipótesis de la conservación de las fuerzas vivas en los fluidos.

1766 – Borda propone la analogía de los choques inelásticos para resolver la pérdida de fuerza viva en los movimientos de fluidos al atravesar un tubo cuya sección transversal aumenta o disminuye bruscamente.

1803 – Carnot en el estudio de los choques inelásticos demuestra lo ya visto en el siglo XVII y con sus resultados propone el siguiente teorema:

“En el choque de cuerpos duros (inelásticos), la suma de las fuerzas vivas antes del impacto es siempre igual a la suma de las fuerzas vivas después del impacto y a la suma de las fuerzas vivas que tendría cada uno de los cuerpos si se moviera libremente con la velocidad que perdió en el impacto”

Durante los siglos XVII y XVIII aparece, de una manera implícita, el concepto de energía potencial en Galileo, Huygens, Leibniz y Bernoulli. Se relaciona con la fuerza muerta, con la tensión, etc.

1744 – Euler introduce la vis potentialis de un cuerpo elástico cuando se deforma, lo cual se conoce hoy en día como energía potencial elástica.

1777 – Lagrange, sin hacer uso del concepto de conservación, desarrolla función potencial para la descripción de fuerzas en sistemas de partículas.

A finales del siglo XVIII la vis viva (conservación de la energía), es una ley establecida en la dinámica. Sin embargo, su estatus epistemológico permanece confuso.

1743 – D'Alembert considera que la conservación de las fuerzas vivas se puede deducir de las leyes de la dinámica para sistemas con ciertas restricciones.

1788 – Lagrange considera que el principio de la vis viva es una consecuencia de las hipótesis que aparecen en su *Mecanique analytique* cuando las ligaduras son independientes del tiempo y no del rozamiento.

El concepto de Calor. El Calor es un tipo de energía que, de forma muy básica, se produce por la vibración de las moléculas y causa el aumento o disminución de la temperatura, la dilatación o contracción de los cuerpos y los cambios de estado (sólido a líquido y gaseoso). Sin embargo, su tratamiento se torna más complejo al considerarlo como la energía en tránsito al cruzar la frontera de un sistema termodinámico.

1592 – Galileo construye un termoscopio de aire, que permitía determinar el grado de calor o de frío de un cuerpo.

1612 - Sartorio establece una escala termodinámica en un termoscopio, aunque ésta termina siendo poco confiable, siendo las medidas afectadas por los cambios de presión y gravedad.

1632 - aparición del primer termómetro de agua el cual es posteriormente sustituido por el termómetro de alcohol construido por la Accademia del Cimento de Florencia.

1720 – Fahrenheit determina la escala que lleva su nombre e introdujo el termómetro de mercurio.

1743 – J.P Christian determina la escala centígrada o Celsius.

Por esta misma época, J. Black introduce el concepto de calor específico y la forma de determinarlo; En los cambios de estado se absorbe o cede una cantidad de calor sin que la temperatura varíe. Lavoisier y Laplace realizan medidas de calores específicos, latentes, de disolución, de reacción, etc.

La teoría del Calórico establece el calor como una sustancia sin masa; y el calórico como un fluido que puede transferirse y por tanto se conserva. Esta teoría sólo explicaba los fenómenos de naturaleza térmica.

1798 – Rumford comprueba de forma práctica que el rozamiento produce calor de manera ilimitada, donde la teoría del calórico no puede explicar este fenómeno, siendo este interpretado como una transformación de la energía mecánica en calor; este fenómeno lo sustenta las hipótesis de Bernoulli del movimiento de partículas.

La fricción produce una transformación de la energía mecánica en calor, esta transformación produciría un aumento en el movimiento de partículas del cuerpo, según Bernoulli si hay movimiento de partículas estas chocan elásticamente entre ellas, por tanto, las propiedades macroscópicas observables son consecuencia del movimiento de las partículas (El movimiento puede provocar un aumento o disminución de la vis viva).

1799 – P. Prevost establece la idea de equilibrio de la radiación térmica de un cuerpo.

1801 – W. Herschel demuestra la identidad entre los rayos infrarrojos y la radiación térmica, hechos que dan argumentos en contra de la teoría del calórico.

1822- J. Fourier deduce las expresiones matemáticas para las leyes de la conducción del calor.

Entre los siglos XVII y XVIII los estudios de los fenómenos térmicos establecieron y la naturaleza del calor, establecieron los conceptos de temperatura y cantidad de calor; Aún no se pudo establecer la relación entre los fenómenos que producían calor debido a la realización de trabajo mecánico con la teoría del calórico, con ello se establece la naturaleza cinética del calor.

Conservación de la energía. Derivada de los avances logrados en el estudio de la vis viva y el calor emerge la llamada ley de la conservación de la energía en la cual se afirma que la cantidad total de energía en cualquier sistema físico aislado en el que no interviene ningún otro sistema, permanece invariable. Se demuestra que la energía al interior de un sistema aislado puede transformarse en diferentes formas de energía y se enuncia una forma de resumir este principio en la frase que muchos identifican haber escuchado durante sus años de formación: La energía no se crea ni destruye solo se transforma.

A mediados del siglo XIX – Mayer, Joule y Helmholtz establecieron de manera simultánea e independiente el principio de conservación de la energía. En este momento histórico se pretendía la unificación de distintos fenómenos a partir de un solo principio. Sin embargo, a finales del siglo XVIII se conocían cada vez más fenómenos relacionados con la mecánica, el calor, la luz, la electricidad, el magnetismo y las reacciones químicas que no presentaban relación entre ellos. Por esta razón, ya sobre el principio del siglo XIX los esfuerzos se orientaron en encontrar dicha relación.

1081 – W. Herschel identifico el calor radiante con las ondas infrarrojas.

1800-1820 – Volta descubre que algunas reacciones químicas producen electricidad. Así mismo Davy y Faraday identificaron el proceso inverso, la electricidad provoca una reacción química.

1820-1831 - Oersted realiza su experimento en el que se comprueba que una corriente eléctrica produce un campo magnético. Años después Faraday descubre el proceso inverso, a partir de un campo magnético se produce una corriente eléctrica.

En la primera mitad del siglo XIX se llevaron a cabo varios experimentos de tipo ida y vuelta, lo que llevaron a varios científicos a la idea de conservación. Con esto se llevó a pensar que si existen procesos interconvertibles se podría mantener alguna magnitud constante a pesar de los cambios llamándola “Fuerza” (hoy en día energía).

1837-1844-1846 – K.F. Mohr, M. Faraday, J. Leibig y W. Grove formulan de manera independiente un principio de conservación de la energía de tipo cualitativo, con

restricciones ya que en su momento no disponían de la capacidad técnica para medir energía inicial ni final.

1829 – H. Navier, G. Coriolis y J. V. Poncelet, este grupo de ingenieros introducen el concepto de trabajo; Coriolis redefine la fuerza viva como $\frac{1}{2}mv^2$ para que el trabajo sea la variación de dicha “fuerza”.

1840-1848 – Mayer desarrolla una idea de equivalencia entre trabajo mecánico y calor, también de la conservación de la energía a partir de la observación e interpretación de ciertos fenómenos con gases y fisiológicos, en sus palabras “podemos decir que las causas son cuantitativamente indestructibles y cuantitativamente convertibles... Las “fuerzas” son tanto, entidades indestructibles y convertibles”.

1843 – Joule profundiza la equivalencia entre calor y trabajo por medio de diversos experimentos. Demuestra que la relación entre trabajo realizado y calor producido. Todas sus evidencias pusieron en manifiesto que la transformación de la energía y aportaron a favor del principio de conservación – Mayer y Joule trabajaron experimentalmente demostrando que existía una magnitud (la energía) que permanecía constante en ciertos procesos, pero no lograron un formalismo matemático para ello.

1847 – Helmholtz, logra explicar matemáticamente el fenómeno de conservación (sin tener en consideración el rozamiento y los choques inelásticos), define la cantidad de tensiones (hoy en día energía potencial), el indique que “el aumento de la energía cinética de una partícula en su movimiento bajo la influencia de una fuerza central es igual a la cantidad de tensiones que corresponden a la variación relativa desde el centro de acción”. Años después realiza el cambio de denominaciones fuerza viva y cantidad de tensiones por lo que se conoce hoy en día por energía y potencial, así mismo el de conservación de la fuerza por conservación de la energía.

Helmholtz logra demostrar a partir de su principio consolidado los resultados de una variedad de experimentos (eléctricos, magnéticos, mecánicos, térmicos y químicos) que en épocas pasadas solo se realizaban de manera empírica.

La energía en la física moderna. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX se desarrolla la construcción de la física moderna, en contraste con la mecánica newtoniana, el electromagnetismo de Maxwell y la mecánica estadística de Boltzmann solo logran explicar algunos fenómenos conocidos hasta la fecha. Fenómenos como: Los sistemas no inerciales, la no relación de conservación de la energía en procesos mecánicos y los electromagnéticos, el no poder explicar la naturaleza de las fuerzas a distancia (gravitacionales y eléctricas), la no explicación a la radiación de cuerpo negro y tampoco al efecto fotoeléctrico y el estudio de las partículas subatómicas, necesitaban de otra perspectiva de la física que se estudiaba en ese momento (Zapata, 2013).

1900 – Planck utiliza la teoría de los osciladores de Hertz, la termodinámica y la estadística de Boltzmann para describir de manera más precisa la radiación de cuerpo negro. Su teoría es confirmada en 1905 por el efecto fotoeléctrico trabajado por Einstein y por el modelo atómico de Bohr en 1913. Planck propuso que “cada oscilador solo podía emitir o absorber una cantidad de energía proporcional a su frecuencia de oscilación. Es decir, la energía sólo podía emitirse o absorberse en “paquetes”, y por tanto podría tenerse como mínima cantidad de energía absorbida o emitida a uno de tales paquetes. Tales paquetes de energía recibieron luego el nombre de fotones por Lewis”.

1905-1914 – Einstein publica sus artículos, en ellos aparecen dos postulados que forman la base de la teoría de la relatividad especial y general. En estos artículos se unifica el principio de conservación de la energía para los fenómenos mecánicos y electromagnéticos; se presenta la unificación y equivalencia entre la masa y la energía, se tiene en consideración los sistemas no inerciales y con ello se llega a que el espacio el tiempo no son absolutos; logra explicar el significado de fuerzas a distancia a partir de campos generados por la curva espacio-tiempo causados por la presencia de materia y energía.

El descubrimiento de la radiactividad y la relatividad, cambió el concepto físico del mundo y las posibilidades energéticas para el mismo, así como el calor y el trabajo son expresiones de la energía, la materia y la energía son lo mismo, igualdad que se demuestra en la manipulación de la estructura atómica de los elementos presentes en la naturaleza, como en el caso de una reacción de fisión donde se produce un estado energético inestable, que da

lugar a núcleos de menor peso atómico y a una disipación de la energía, o el caso en que se unen dos núcleos, como en una reacción de fusión donde se obtiene un elemento con peso atómico superior y se genera una disipación de energía. En ambos casos se observa la relación entre masa y energía (Rubio, 2012).

Ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de Energía.

En este trabajo se adopta la propuesta de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales respecto a fundamentar las estrategias didácticas en el aula a partir de la indagación de las ideas previas y las concepciones de los estudiantes en relación a los temas del currículo, con lo que, los siguientes apartados son el referente teórico base de la triangulación de la información hallada con los diferentes instrumentos.

En la actualidad el concepto de energía está presente en casi todas las actividades humanas, al punto que, para efectos de la educación, se deben tomar en consideración las percepciones o concepciones previas que los estudiantes manifiestan sobre él. Dentro de la investigación de Soto et al. (2017), se exponen cuatro ideas claves que definen la mirada que los estudiantes presentan respecto a la energía (ver tabla a continuación), estas ideas permiten expresar el modelo científico que debería trabajarse a lo largo de la escolaridad con el objetivo de posibilitar que los estudiantes lo vayan construyendo (re-construyendo) este concepto (Soto et al., 2017).

Tabla 1 Cuatro ideas clave que definen la mirada energética a los fenómenos

Idea	Descripción
Idea de estado	La energía es una función de estado de los sistemas. En otras palabras, asociamos energía a las cosas en función de cómo están (están calientes, elevadas, comprimidas, iluminadas, agitadas, enlazadas, etc.). Puesto que solamente tiene sentido definir un estado respecto a un cambio o un sistema de referencia, no medimos la energía absoluta de los sistemas, sino los cambios de energía que se producen en ellos cuando cambia su estado.
Idea de transferencia	Existe transferencia de energía entre sistemas, o entre partes del sistema, asociados a los cambios que experimentan los sistemas o sus partes, pero esta transferencia no es siempre igual: si intervienen fuerzas que causan desplazamientos “coherentes” la transferencia es por trabajo, mientras que, si

Idea	Descripción
	intervienen cuerpos que inicialmente se encuentran a diferente temperatura, la transferencia es por calor. Así, podemos pensar en calor y trabajo como dos formas o maneras diferentes de transferir energía.
Idea de conservación	La energía se conserva en sistemas aislados, y se disipa irremediabilmente en los sistemas abiertos.
Idea de degradación	La energía se degrada a medida que un sistema va perdiendo capacidad para generar nuevos cambios. A pesar de haber la misma, ésta es cada vez es menos útil.

Nota: Promoviendo la apropiación del modelo de energía en estudiantes de 4.º de ESO a través del diseño didáctico (Soto et al., 2017).

De otra parte, Varela et al (1995), interpreta y clasifica las respuestas dadas por los estudiantes en relación con el concepto de energía y lo que los estudiantes identifican según la situación física presentada. En la siguiente tabla se muestra esta clasificación.

Tabla 2 Categorías establecidas para identificar las posibles respuestas de los alumnos.

Categoría	Posibles respuestas
Identificación con el concepto de fuerza	0
Identificación con el concepto de trabajo	La energía es el trabajo que realiza algo... Para realizar trabajo se necesita energía...
Asociación exclusiva de la energía al movimiento	El movimiento se realiza gracias a la energía... El movimiento genera energía...
energía como ingrediente o depósito	La batería desprende energía... Los explosivos contienen energía...
Idea funcional de la energía	0
Concepción antropomórfica de la energía	Los deportistas gastan mucha energía... Una persona sana tiene mucha energía...

Nota: categorías establecidas para identificar las posibles respuestas de los alumnos. Fuente: ¿Cómo construyen los estudiantes el concepto “energía”? una aproximación cualitativa (Varela et al., 1995).

Las investigaciones de Soto et al (2017) y Varela et al (1995), permiten hacer las aproximaciones a las características de los instrumentos de identificación de ideas previas, con las cuales es posible identificar lo que entienden los estudiantes por energía. Estas características, junto con las propuestas de Sparvoli (2015) en las que aborda el estudio de representaciones en física y estableciendo algunos indicadores sobre estas.

Tabla 3 Indicadores y criterios de evaluación de la variable Uso de Registros Multimodales en la resolución de problemas.

Indicador	Criterio de evaluación
Nivel 5	El estudiante convierte a todos los registros posibles, modeliza situaciones físicas complejas y comunica de manera precisa sus reflexiones.
Nivel 4	El estudiante convierte a todos los registros posibles, modeliza situaciones físicas complejas, pero no puede comunicar de manera precisa sus reflexiones.
Nivel 3	El estudiante utiliza algunos registros con preferencia y comunica de manera precisa sus reflexiones acerca de los cambios de registros que es capaz de resolver.
Nivel 2	El estudiante no convierte a todos los registros posibles, y no puede comunicar de manera precisa sus reflexiones acerca de esas conversiones.
Nivel 1	El estudiante no es capaz de cambiar de registro de representación.

Nota: Representaciones multimodales en cursos de física básica (Sparvoli. 2015. p. 273).

6.4 UNIDAD DIDÁCTICA

En este trabajo tomamos como referente la metodología para el diseño de unidades didácticas que presentan los autores Tamayo, Orrego y Ruiz (2016). Esta metodología requiere que los docentes identifiquen los modelos mentales y el uso del lenguaje que los estudiantes emplean para referirse a un determinado concepto, así como identificar los obstáculos frente al nuevo conocimiento; todo esto debe permitir que el docente planee la forma como se va estructurando el pensamiento de los estudiantes. A partir de esto se lleva a cabo el desarrollo de los contenidos y las actividades de la unidad didáctica.

Según el modelo conceptual para la enseñanza de las ciencias que presentan Tamayo et al. (2016), este se lo puede dividir en:

- a. Factores que identifica el docente para poder actuar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre lo que sabe el estudiante y los obstáculos que demuestra frente a un nuevo concepto;
- b. Enfatizar al conocimiento que posee o debe poseer el docente en cuanto el enseñar o actuar en el aula bajo un concepto específico; aspectos que el docente debe determinar

como “ciencias cognitivas, naturaleza de la ciencia y conocimiento pedagógico del contenido”;

- c. Se establecen 6 elementos a trabajar dentro de una unidad didáctica, la evolución conceptual, la metacognición, la historia y la epistemología, las representaciones semióticas y las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

De los 6 elementos mencionados, esta investigación se enfocará en el uso de las representaciones semióticas sobre todo en las actividades cognitivas de transformación (Tratamiento) y la conversión que se lleva a cabo dentro de la apropiación del concepto de energía; como lo mencionan Tamayo et al. (2016), en este tránsito entre representaciones otro concepto adquiere importancia, este sentido la metacognición, donde un docente que hace uso de la metacognición enseñara a sus estudiantes a identificar y diferenciar los diferentes tipos de representaciones, a identificar los alcances y límites de cada una de ellas, logrando el propósito de que los estudiantes desarrollen procesos de autorregulación de su proceso de aprendizaje. La unidad también pretenderá fortalecer las interacciones en CTSA buscando formar ciudadanos capaces de comprender el mundo y adoptar actitudes responsables fundamentadas en el desarrollo científico y tecnológico.

A partir de las observaciones que se realizaron sobre la investigación de Perrotta et al. (2009), en el que muestran paso a paso la consolidación de una estrategia didáctica sobre el concepto de energía, se toma su metodología y se realizan adaptaciones a la intención que tiene esta investigación, asumiendo también la perspectiva del modelo pedagógico de la institución educativa en la que se aplicó la unidad la cual está basada en competencias.

7 METODOLOGÍA

El presente trabajo presenta un enfoque de investigación cualitativo con el que se pretende describir cómo y qué ocurre durante un proceso educativo en el que se involucran las representaciones semióticas y el aprendizaje de un concepto. En este sentido, el diseño corresponde a un estudio de caso colectivo, siguiendo la tipología de estudios de caso propuesto por Stake (2005, citado por Jiménez C y Comet W, 2016), el cual menciona: “...se realiza cuando el interés de la investigación se centra en un fenómeno, población o condición general seleccionando para ello varios casos que se han de estudiar intensivamente”.

El objetivo central de esta metodología consiste en describir e interpretar las observaciones que se llevan a cabo sobre los estudiantes en relación con su trabajo académico sobre representaciones del concepto de energía y el aprendizaje de dicho concepto, entendido este como un cambio en la forma en que el estudiante se manifiesta sobre dicho concepto. Dicho de otra forma, se presenta aquí un diseño de naturaleza empírica en la que se investiga el fenómeno del aprendizaje en el aula de clase.

7.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis en el presente trabajo corresponde a la relación entre el uso (tratamiento y conversión) de diferentes representaciones semióticas y el aprendizaje del concepto de energía. Ahora, dado que cada semestre accede a este curso diferente número de estudiantes, con variación en su distribución de aspectos como edad y sexo, solo se tendrá en cuenta que pertenecen al curso de Física General del programa ingeniería Ambiental de la universidad Mariana.

Es necesario aclarar que esta unidad de trabajo no es representativa de la totalidad de estudiantes que pudieran tomar el curso en cualquier semestre, ni los resultados de este estudio pueden ser generalizables, puesto que como lo considera Eisenhardt, citado por Martínez Carazo, al hablar sobre la investigación con estudios de caso:

[...] en el estudio de caso no se selecciona una muestra representativa de una población sino una muestra teórica. Así, “el objetivo de la muestra teórica es elegir casos que

probablemente pueden replicar o extender la teoría emergente ... deben adicionarse el número de casos hasta la saturación de la teoría”. (Martínez Carazo. 2006. p. 183)

7.2 MÉTODO

Como se mencionó anteriormente el método del presente trabajo es de corte cualitativo en el que se pretende describir e interpretar los datos ofrecidos por los estudiantes que participan en la intervención de aula planteada (unidad didáctica) al trabajar sobre representaciones semióticas del concepto de energía. En este sentido, se indagará sobre las ideas previas que tienen los estudiantes sobre este concepto identificando su nivel de proximidad al concepto de energía vigente aceptado por la comunidad científica, y realizando luego un trabajo de aula con el fin de recoger información sobre los cambios de dichas ideas previas, suscitado por el trabajo con múltiples representaciones.

Instrumentos y técnicas para la recolección de la información. Para la recolección de la información se utilizaron instrumentos tipo taller y cuestionarios escritos que se utilizaron en el desarrollo de la intervención en el aula, estos sobre las situaciones propias del concepto de energía. Los formatos aplicados en los cuestionarios se encuentran en los anexos.

Categorías y subcategorías de la investigación. A partir de la temática que se aborda en esta investigación surgen tres categorías: las representaciones semióticas en la unidad didáctica que se abordan en el concepto de energía y las actividades cognitivas de tratamiento y conversión que implica el desarrollo de cada problema.

Tabla 4 Categorías abordadas en la intervención

Categoría	Subcategoría	Indicadores
Representaciones semióticas del concepto de energía	Registros de representación que intervienen en la energía.	Tipos de registro en la representación de la energía.
Tratamiento de las representaciones semióticas del concepto de energía	Reglas de expansión de una representación que permite efectuar un tratamiento.	Uso de las reglas y metodologías propias de cada registro.

Categoría	Subcategoría	Indicadores
Conversión entre representaciones semióticas del concepto de energía	Criterio de congruencia semántica de las representaciones semióticas al realizar el proceso de conversión	Correspondencia Semántica (CS). Univocidad Semántica Terminal (UST). Conservación del Orden de Organización (COO).

Nota: Elaboración propia

7.3 PLAN DE ANÁLISIS

Teniendo en cuenta la recolección de la información, el análisis de los datos se planteó según lo establecido en los momentos de ubicación, desubicación y reenfoque descritos en el capítulo de la Unidad Didáctica para el concepto de energía. Con esto, a partir del referente teórico se diseñó el plan de análisis y este plantea el estudio de aspectos que tienen que ver con el Tratamiento de cada Representación y la Conversión entre un registro de partida a un registro de llegada que realizan los estudiantes al enfrentarse a la solución de unas situaciones propias del concepto de energía.

Para triangular la información obtenida en los tres momentos, se establecen cuadros comparativos específicos de cada situación y generales para los momentos de desubicación y reenfoque, teniendo en cuenta la interacción de categorías trabajadas y sus respectivos aspectos relevantes, con esto, a partir de los hallazgos se organiza el análisis cualitativo de los resultados en el que se exhiben las relaciones entre las diferentes acciones encontradas. Por último, se generarán las respectivas conclusiones y consideraciones finales.

Instrumento 1. El instrumento permitió indagar sobre las ideas previas y las actividades cognitivas de tratamiento y conversión de representaciones semióticas que hacen los estudiantes sobre el concepto de energía previo al abordaje del concepto en clase, consta de dos actividades.

Actividad 1. En esta primera situación se enfatiza en explorar la idea conceptual que tienen los estudiantes sobre lo que es la energía para ellos, consta de un total de 10 preguntas (Anexo 1: Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1A), de situaciones físicas encaminadas a determinar de manera general la concepción de la energía, esto siguiendo las investigaciones de Soto et al (2017) y Varela et al (1995).

Actividad 2. Esta actividad consta de tres situaciones (Anexo 2: Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1B) las cuales indagan la capacidad del estudiante en el poder identificar y comprender algunos registros semióticos, así como la conversión de los mismos registros a otros. También se espera que el estudiante en el nivel universitario en el que se encuentra recuerde y explore los conocimientos que posee en relación con el concepto trabajado.

Situación 1 (Anexo 2: Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1B – Situación 1): Se presenta información de tipo Algebraico, Grafico, Numérico y Verbal, atribuidas bajo una contextualización, se expresa explícitamente la situación a fin de centrar al estudiante en un concepto que puede que haya visto en otro momento de su formación escolar. La pregunta con la cual se espera que el estudiante entregue una respuesta es abierta, por tanto, el estudiante deberá entregar una respuesta según sus ideas previas y lo más a fin a sus conocimientos.

Situación 2 (Anexo 2: Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1B – Situación 2): Esta situación entrega información representada en los registros Numérico, Grafico y Verbal, pretende identificar la noción del concepto de trabajo, asignándole un rol geométrico en este caso área e indagar sobre la ecuación que lo representa. El inciso a. pide describir el cómo se llevaría al cabo la determinación del trabajo realizado por la fuerza entre puntos específicos de la gráfica. El inciso b. se indica explícitamente que se requiere hacer un cálculo con la información que se encuentra en la gráfica.

Situación 3 (Anexo 2: Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1B – Situación 3): Esta situación entrega información representada en Numérica, Tabular y Verbal, pretende identificar si fueron asimilados los conceptos previos de cinemática, con lo cual se espera que a partir de los datos entregados en la tabla se pueda obtener la distancia recorrida y la aceleración, información que se espera sea usada para determinar la magnitud de la fuerza y con ello el trabajo. Dentro de los contenidos del curso ya se habían abordado temas de cinemática, así como también en las prácticas de laboratorio se

identificaron los procesos para realizar la conversión de datos en gráficos o en ecuaciones con el proceso de ajuste de curvas.

Instrumento 2. Este instrumento permitió que los estudiantes se enfrentaran a 11 situaciones (Anexos 3 al 7) en las cuales los conocimientos previos que tienen sobre el concepto de energía se pusieran a prueba frente a situaciones en las que posiblemente fallarán al no alcanzar niveles explicativos satisfactorios, aun así, también debe considerarse que es el momento en el que recibieron conceptos y metodologías propias del tema a fin de complementar sus conocimientos. La intención de esta sección será qué tanto usan los estudiantes el tratamiento y la conversión de registros en cada situación particular. También debe considerarse que todas las situaciones fueron reestructuradas siguiendo los hallazgos de Escalante, Vargas y Rodríguez (2017), donde se hicieron suposiciones del posible razonamiento que deben seguir los estudiantes para comprender una situación.

Se debe destacar que las situaciones propuestas para el momento de Desubicación fueron tomadas del libro guía “Fundamentals of physics” de Walker, J., Halliday, D., & Resnick, R. (2011), usados para la materia de física, adaptadas con fines específicos para fomentar las actividades ligadas a la semiosis (Tratamiento y Conversión). Para la interpretación de la información se tomaron las ideas presentadas en la investigación de Artola et al, (2016), en la que, a partir de otros autores, se establece un análisis para el Tratamiento, a partir de las funciones cognitivas de percepción (aprendizaje secuencial), comunicación y expresión (solución de problemas) y, para el caso de la Conversión, se parte de las funciones cognitivas Percepción (organización), comunicación y expresión (Transformación); así mismo, para el análisis también se tomaron las apreciaciones para múltiples representaciones en las ideas de los autores Pérez y Dibar (2012), Nieva (2015) y Sparvoli (2015).

Se debe resaltar aquí que dentro de las actividades cognitivas (Tratamiento y Conversión), el Tratamiento presenta un mayor porcentaje de ocurrencia en el desarrollo de algunas situaciones en comparación con la Conversión. Esta característica fue puesta en evidencia por Artola et al (2016), al indicar que los porcentajes de ocurrencia de Conversión son pequeños en comparación con los porcentajes de Tratamiento.

Instrumento 3. Este es un espacio que consta de 4 situaciones (Anexo 8 Valoración I) que dieron la consolidación de los nuevos conceptos que el estudiante ha ido reelaborando en el Momento de Desubicación, así como también para la evaluación del proceso de aprendizaje. En el desarrollo de este Momento se espera que el estudiante llegue a un nivel superior de reflexión y reelaboración personal del concepto de energía. También es de mencionar que las situaciones expuestas fueron planteadas desde la perspectiva de Follari et al (2011), en el que se destaque el uso de situaciones ricas en contexto e involucre al estudiante. La interpretación de la información se realizará de igual manera que en el momento de desubicación.

Codificación de la información.

Teniendo en cuenta que la presente investigación está fundamentada en la teoría de las representaciones de Duval, y como se hará referencia al Tratamiento y Conversión de representaciones, se presenta una serie de abreviaturas que permitan simplificar las referencias que se hacen a diferentes elementos que intervienen en el proceso de toma y análisis de resultados. De esta forma, a partir de los conceptos presentados en el marco teórico, se presenta para una mejor lectura las siguientes explicaciones y tabla de codificación:

Tratamiento de una Representación. Hace referencia a la transformación de una representación (con el fin de alcanzar una representación diferente), utilizando las reglas propias del sistema semiótico, sin cambiar el Registro de Representación.

Conversión de una Representación. Hace referencia a la transformación de una representación, a partir de un cierto Registro de Representación, hacia otra representación semiótica en un Registro diferente, conservando total o parcialmente el significado de la representación inicial.

Se consideran también los criterios desarrollados por Duval (1999), relacionados con la determinación de Congruencia en el proceso de conversión, al fragmentar las unidades significantes de las representaciones de partida y llegada: Correspondencia Semántica, Univocidad Semántica Terminal y Conservación de Orden de Organización.

- I. Correspondencia Semántica (CS) entre unidades significantes propias de cada registro. Este criterio de congruencia hace referencia en que, a cada unidad significativa elemental del registro semiótico de partida, se debe asociar con una unidad significativa elemental en el registro semiótico de llegada.
- II. Univocidad Semántica Terminal (UST). Se refiere a que cada unidad significativa elemental de la representación en el registro semiótico de partida le debe corresponder una única unidad significativa elemental en el registro semiótico de llegada.
- III. Conservación del Orden de Organización (COO) de las unidades significantes elementales en las representaciones. Pretende reconocer si se conserva o no igual orden posible de aprehensión de las unidades significantes elementales de las representaciones de salida y llegada, para cada registro.

Tabla 5 Tabla de códigos y significados para la lectura y análisis de resultados.

Códigos	Significado
P	Pregunta
R	Registro Representacional
T	Tratamiento
C	Conversión
S	Simbólico
N	Numérico
A	Algebraico
G	Gráfico
TB	Tabular
V	Verbal
F	Figural e Icónico
GM	Geométrico
SI	Sistema Internacional de Unidades
U	Ubicación
D	Desubicación
RE	Reenfoque

Nota: Elaboración propia

En siguiente tabla se muestran algunos de los registros principales para el concepto de energía, sus características, tratamiento y conversión.

Tabla 6 Registros Representacionales para el concepto de energía, características, tratamiento y conversión

Registro Representacional			Tratamiento	Conversión
Simbólico				
Magnitud	Símbolo	Unidad SI	• Deducir la definición.	

Registro Representacional			Tratamiento	Conversión
Trabajo	W	J	• Demostrar una transformación específica de energía y/o la manifestación de la transformación.	• Explicar el significado de una expresión.
Energía potencial	$E_p - U$	J		
Energía cinética	$E_c - K$	J		
Energía mecánica	E	J		
Calor	Q	J		
Energía Interna	E_{int}	J		

Nota: En este registro se expresa la definición de energía a través de expresiones simbólicas sustentadas en la definición de su magnitud física y la asignación de su unidad de medida bajo el Sistema Internacional de Unidades: Joule (J)

Numérico

Variable Dependiente = Variables Independientes	• Identificación de la magnitud de medida. • Asignación de una escala numérica dentro de los números reales.	• Obtención de un valor para una situación específica para variables dependientes. • Obtención de varios valores para situaciones experimentales.
$W (\# J) = F (\# N) \cdot d (\# m)$		
$J = N \cdot m$		
Joule = Newton * metro		

Nota: En este registro la representación de la energía se la atribuye a una cantidad medible que puede proceder de la medición o un procedimiento matemático representado por el proceso de calcular la variable dependiente a partir de la asignación de valores arbitrarios a la variable independiente.

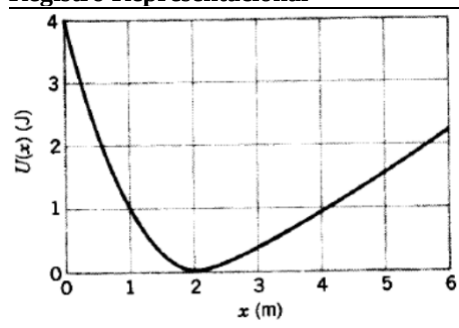
Estos valores tienen una unidad específica dentro del SI y los diferentes procedimientos deben respetar el análisis dimensional con el fin de obtener la unidad específica de energía.

Algebraico

Magnitud	Ecuación	
Trabajo	$W = F \cdot \Delta r \cdot \cos \theta$ $W = \Delta K = -\Delta U$ $W = \int_a^b F(r) \cdot dr$	• Cálculo de un valor de una de las magnitudes desconocidas conociendo las demás, por remplazo de variables y desarrollo de procesos aritméticos. • Cálculo de las diferentes magnitudes presentes en los modelos a partir de los otros. • Cálculo de magnitudes para varios datos y asignación de parejas ordenadas en tablas. • Representar gráficamente el modelo a partir de su representación como función.
Energía cinética	$W = F \cdot d$ $K = \frac{1}{2}mv^2$	
Energía potencia - gravitacional	$\Delta K = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$ $U = mgh$	
Energía mecánica	$\Delta U = mgh_f - mgh_i$ $E = K + U$	
	$\Delta E = \Delta K + \Delta U$	

Nota: El registro algebraico prueba la realización de modelizaciones, generalizaciones y señala características particulares de la energía. Puede ser representada por expresiones lineales, cuadráticas, sinusoidales, entre otras.

Gráfico

Registro Representacional	Tratamiento	Conversión
	• Relacionar la variación de punto a punto. • Determinar el tipo de correlación que existe entre las variables implicadas. • Identificar figuras geométricas básicas a partir del comportamiento de dependencia de las variables.	• Modelar algebraicamente. • Extraer parejas ordenadas y organizarlas en tablas.

Nota: Esta representación gráfica es vinculada con las potencialidades conceptualizadoras de la visualización y se conecta con la geometría y la topología.

La lectura de representaciones gráficas de los diferentes modelos de la energía comprende una interpretación global, ya que se trata de discriminar variables visuales y percibir las variaciones correspondientes en los símbolos de la escritura algebraica.

Tabular

Velocidad (m/s)	Energía cinética (J)
3	67,5
5,5	226,875
8	480
10,5	826,875
13	1267,5
15,5	1801,875
18	2430
20,5	3151,875
23	3967,5

- Elabora la tabla con dos columnas y tantas filas se requieran dependiendo de tantos valores de la variable dependiente se quiera hallar.
- Según sea el caso se debe identificar quien representa la variable dependiente y quien a la independiente. Esto procede de la experimentación y se define en las bases teóricas de la energía.
- Contrastar las columnas de la tabla a fin de verificar si las variables son ambas crecientes, decrecientes o presentan algún tipo de incompatibilidad.
- Identificar posibles máximos y/o mínimos entre las variables.
- Representar el contenido de la tabla en una gráfica cartesiana.

Nota: En este registro la energía se representa con una tabla de valores en donde se pone en juego la relación de correspondencia entre variables.

La representación tabular posee una relación directa con el pensamiento numérico.

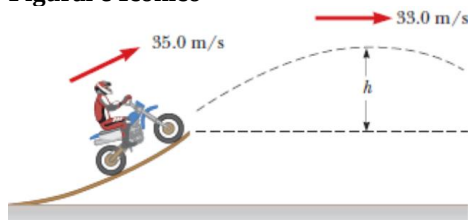
Verbal

- Descripciones
- Explicaciones
- Argumentaciones
- Deducciones
- Asociaciones verbales
- Razonamiento
- Resolver situaciones problemas utilizando otros registros diferentes al verbal.

Registro Representacional	Tratamiento	Conversión
---------------------------	-------------	------------

Nota: Acepta como representación una descripción en lenguaje natural. Permite introducir definiciones, del mismo modo caracterizar, describir o designar aspectos asociados a otros registros. Esta representación verbal se relaciona con la capacidad lingüística de las personas, y es básica para interpretar situaciones contextualizadas.

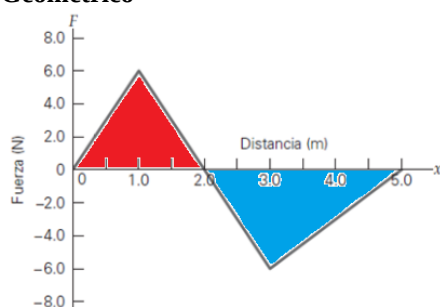
Figural e Icónico



- Esbozar situaciones contextualizadas.
- Realizar diagramas de cuerpo libre para indicar fuerza.
- Identificar los tipos de energías que se presentan en el movimiento de un objeto.
- Relacionar los parámetros de la dinámica con otros elementos del problema y escoger las ecuaciones correspondientes a la situación.

Nota: Esta clase de registro comprende los esquemas, dibujos, líneas, croquis, marcas, bosquejos, entre otras, que intentan representar la energía abarcados dentro de las situaciones de la dinámica de partículas; estas representaciones no necesitan especificar las características y cualidades de los aspectos implicados.

Geométrico



- Analizar el tipo de figura geométrica que se encuentra encerrada entre la gráfica de fuerza y el eje x. pueden ser de trabajo simples (rectángulos, cuadrados o triángulos), o complejas dependiendo de cómo sea la variación de la fuerza.
- Representar las dimensiones de las figuras sobre formulas específicas.
- Hallar fórmulas que describan lo representado por el área entre fuerza y distancia para determinar el trabajo.
- Describir la construcción de las diferentes áreas que se puedan presentar.

Nota: Este tipo de registro se usa dentro de la representación gráfica de la fuerza vs desplazamiento, el trabajo es el área encerrada entre la curva de la fuerza efectiva y el eje x.

Nota: Elaboración propia

7.4 UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL CONCEPTO DE ENERGÍA

A continuación, se muestra la estructura general de la unidad didáctica para el concepto de trabajo y energía:

Objetivo de la materia: estará ligado a las competencias macro definidas desde el comité curricular dentro de la institución.

Aplica los principios y leyes básicas de la física general dentro de sistemas mecánicos afines del campo de la ingeniería.

Objetivos de la unidad didáctica: Desde la perspectiva de esta investigación se busca:

Desarrollar una apropiación conceptual y manejo adecuado de las representaciones semióticas dentro del estudio del concepto de trabajo y energía.

Competencias: Dentro de las políticas institucionales y su modelo pedagógico las competencias están como eje de los procesos de enseñanza-aprendizaje, por tanto, la unidad pretende que el estudiante:

- Reconozca la energía como la capacidad que tienen los sistemas en producir transformaciones y que estas transformaciones se asocian a las variaciones de energía en dichos sistemas o en partes de los mismos.
- Interpreta situaciones problemáticas para deducir cómo el trabajo modifica la energía cinética de un sistema.
- Valora las diferentes representaciones semióticas de la energía dentro de un contexto multimodal.
- Identifica e interactúa con las diferentes conversiones que existen entre las representaciones semióticas de la energía.

Contenidos: tomando lo mencionado por Perrotta et al (2009, p. 352), sugiere abordar la planificación de tres contenidos:

Contenidos conceptuales – propios del concepto:

- El significado del concepto de energía desde una mirada epistemológica e histórica.
- El significado de la producción de trabajo a partir de fuerzas.
- Definición y significado físico de la energía cinética.
- Trabajo como la variación de la energía (Teorema de trabajo y energía).
- Trabajo y energía debido a fuerzas variables.
- La energía potencial debida a fuerzas conservativas.
- Fuerzas conservativas y no conservativas en los cálculos de energía.
- Teorema de la conservación de la energía.
- Diagramas de trabajo y energía.
- Otras formas de energía.

Contenidos procedimentales – en este caso son propios de las ciencias naturales y a partir de estos se tiene:

- Conceptualización de la energía como generadora de transformaciones que experimenta un sistema.
- Identificación de los procesos energéticos del mundo real a partir de representaciones multimodales.
- Identificación de diferentes formas de energía según las configuraciones de los sistemas y la interacción con la materia.
- Obtención, organización y presentación multimodal de información de diversas fuentes.
- Planteo y resolución de problemas mediante el uso de diferentes representaciones semióticas.

Contenidos Actitudinales – para esta propuesta están encaminados a las interacciones entre el concepto de energía y las CTSA (Doménech et al., 2003, p. 290; Tamayo et al., 2016, p. 24):

- Generar interés por el estudio de la energía.
- Establecer las necesidades que se requiere a partir de los recursos energéticos.
- Despertar interés en relación a los problemas tecnológicos, ambientales, etc., asociados al uso de las diferentes fuentes de energía.
- Adquirir una postura crítica ante los debates actuales sobre reducción de consumo, energías alternativas, desequilibrios, que dibujan un marco de emergencia planetaria.

Actividades – Las actividades desarrolladas para esta unidad estarán destinadas a partir de la estructuración de la secuencia didáctica planteada en tres momentos: Ubicación, Desubicación y Reenfoque (López Betancourt, 2018, p. 50; Posada Betancur, 2019, p. 120), estos serán expuestos a continuación de manera general.

Momento de ubicación. Para llevar a cabo la investigación y análisis de lo que saben los estudiantes, se construyó el instrumento de ideas previas (Anexo 1: Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, A1).

A esta actividad la llamaremos Actividad 1 para efectos de numeración. Esta actividad estará encaminada a la exploración conceptual previa que traen los estudiantes, esto puede ser desde un punto de vista cotidiano o relacionado a las concepciones de niveles anteriores de escolaridad. Para el análisis se tomarán los puntos de vista que se expone de manera más detallada en el capítulo de ideas previas.

Actividad 2. La segunda parte de este momento de ubicación corresponde a la aplicación de una actividad orientada al manejo de representaciones semióticas (Anexo 2: Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, B1) en el cual se le plantea a los estudiantes una actividad en la que se presentan situaciones de tipo verbal, gráfico, tabular, etc., con las que se espera determinar el uso de conversiones que realizan los estudiantes entre estos tipos de registros, de los cuales se pretende inferir su comprensión de los modelos físicos (Sparvoli, 2015).

Esta actividad consta de los siguientes momentos:

- Explicación de la actividad
- Desarrollo de la unidad en un tiempo estimado de 25 min.
- Socialización de las respuestas.
- Intervención del docente en relación a identificar las dificultades en el uso de representaciones.

Para el análisis de las respuestas de los estudiantes con respecto a esta última actividad, se tendrán en cuenta los hallazgos de Pérez y Dibar (2012, p. 26), con relación a que, en general, las respuestas dadas por los estudiantes propenden a estar asociadas al uso de fórmulas y reemplazos sobre estas, interpretándolas como ecuaciones, sin alcanzar el nivel de modelos (funciones).

Momento de desubicación. En este momento se enfrenta a los estudiantes a situaciones en las cuales los conocimientos previos que tienen sobre el concepto de energía se ponen a prueba frente a situaciones en las cuales estos fallan o no alcanzan niveles explicativos satisfactorios. En este punto los estudiantes, que acceden al primer curso de física de la carrera de Ingeniería Ambiental, cuentan con las herramientas matemáticas y físicas que

han construido en cursos previos de matemáticas generales, cálculo diferencial e integral y bases de termodinámica para la fisicoquímica.

Puesto que el propósito de este trabajo es determinar la influencia de las representaciones semióticas sobre el aprendizaje del concepto de energía, se emplearán algunos de sus ejercicios propuestos por Walker et al. (2017) adaptados para el uso de múltiples representaciones.

Una vez realizadas las actividades del momento de ubicación por parte de los estudiantes se procede a realizar una socialización general del concepto de energía desde un punto de vista histórico y epistemológico con miras a un replanteamiento del mismo. Se procederá a realizar discusiones de las respuestas suministradas en dichas actividades y posteriormente se abordará el concepto de energía desde el marco científico que este posee.

Esta secuencia consta de los siguientes momentos:

Tipos de energía: se abordará a partir de una consulta en clase y el desarrollo de un mapa mental sobre el concepto de energía. A partir de este se procede a realizar la aplicación del juego TABU, Juego Tomado y adaptado por Gómez Martín (2017) en su trabajo de intervención en el aula.

Actividad 3: Articulación conceptual.

Contenido: Conceptos base de la energía en el área de física general. Definición básica de Trabajo – Fuerza y desplazamiento.

Tiempo estimado: 25 min

Actividad 4: Representaciones icónicas, verbales y simbólicas

Contenido: Definición de trabajo como área bajo la curva – Fuerzas variables.

Tiempo estimado: 10 min

Esta actividad se presenta en el Anexo 3: Representaciones - Trabajo como área bajo la curva.

Actividad 5: Representaciones verbales, simbólicas, tabulares y gráficas

Contenido: Energía cinética, el teorema de trabajo y energía.

Tiempo estimado: 10 min.

Esta actividad se presenta en el Anexo 4: Representaciones - Energía cinética, teorema de trabajo y energía.

Actividad 6: Representaciones verbales, gráficas y simbólicas del teorema de trabajo y energía

Contenido: Energía potencial y Conservación de la energía.

Tiempo estimado: 35 min

Esta actividad se presenta en el Anexo 5: Representaciones - Energía potencial y Conservación de la energía.

Actividad 7: Representaciones icónicas, verbales, simbólicas, gráficas y tabulares de la energía potencial y conservación de la energía

Contenido: Conservación de la energía para un sistema de partículas.

Tiempo estimado 20 min

Esta actividad se presenta en el Anexo 6: Representaciones - Conservación de la energía para un sistema de partículas I.

Actividad 8: Representaciones icónicas, verbales, gráfico, tabular y simbólicas de la conservación de la energía para un sistema de partículas

Contenido: Conservación de la energía para un sistema de partículas.

Tiempo estimado 20 min

Esta actividad se presenta en el Anexo 7: Representaciones - Conservación de la energía para un sistema de partículas II.

Las actividades descritas para el momento de desubicación tienen un acompañamiento continuo por parte del docente. Como se mencionó anteriormente el momento de desubicación es el espacio para enfrentar las ideas previas de los estudiantes con situaciones para las cuales estas ideas previas no sirvan como marco de solución o explicación, promoviendo así la adquisición y apropiación de los conceptos, por tanto están diseñadas para que el docente acompañe y le entregue las herramientas necesarias al estudiante que le permitan moverse entre los distintos tipos de representaciones y pueda tener un aproximación sobre el concepto.

En este punto se hace uso de diferentes representaciones por parte del docente, por tanto, así como lo menciona Sparvoli (2015) en consonancia con Perrotta et al (2009), la cátedra y el desarrollo teórico del concepto harán uso de múltiples representaciones (verbales, icónicas, simbólicas, etc.), acompañadas de diferentes recursos y materiales de enseñanza como son: computadora, proyector, simulaciones, software, tablero, materia de laboratorio, videos, etc.

Momento de reenfoque. Este es un espacio para la consolidación de los nuevos conceptos que el estudiante ha ido re-elaborando en el momento anterior, así como de evaluación del proceso de aprendizaje, se encuentra dividido en dos sesiones y el desarrollo de dos actividades, las cuales harán uso de situaciones de mayor complejidad y una parte experimental. Con el desarrollo de este momento se espera que el estudiante llegue a un nivel superior de reflexión y re-elaboración personal, del concepto de energía.

Actividad 9: Evaluación de una situación

Esta actividad consta de un total de cuatro situaciones problema, al contrario del trabajo de Sparvoli (2015), donde se presentan un total de trece problemas y como lo menciona este autor estas están diseñadas con la intención para incidir en el uso de las conversiones entre diferentes representaciones.

Tiempo estimado 90 min

Esta actividad se presenta en el Anexo 8: Valoración I

7.5 IDEAS PREVIAS

Como ya se dijo antes, en este trabajo se adopta la propuesta de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales respecto a fundamentar las estrategias didácticas en el aula a partir de la indagación de las ideas previas y las concepciones de los estudiantes en relación a los temas del currículo.

Esta forma de proceder en el aula de clase tiene ya una trayectoria que, si bien no es muy amplia en el tiempo, si presenta resultados interesantes. Ejemplos de esto son los trabajos de Laurence Viennot y Françoise Chauvet (1997) en el cual se exploran las ideas de los estudiantes sobre algunos aspectos de la óptica física desde su sentido común, como punto de partida para la comprensión de la reflexión difusa de la luz.

Otro ejemplo interesante lo constituyen los trabajos de Gircoreano (2001), comentados por Pacca y Henrique (2004), en los cuales, a partir de las concepciones previas de los estudiantes sobre la luz y la visión, se elaboró una secuencia de actividades con el fin de proporcionar a los estudiantes oportunidades para reestructurar dichas concepciones.

El común denominador de estas propuestas es la indagación de los preconceptos, concepciones previas o ideas previas de los estudiantes, y la elaboración de propuestas didácticas en las cuales se enfrenta el estudiante a un conflicto cognitivo que le conduce a la reelaboración de las concepciones iniciales.

En lo que respecta a este trabajo, y con el fin de recuperar las ideas o concepciones previas que tienen los estudiantes respecto al concepto de energía (Núñez et al., 2004), se desarrolló un cuestionario en el cual se indagaba sobre aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales, relacionados con la energía, así:

- Enumeración de conceptos que se vinculen con el de energía.
- Elaboración de un esquema con los conceptos mencionados.
- Conceptualización de la energía.
- Procedimientos relacionados con la enseñanza/aprendizaje
- Aspectos actitudinales

Planeación del análisis de ideas y concepciones previas. Con el fin de llevar a cabo el análisis de las ideas y concepciones previas con respecto a la enumeración de conceptos vinculados con el concepto de energía se utilizarán las categorías propuestas por Gallástegui y Lorenzo (1993). En relación con palabras y conceptos relacionados con disciplinas científicas.

Enumeración de conceptos que se vinculan con el de energía.

- Mecánica: trabajo, velocidad, movimiento, ondas, fuerza, potencia, sonido, energía cinética, hidráulica, eólica, potencial, motriz, mecánica y biomecánica.
- Luz: luz, energía solar, energía lumínica.
- Termodinámica: calor, temperatura, termodinámica, energía térmica.
- Electricidad: energía eléctrica, carga eléctrica, fuerzas electrostáticas.
- Química: niveles de energía, alimentos, combustibles.
- Nuclear: energía nuclear.

También notaron los autores mencionados que en las respuestas de los encuestados aparecían palabras y conceptos no relacionados con las disciplinas científicas como:

- Vitalidad
- Vida: fotosíntesis, alimentación, respiración, ATP, seres vivos, hombre, cadenas y redes tróficas, autótrofos y heterótrofos, metabolismo, nutrientes, fermentación, glucólisis, cadena y red alimenticia.
- Materia: átomo, materia, modelo cinético molecular, partícula.
- Técnica: fusión, aleación.
- "sin clasificar": transformaciones, formas de energía, recursos renovables y no renovables, recursos naturales, fuentes de energía, almacenamiento, cambios, liberación, acumulación, energías alternativas.

Aunque en estas últimas categorías aparecen conceptos que probablemente no son de uso cotidiano de los estudiantes (el cuestionario inicial fue orientado hacia profesores), se dejan aquí en consideración a que los encuestados tendrán el nivel de estudiantes universitarios.

Elaboración de un esquema con los conceptos mencionados. Una vez que los encuestados han realizado el listado de conceptos que relacionan con la energía, se les propondrá elaborar un esquema o un mapa mental con estos. Para su valoración utilizaremos las categorías propuestas por Núñez et al. (2004, p. 112), las cuales se muestran en la siguiente taxonomía:

- Centradas en los mecanismos de transferencia de la energía
- Centradas en las transformaciones de la energía en un sistema
- Centradas en la materia y su relación con la energía
- Centradas en los fenómenos vitales
- Centradas en fenómenos físicos y químicos
- Que relacionan fenómenos físicos, químicos y biológicos
- Que no mencionan fenómenos naturales específicos
- Que mencionan algunas formas de la energía
- Que no mencionan formas de la energía
- Que muestran dificultades conceptuales graves
- No realizan el esquema

Conceptualización de la energía. También se les pedirá a los estudiantes que elaboren su propia definición de lo que es energía. En este punto se insistirá en que no se haga una búsqueda en internet del concepto, sino que se intente construir una definición a partir de las experiencias y conocimientos anteriores.

Las respuestas de los encuestados serán valoradas siguiendo las categorías propuestas por Núñez et al. (2004, p. 115):

- Capacidad de producir un trabajo
- Capacidad que posee un cuerpo o sistema de producir cambios
- Fuerza capaz de producir trabajo
- Realización de un trabajo
- Recurso natural utilizado para diversos fines

- Diversidad de transformaciones de la materia en la cual se expresa, se acumula, se utiliza en la dinámica de la vida

Procedimientos relacionados con la enseñanza/aprendizaje. Dado que la investigación de Núñez et al. que hemos mencionado a lo largo de este capítulo estaba orientada a indagar las ideas y concepciones previas de docentes, la siguiente pregunta en el cuestionario realizado por ellos centra su atención en las actividades didácticas con las cuales los docentes llevan al aula el trabajo académico sobre el concepto de energía. En nuestro caso, como el cuestionario está enfocado a estudiantes universitarios, hemos adaptado la pregunta para que estos puedan evocar las actividades de aprendizaje, experiencias de laboratorio o de aula, que han desarrollado en sus cursos y años anteriores, relacionadas con el concepto de energía (Núñez, 2004, p. 116).

Para realizar la valoración emplearemos las categorías originales desarrolladas por los investigadores mencionados.

- Procesos termodinámicos: Diferencia entre calor y temperatura, conducción, convección y radiación, propagación del calor, cambio de estados.
- Electricidad: Experiencias de electrostática (péndulos eléctricos, electroscopio), circuitos eléctricos, Ley de Ohm, mediciones eléctricas con multímetro, entre otros.
- Procesos biológicos: Cambio o almacenamiento por fotosíntesis, comprobación de los procesos de fotosíntesis-respiración, etc.
- Procesos químicos: Reacciones químicas, utilización de la energía a partir del empleo de reactivos reconocedores de productos, etc.
- Transformaciones de la energía: Análisis de la transformación de energía química almacenada en una pila en artefactos de uso cotidiano (radio, linterna, etc.).
- Aplicaciones tecnológicas: Armado y desarmado de motores eléctricos y a explosión, construcción de productos tecnológicos, etc.
- Ondas

Aspectos actitudinales. Terminando el cuestionario se pregunta a los estudiantes sobre los aspectos actitudinales relacionados con la percepción que tienen los estudiantes respecto a

la importancia de aprender el concepto de energía. Siguiendo a Núñez (2004. p. 117) valoraremos las respuestas de los estudiantes con las categorías propuestas en dicha investigación:

- Aplicaciones CTS
- Importancia conceptual

8 RESULTADOS Y ANÁLISIS

8.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EL MOMENTO DE UBICACIÓN

Instrumento de Ideas Previas. Para dar una muestra general de la clasificación del grupo solo las preguntas 5, 6, 7, 8 y 10, que indican explícitamente la concepción sobre el concepto.

Figura 2 Preguntas 5, 6, 7 y 8 del instrumento de Ideas Previas



FÍSICA GENERAL



4. MENCIONA 5 TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA CREADOS POR EL HOMBRE Y DESCRIBE BREVEMENTE DE TRATA CADA UNA DE ELAS.

5. DESCRIBE BREVEMENTE QUÉ ES LA ENERGÍA PARA TI.

6. DESCRIBE BREVEMENTE QUÉ ES TRABAJO PARA TI.

7. DESCRIBE BREVEMENTE LA DIFERENCIA ENTRE QUÉ ES ENERGÍA CINÉTICA Y POTENCIAL.

8. ¿QUÉ DICE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA?

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 Pregunta 10 del instrumento de Ideas Previas



FÍSICA GENERAL



10. En la figura 2 se presentan 4 situaciones en donde se manifiesta cambios de energía. Justifica brevemente cuál o cuáles de ellos es imposible.

«CAMBIO IMPOSIBLE»

A) BOMBILLA  100 J energía (eléctrica) → 40 J energía (luz)	B) RIFLE  200 J energía (mecánica) → 140 J energía de bala en movimiento
C) CENTRAL  240.000 J energía (combustible) → 10.000 J energía (eléctrica)	D) ALTAVOZ  5 J energía (eléctrica) → 0.5 J energía (sonido)

Figura 2: Cambio imposible, problema adaptado de Brook y Driver (1984, citado por Cordero y Montiel, 2007; Varrio et al, 1995).

Fuente: Elaboración propia.

Respuestas. Las siguientes figuras muestran las respuestas aportadas por los estudiantes a las preguntas del instrumento de Ideas Previas.

Figura 4 Respuestas estudiante 1al instrumento de el momento de Ubicación

5. DESCRIBE BREVEENTE QUE ES LA ENERGIA PARA TI.

la energia es lo que nos ayuda a generar movimientos
es algo que hace cambios o transformas la materia.

6. DESCRIBE BREVEENTE QUE ES TRABAJO PARA TI.

Cuando se ejerce fuerza sobre algo

7. DESCRIBE BREVEENTE LA DIFERENCIA ENTRE QUE ES ENERGIA CINETICA Y POTENCIAL.

la energia cinetica se da por los movimientos y la energia potencial es dada debido a la altura que tenga un objeto.

8. ¿QUÉ DICE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA?

la energia no se crea ni se destruye solo se transforma

«CAMBIO IMPUNIBLE»

A) BOMBILLA
100 J energía eléctrica → 40 J energía luz

B) RIFLE
200 J energía explosiva → 200 J energía de bala en movimiento

C) CENTRAL
200.000 J energía combustible → 10.000 J energía eléctrica

D) ALTAVOZ
5 J energía eléctrica → 0,5 J energía sonora

Figura 2: Cambio imposible, problema adaptado de Brook y Driver (2004), citado por Cortés y Montaña, 2007; Varela et al., 1999).

Justificación:

Creo que es la central ya que esta tiene que generar mas energia para el uso

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Respuestas estudiante 2 al instrumento de el momento de Ubicación

5. DESCRIBE BREVEENTE QUE ES LA ENERGIA PARA TI.

es la fuerza lo cual puede hacer cambios en ella misma o en otros sistemas

6. DESCRIBE BREVEENTE QUE ES TRABAJO PARA TI.

es la fuerza ejercida o los sistemas para que pueda ser movida y desplazada

7. DESCRIBE BREVEENTE LA DIFERENCIA ENTRE QUE ES ENERGIA CINETICA Y POTENCIAL.

la energia potencial se refiere a la capacidad del cuerpo y la energia cinetica hace referencia al movimiento
un ejemplo seria un objeto en el punto mas alto es la potencial y se convierte en cinetica cuando cae

8. ¿QUÉ DICE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA?

la energia no se destruye ni se crea solo se transforma por ejemplo de energia electrica a energia cinetica.

5. DESCRIBE BREVEENTE QUE ES LA ENERGIA PARA TI.

la energia es la capacidad que tiene los cuerpos para realizar acciones como desplazarse de su posición actual, del movimiento y la fuerza. De lo que depende depende de la temperatura que que la energia es el calor si se destruye la energia se transforma en otro tipo de energia en la energia que se transforma en luz y calor

6. DESCRIBE BREVEENTE QUE ES TRABAJO PARA TI.

el trabajo es la fuerza que se utiliza para vencer una resistencia

7. DESCRIBE BREVEENTE LA DIFERENCIA ENTRE QUE ES ENERGIA CINETICA Y POTENCIAL.

la energia potencial hace referencia a la capacidad de un cuerpo cuando que la fuerza de movimiento que se aplica

8. ¿QUÉ DICE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA?

la energia no se crea ni se destruye solo se transforma

Figura 2: Cambio imposible, problema adaptado de Brook y Driver (2004), citado por Cortés y Montaña, 2007; Varela et al., 1999).

Justificación:

por que es la central ya que esta tiene que generar mas energia para el uso

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Respuestas estudiante 3 al instrumento de el momento de Ubicación

5. DESCRIBE BREVEMENTE QUE ES LA ENERGÍA PARA TI.

La energía es muy importante en la actualidad ya que casi todo funciona con la energía por lo que se puede transformar por eso no se crea ni se destruye.

6. DESCRIBE BREVEMENTE QUE ES TRABAJO PARA TI.

El trabajo es una forma de energía que se relaciona con una fuerza aplicada a lo largo de una distancia.

7. DESCRIBE BREVEMENTE LA DIFERENCIA ENTRE QUE ES ENERGÍA CINÉTICA Y POTENCIAL.

8. ¿QUÉ DICE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA?

Que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma.

«CAMBIO IMPOSIBLE»

A) BOMBILLA 100 J energía eléctrica → 40 J energía luz	B) RIFLE 200 J energía explosiva → 240 J energía de bala en movimiento
C) CENTRAL 250.000 J energía (combustible) → 70.000 J energía (eléctrica)	D) ALTAVOZ 5 J energía eléctrica → 0,5 J energía (sonido)

Figura 2: Cambio imposible, problema adaptado de Brook y Driver (1984, citado por Cordero y Mordeglia, 2007; Varela et al, 1995).

Justificación:

Como que es muy difícil que la energía eléctrica se convierta en sonido por las condiciones en las que se encuentra.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7 Respuestas estudiante 4 al instrumento de el momento de Ubicación

5. DESCRIBE BREVEMENTE QUE ES LA ENERGÍA PARA TI.

Es el trabajo que realiza un objeto.

6. DESCRIBE BREVEMENTE QUE ES TRABAJO PARA TI.

Es la fuerza aplicada en un determinado tiempo y espacio.

7. DESCRIBE BREVEMENTE LA DIFERENCIA ENTRE QUE ES ENERGÍA CINÉTICA Y POTENCIAL.

La cinética es la energía que posee un objeto en movimiento. La potencial es la energía que posee un objeto por su posición.

8. ¿QUÉ DICE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA?

La energía se transforma.

«CAMBIO IMPOSIBLE»

A) BOMBILLA 100 J energía eléctrica → 40 J energía luz	B) RIFLE 200 J energía explosiva → 240 J energía de bala en movimiento
C) CENTRAL 250.000 J energía (combustible) → 70.000 J energía (eléctrica)	D) ALTAVOZ 5 J energía eléctrica → 0,5 J energía (sonido)

Figura 2: Cambio imposible, problema adaptado de Brook y Driver (1984, citado por Cordero y Mordeglia, 2007; Varela et al, 1995).

Justificación:

Fuente: Elaboración propia.

Hallazgos. Entre las Preguntas 5, 6, 7 y 8 se esperaba que los estudiantes entregaran respuestas desde su punto de vista y no desde la teoría (como comúnmente se dice con sus propias palabras), con el fin de identificar su concepción sobre lo que es la energía. Entre lo encontrado se puede observar que las respuestas están ligadas a la Identificación de energía como fuerza y como trabajo, estas categorías también son identificadas por Varela et al (1995), con lo que podemos atribuirlo a que, en su formación previa en la educación media,

se pudo haber mal entendido, no se impartió el concepto desde un punto de vista más cercano a lo científico, o el léxico cotidiano en el diario vivir gana ventaja.

En lo que respecta al cambio imposible, en donde Brook y Driver (1984, citado por Varela et al, 1995), presenta una situación en la que se muestran cuatro posibles cambios de energía en el que solo uno de ellos es imposible (en este caso es el Rifle), la mayoría de las respuestas indican que no es claro o no se comprende cómo se podrían presentar los cambios de un tipo de energía en otra y que en el proceso se puede presentar degradación de la misma (esto no quiere decir que se destruya la energía estando en contra al principio de conservación), En este sentido el cambio imposible es que al tener un valor determinado de energía se obtenga un valor mayor. En relación a los resultados de esta pregunta se concuerda con los hallazgos de Varela et al (1995), donde se evidencia que dentro de la formación básica y media se descarta la opción de degradación de la energía, también que la transformación se puede presentar entre varios tipos de energía y no solo entre la energía la cinética y potencial gravitacional, con lo que no concuerda con el desarrollo industrial que nos envuelve en la actualidad.

Actividad 2. Esta actividad consta de tres situaciones las cuales indagan la capacidad del estudiante en el poder identificar y comprender algunos registros semióticos, así como la conversión de los mismos registros a otros. También se espera que el estudiante en el nivel universitario en el que se encuentra recuerde y explore los conocimientos que posee en relación con el concepto trabajado.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la aplicación de este instrumento y los hallazgos que se desprenden de las respuestas de los estudiantes.

Situación 1: UP1 (Momento de Ubicación Pregunta 1)

Figura 8 Pregunta 1 del instrumento de Ideas Previas. Momento de Ubicación.

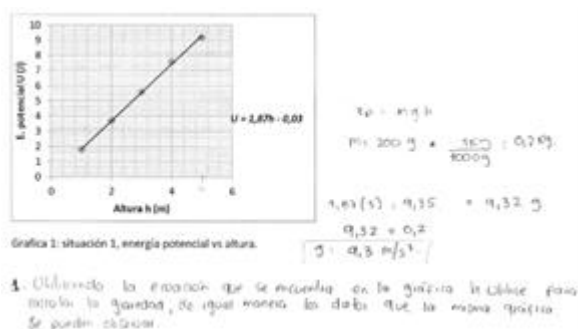


Fuente: Elaboración propia.

En esta primera situación se presenta información de tipo A, G, N y V (Algebraico, Grafico, Numérico y Verbal) atribuidas bajo una contextualización, se expresa explícitamente la situación a fin de centrar al estudiante en un concepto que puede que haya visto en otro momento de su formación escolar. La pregunta con la cual se espera que el estudiante entregue una respuesta es abierta, por tanto, el estudiante deberá entregar una respuesta según sus ideas previas y lo más a fin a sus conocimientos.

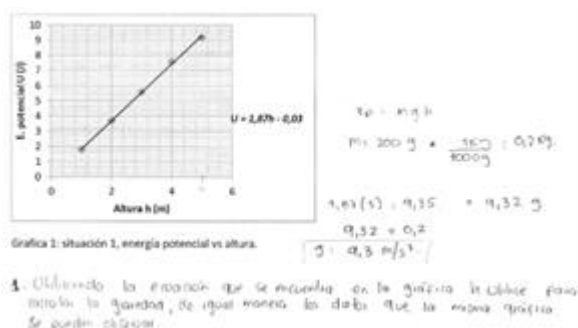
Respuestas. Las siguientes figuras muestran las respuestas aportadas por los estudiantes a las preguntas de la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1).

Figura 9 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1)



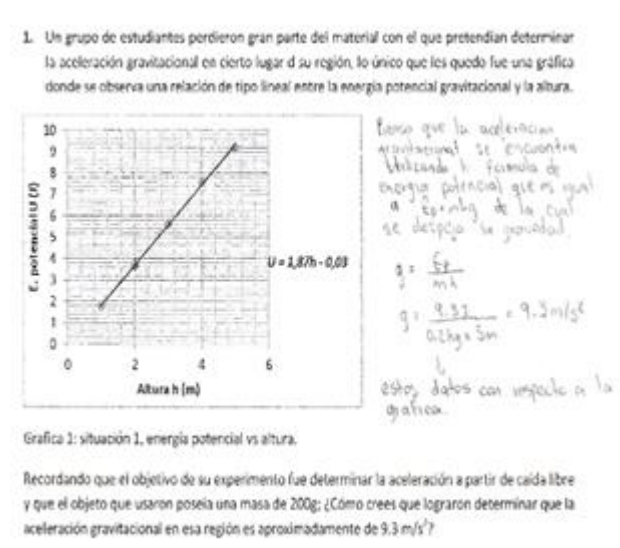
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10 Respuesta del estudiante 4 a la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11 Respuesta del estudiante 5 a la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 Tabla de respuestas a la Situación 1: UP1 (momento de Ubicación Pregunta 1).

Situación 1: UP1	Tratamiento	Conversión	La respuesta es aceptada (Si/No)
Estudiante 1	Si	Si	Si
Estudiante 2	Si	No	Si
Estudiante 3	Si	No	Si
Estudiante 4	Si	No	Si
Estudiante 5	Si	Si	Si

Nota: Elaboración propia

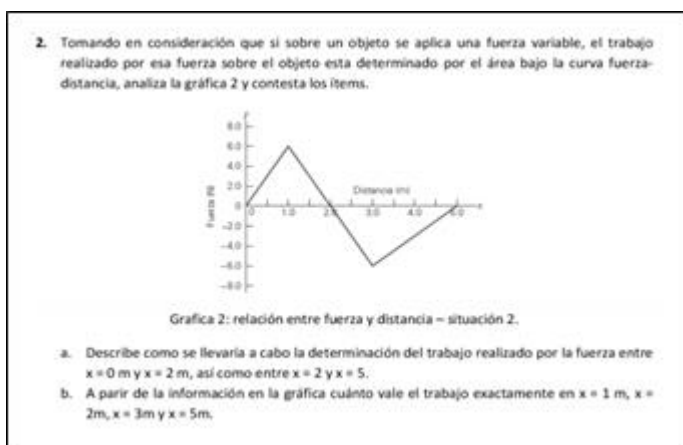
Análisis de las respuestas. De manera general los estudiantes se inclinaron por dar una respuesta V a la situación (Véase el resumen de respuesta de la Situación 1: UP1 en el Anexo 9: Respuestas al instrumento Cuestionario de ideas previas sobre el concepto de energía), esto puede deberse a que la pregunta induce a dar una respuesta abierta. Por otra parte, las respuestas indican conjuntamente que se debe hacer uso de una fórmula $U = mgh$ de la energía potencial para determinar la aceleración gravitacional (Estudiantes 1, 2 y 3), con lo que tomaron la información entregada tanto en la gráfica como en el enunciado y expresaron de manera algebraica (conversión al registro A), a forma de demostrar que ese era el proceso correcto, mostrando un comparativo numérico entre el enunciado y el valor calculado. Otras respuestas hacen uso de la formula incluida en el gráfico, así como un valor del mismo para calcular la energía potencial y con el valor despejar la aceleración

gravitacional de la fórmula $U = mgh$, esto es evidente para el estudiante 2 donde solo hace mención de este proceso, pero no acude al proceso de conversión de registros.

Es de destacar que la formula $U = mgh$ no se la incluye en el enunciado, por tanto, es de atribuirle a las ideas previas que traen los estudiantes sobre el concepto de energía.

Situación 2: UP2.

Figura 12 Pregunta 2 del instrumento de Ideas Previas. Momento de Ubicación.

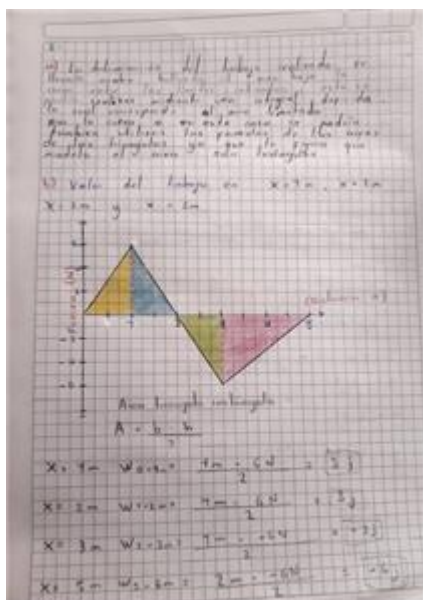


Fuente: Elaboración propia.

Esta situación entrega información representada en N, G y V, pretende identificar la noción del concepto de trabajo, asignándole un rol geométrico en este caso área e indagar sobre la ecuación que lo representa. El inciso a. pide describir el cómo se llevaría al cabo la determinación del trabajo realizado por la fuerza entre puntos específicos de la gráfica. El inciso b. se indica explícitamente que se requiere hacer un cálculo con la información que se encuentra en la gráfica.

Respuestas. Las siguientes figuras muestran las respuestas aportadas por los estudiantes a las preguntas de la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2).

Figura 13 Respuesta del estudiante 1 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14 Respuesta del estudiante 4 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15 Respuesta del estudiante 5 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 Tabla de respuestas a la Situación 2: UP2.

Situación 2: UP2	Tratamiento	Conversión	La respuesta es aceptada (Si/No)
Estudiante 1	Si	Si	Si
Estudiante 2	Si	Si	No
Estudiante 3	Si	No	Si
Estudiante 4	Si	Si	No
Estudiante 5	Si	Si	No

Nota: Elaboración propia

Análisis de las respuestas. En esta situación se encontraron respuestas variadas (Véase el resumen de respuesta de la Situación 2: UP2 en el Anexo 9: Respuestas al instrumento Cuestionario de ideas previas sobre el concepto de energía), en las respuestas analizadas de los estudiantes 2 y 3 optaron por el uso de la ecuación $W = F \cdot d$ la cual permite calcular el trabajo teniendo la fuerza y la distancia lo cual no es incorrecto, pero da a entender que el comunicado verbal del primer párrafo de esta situación no fue claro al mencionar que el trabajo debe ser calculado a partir del área bajo la curva, con lo cual sus ideas previas de lo que es trabajo están arraigadas a su fórmula y sus conocimientos de las herramientas del cálculo integral no se recuerdan, siendo el área bajo la curva un tema obligatorio dentro e currículo.; aun así, es evidente que optaron por extraer información puntual de la gráfica para realizar cálculos, esto indica que es factible una conversión entre el registro grafico el

tabular y el algebraico., también, se tienen concordancia con lo mencionado por Pérez y Divar (2012), al usar varias representaciones siempre habrá la predominación de una sobre las otras, en estos casos siempre suele destacar el registro algebraico.

La respuesta entregada por el estudiante 1 muestra un gran dominio de los conceptos previos impartidos en el área de cálculo, con lo que se puede apreciar una conversión correcta entre el registro grafico el geométrico y el algebraico, también es clara la comprensión del enunciado lo que da a entender que no es error gramatical dentro del texto del problema.

Por otra parte, pocos estudiantes mostraron verbalmente que según el enunciado era necesario hacer uso del cálculo del área asemejándola con la ecuación de trabajo, pero en pocos casos se realizó el proceso algebraico a partir de la extracción de los triángulos que se forman en la gráfica entregada. Otras repuestas mencionaron el uso de la integral (calculo integral) para resolver la situación.

Situación 3: UP3.

Figura 16 Pregunta 3 del instrumento de Ideas Previas. Momento de Ubicación.

3. A partir de la tabla 1 de velocidad y tiempo para un objeto de masa 15 kg que se mueve en línea recta, tomando en consideración que el trabajo está descrito analíticamente como el producto entre la fuerza y la distancia recorrida, describa como podría determinar el trabajo realizado entre $t = 3s$ y $t = 6s$, así mismo como se determinaría la magnitud de la fuerza que realiza este trabajo.

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	3
1	5.5
2	8
3	10.5
4	13
5	15.5
6	18
7	20.5
8	23

Tabla 1: información para la Situación 3.

Fuente: Elaboración propia.

Esta situación entrega información representada en N, TB (Tabular) y V, pretende identificar si fueron asimilados los conceptos previos de cinemática, con lo cual se espera que a partir de los datos entregados en la tabla se pueda obtener la distancia recorrida y la aceleración, información que se espera sea usada para determinar la magnitud de la fuerza y con ello el trabajo. Dentro de los contenidos del curso actual ya se habían abordado temas

Respuestas. Las siguientes figuras muestran las respuestas aportadas por los estudiantes a las preguntas de la Situación 3: UP3.

[illegible]

82

Figura 18 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2)

3. A partir de la tabla 1 de velocidad y tiempo para un objeto de masa 15 kg que se mueve en línea recta, tomando en consideración que el trabajo está descrito analíticamente como el producto entre la fuerza y la distancia recorrida, describe como podría determinar el trabajo realizado entre $t = 3$ y $t = 6$ s, así mismo como se determinaría la magnitud de la fuerza que realiza este trabajo.

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	3
1	5.5
2	8
3	10.5
4	13
5	15.5
6	18
7	20.5
8	23

Tabla 1: información para la Situación 3.

$m = 15 \text{ kg}$
 $F = m \cdot a$
 $F = 15 \cdot 4.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $F = 67.5 \text{ N}$
 $W = F \cdot d$
 $W = 67.5 \cdot 15 \text{ m}$
 $W = 1012.5 \text{ J}$

$v = 3 \text{ m/s} \rightarrow 10.5 \text{ m/s}$
 $t = 3 \text{ s} \rightarrow 10.5 \text{ m/s}$
 $(\Delta v)^2 = 2 \cdot a \cdot d$
 $15^2 = 2 \cdot a \cdot d$
 $225 = 2 \cdot a \cdot d$
 $a = 5.625 \text{ m/s}^2$
 $F = 84.375 \text{ N}$
 $W = 84.375 \cdot 15 \text{ m}$
 $W = 1265.625 \text{ J}$

1. Utilizando la ecuación que se muestra en la gráfica la línea para tener la fuerza de que muestra la tabla que la misma fuerza se puede utilizar.
2. Como el trabajo puede utilizar la ecuación de trabajo.
3. Como utilizar la ecuación de posición para encontrar la distancia (m) y la fuerza, luego la reemplazar en la ecuación $W = F \cdot (x_2 - x_1)$.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19 Respuesta del estudiante 4 a la Situación 2: UP2 (momento de Ubicación Pregunta 2)

3. A partir de la tabla 1 de velocidad y tiempo para un objeto de masa 15 kg que se mueve en línea recta, tomando en consideración que el trabajo está descrito analíticamente como el producto entre la fuerza y la distancia recorrida, describe como podría determinar el trabajo realizado entre $t = 3$ y $t = 6$ s, así mismo como se determinaría la magnitud de la fuerza que realiza este trabajo.

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	3
1	5.5
2	8
3	10.5
4	13
5	15.5
6	18
7	20.5
8	23

Tabla 1: información para la Situación 3.

$W = F \cdot d$
 $F = m \cdot a$
 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
 $a = \frac{18 - 3}{6 - 3}$
 $a = 5 \text{ m/s}^2$
 $F = 15 \cdot 5$
 $F = 75 \text{ N}$
 $W = 75 \cdot d$
 $W = 75 \cdot 15$
 $W = 1125 \text{ J}$

primero de la fórmula de $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, se despeja a para encontrar la distancia. Después de la ecuación de $F = m \cdot a$ se reemplaza la fuerza para luego encontrar la fuerza y así luego encontrar el trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 Tabla de respuestas a la Situación 3. UP3.

Situación 3: UP3	Tratamiento	Conversión	La respuesta es aceptada (Si/No)
Estudiante 1	Si	Si	Si
Estudiante 2	Si	Si	No
Estudiante 3	Si	No	No
Estudiante 4	Si	Si	No
Estudiante 5	Si	Si	No

Nota: Elaboración propia.

Análisis de las respuestas. Esta situación presenta un alto grado de dificultad para los estudiantes ya que implica que, a partir de datos contenidos en tablas, se logre modelar matemáticamente la situación cinemática. Las respuestas que entregaron los estudiantes (Véase el resumen de respuesta de la Situación 3: UP3 en el Anexo 9: Respuestas al

instrumento Cuestionario de ideas previas sobre el concepto de energía), mostraron que la mayoría de ellos indican verbalmente que es necesario hacer uso de las fórmulas de cinemática para determinar la distancia, pero no parece que tengan claro lo referente a la obtención de la aceleración para determinar la fuerza. Esto se evidencia que en muchas respuestas se indica la fórmula de la segunda ley de newton $F = ma$ con lo cual, para su cálculo, se necesita conocer previamente la aceleración, pero los estudiantes no indican como se debe encontrar. Hay respuestas erróneas que consisten en tomar la aceleración como equivalente de la gravedad $F = mg$, a partir de lo cual podemos inferir que el estudiante no relaciona el movimiento en línea recta como horizontal (quizá también debido a que no se explica claramente en la redacción al presentar la situación); con esto se puede establecer que dentro de la intervención y transposición del concepto debe enfatizarse en uso de registros secundarios o adicionales, en este sentido Cotacio Horta al citar a Duval (2006), menciona que “Las representaciones auxiliares pueden satisfacer solamente una función específica en la resolución de los problemas y ésta es relativa a pensar en la conversión o el tratamiento”.

Una de las respuestas es de un nivel muy satisfactorio en la cual el estudiante 1 identificó la necesidad de hacer uso de las fórmulas del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado -MRUA y no solo MRU (este último utilizado por el resto de los estudiantes), con lo cual, a partir del intervalo de tiempo indicado en el enunciado, este estudiante procede a calcular la aceleración y con ello la distancia recorrida. Este procedimiento descrito le permitió calcular tanto la distancia recorrida como la fuerza y con esto el trabajo.

Análisis general del momento de ubicación

A manera general el instrumento de ideas previas bajo las tres situaciones indicadas, permitió identificar que los estudiantes poseen algunos conocimientos previos en relación a las fórmulas que se usa para calcular energía o trabajo, aunque las ideas que tienen sobre su utilización es en la mayoría de los casos de aplicación mecánica; es evidente que se hace necesario trabajar sobre las conversiones de representaciones al trabajar con datos en tablas donde se puede presentar la conversión $TB \rightarrow G \rightarrow A$ o $TB \rightarrow A$. Es de Observar que en general un estudiante tiende a evitar el uso del lenguaje Verbal al resolver una situación, así

sea que en el enunciado sea explícito “describir”, con lo que es evidente que no es suficiente y en este sentido la reformulación de estas situaciones debe proporcionar al estudiante la confianza suficiente para hacer uso de este registro. También se observa la tendencia a resolver los ejercicios solo de manera algebraica, como lo menciona Aznar, Distéfano, Prieto y Moler (2010, citado por Cotacio Horta, 2018), cuando proponen que “La enseñanza tradicional [...] ha privilegiado el uso del registro algebraico en la resolución de problemas”.

Los resultados para este momento en relación al indicador de evaluación de la variable Uso de Registros Multimodales (Tabla 3), establecido en la investigación de Sparvoli (2015), muestra desde la perspectiva de esta investigación, que las respuestas que se tomaron como estudio de caso clasifican bajo una estimación del docente un nivel 3 a los estudiantes, en el que se establece un criterio que indica: “El estudiante utiliza algunos registros con preferencia y comunica de manera precisa sus reflexiones acerca de los cambios de registros que es capaz de resolver.”

8.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA EL MOMENTO DE DESUBICACIÓN

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la aplicación de los instrumentos y los hallazgos que se desprenden de las respuestas de los estudiantes.

Se debe mencionar que en los cuadros que se indican en este capítulo se organizó y codificó la información suministrada por los estudiantes, en estos se indican respuestas para las actividades cognitivas de tratamiento y conversión, y haciendo mención a lo indicado en la metodología el Tratamiento representan las funciones cognitivas de percepción, comunicación y expresión, con lo cual podrá ser indicado como *completo* o *incompleto* según sea el aprendizaje secuencial o la solución que haya realizado el estudiante, así mismo, para el caso de la Conversión, como parte de las funciones cognitivas percepción, comunicación y expresión, y con ello cumplir con los criterios para la congruencia, cuando se indique *incompleto* o *completo* hará referencia a las unidades significantes dentro registro de salida durante la transformación entre registros.

Situación 1: DP1 (momento de Desubicación Pregunta 1)

Figura 20 Primera pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.

TRABAJO

ACTIVIDAD 4

Definición básica de trabajo - Fuerza y desplazamiento



Un trineo cargado con ladrillos tiene una masa total de 18.0 kg y se jala con velocidad constante mediante una cuerda inclinada 20.0° arriba de la horizontal. El trineo se traslada una distancia de 20.0 m sobre una superficie horizontal. El coeficiente de fricción cinética entre el trineo y la superficie es 0.500.

a) Realice un dibujo de esta situación y sobre el mismo indique cuales son las fuerzas que realizan trabajo sobre el trineo. Justifica brevemente.

b) ¿Cuánto trabajo es realizado sobre el trineo por cada una de las fuerzas encontradas en el inciso anterior?

c) ¿Existe pérdida de energía a causa de alguna fuerza?, si es así ¿Cuanto se pierde?

Fuente: Elaboración propia.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 10 Cambio de registros para la situación 1: DP1.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	V	F	Si	No
b	F	A	Si	Si
c	A	V	Si	No

Nota: Elaboración propia.

Análisis de las respuestas.

Tabla 11 Tabla de respuestas a la Situación 1: DP1.

Situación 1: DP1	Inciso	Conversión	Tratamiento
Estudiante 1	a	Completo	No requiere
	b	Incompleto	Incompleto
	c	No hay	No requiere
Estudiante 2	a	Completo	No requiere
	b	Incompleto	Incompleto
	c	No hay	No requiere
Estudiante 3	a	No hay	No requiere

Situación 1: DP1	Inciso	Conversión	Tratamiento
	b	Incompleto	Incompleto
	c	Incompleto	Incompleto

Nota: Elaboración propia.

Se encontró que existe un mal tratamiento de la información dentro del registro F (tabla anterior), esto se evidencia en la no CS de las respuestas a los incisos B y C de la situación (Estudiantes 1 y 2), también, el estudiante 3 presentan no CS entre los registros V y F, pero acerca su repuesta dentro del registro A, aunque se presenta un mal tratamiento de este evidenciando su incorrecta respuesta.

Figura 21 Respuesta del estudiante 1 a la Situación 1: DP1 (momento de Desubicación Pregunta 1)



Fuente: Elaboración propia.

Se encontró que la conversión entre el registro de entrada V y el Registro de Salida F no presenta mayor dificultad, mostrando una asignación acertada lo mencionado en el texto y la figura representativa (Figura anterior), aunque si existe un mal tratamiento del registro F al no establecer todas las fuerzas que hacen trabajo.

Figura 22 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 1: DP1 (momento de Desubicación Pregunta 1)

Handwritten student work for Figure 22. The work includes a free-body diagram on the left and calculations on the right. Red circles and lines highlight specific parts of the work.

Free-body diagram (left): A block is shown with forces F_R (horizontal), F_g (vertical), and F_N (vertical). Below it, the equation $\sum F_y = 0$ is written, followed by $F_N - F_g = 0$ and $F_N = F_g$.

Calculations (right):

- $F_R = 39,42 \text{ N} \times \cos(30^\circ) = 34,63 \text{ N}$
- $N = W - F_R$
- $W = mg \rightarrow W = 18 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- $W = 176,58 \text{ N}$
- $N = 176,58 \text{ N} - 39,42 \text{ N}$
- $N = 137,16 \text{ N}$
- $F_N = F_g$
- $F_g = T \times \cos(30^\circ) = F_g$
- $F_g = 176,58 \text{ N}$
- $T = 176,58 \text{ N} / \cos(30^\circ)$
- $T = 204,12 \text{ N}$

Fuente: Elaboración propia.

En lo relacionado al tratamiento del registro A para realizar los respectivos cálculos de trabajo se encontró que ninguno de los estudiantes tomó en consideración que todas las fuerzas que actúan alrededor de un cuerpo realizan trabajo y que este puede tomar un valor de 0 Julios.

Figura 23 Respuesta del estudiante 3 a la Situación 1: DP1 (momento de Desubicación Pregunta 1)

Handwritten student work for Figure 23. The work includes a free-body diagram on the left and calculations on the right. Red circles and lines highlight specific parts of the work.

Free-body diagram (left): A block is shown with forces F_R (horizontal), F_g (vertical), and F_N (vertical). Below it, the equation $\sum F_y = 0$ is written, followed by $F_N - F_g = 0$ and $F_N = F_g$.

Calculations (right):

- $F_R = 39,42 \text{ N} \times \cos(30^\circ) = 34,63 \text{ N}$
- $N = W - F_R$
- $W = mg \rightarrow W = 18 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- $W = 176,58 \text{ N}$
- $N = 176,58 \text{ N} - 39,42 \text{ N}$
- $N = 137,16 \text{ N}$
- $F_N = F_g$
- $F_g = T \times \cos(30^\circ) = F_g$
- $F_g = 176,58 \text{ N}$
- $T = 176,58 \text{ N} / \cos(30^\circ)$
- $T = 204,12 \text{ N}$

Fuente: Elaboración propia.

Es de destacar que dentro de las respuestas entregadas por el estudiante 3 no se manifiesta un buen tratamiento del registro F (No hay respuesta), lo cual evidencia en la errada conversión hacia el registro A en donde se deben realizar un tratamiento previo de las fuerzas que actúan sobre el trineo (unidades semánticas para la situación), y con lo que posteriormente se realizan cálculos de trabajo.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 12 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 1: DP1.

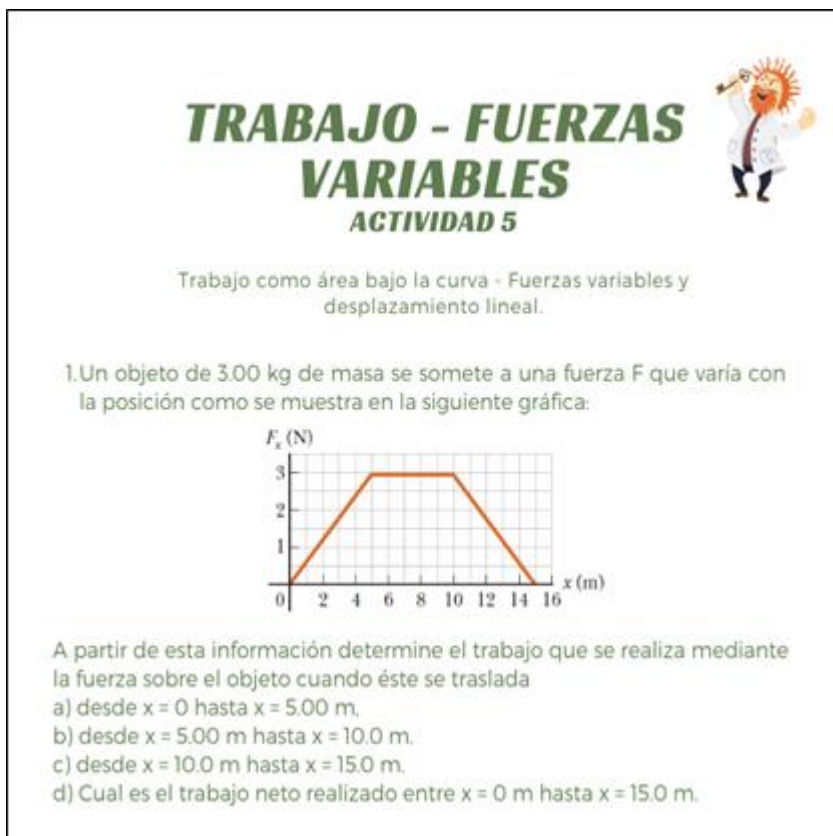
Inciso	CS	UST	COO
a	Si	Si	No
b	Si	Si	No
c	Si	Si	Si

Nota: Elaboración propia.

Esta primer situación entrega un total de 4 unidades significantes de entrada (4 fuerzas que intervienen en el enunciado), y por tanto según la definición de trabajo para fuerzas contantes se puede encontrar el trabajo para cada fuerza así el resultado sea cero, con lo que cada unidad significativa d entrada tiene una respectiva unidad significativa de salida (Trabajo para cada fuerza), pero al asignar la debida correspondencia entre registros ya sea V-F o F-A estas se pueden hacer en cualquier orden (tabla anterior), lo cual incumple el tercer criterio de congruencia semántica, lo cual podría evidenciar las diferencias entre las respuestas entregadas por los estudiantes.. Con esto se establece que la situación no cumple con la COO de la congruencia semántica, además se debe establecer que para la solución de esta situación se debe acudir a registros adicionales en concordancia con lo que menciona Duval (1999, citado por Cotacio Horta, 2018), por tanto, la situación puede notarse compleja o muy extensa en este caso al depender del uso del diagrama de cuerpo libre y la sumatoria vectorial de las fuerzas.

Situación 2: DP2.

Figura 24 Segunda pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.



Fuente: Elaboración propia.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 13 Cambio de registros para la Situación 2: DP2.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	G	A	Si	Si
b	G	A	Si	Si
c	G	A	Si	Si
d	A	A	No	Si

Nota: Elaboración propia.

Análisis de las respuestas.

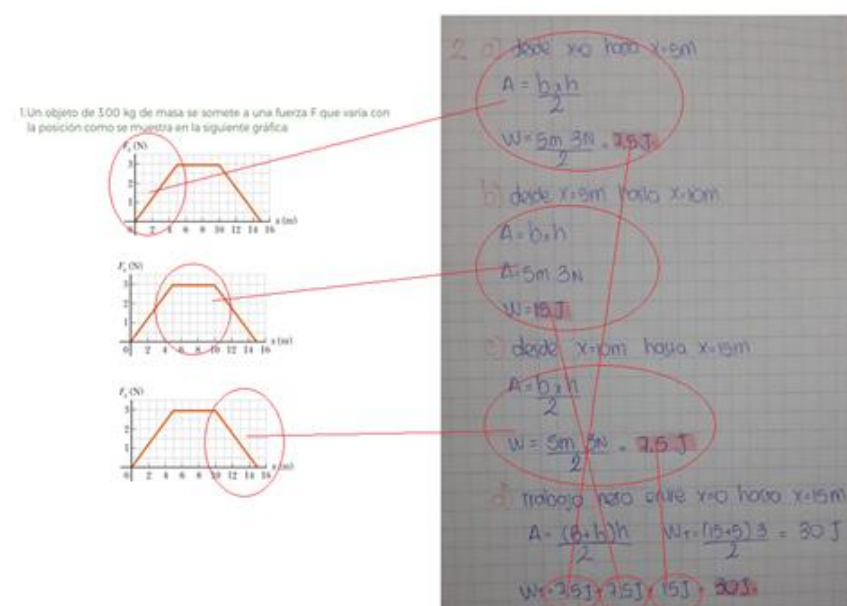
Tabla 14 Tabla de respuestas a la Situación 2: DP2.

Situación 2: DP2	Inciso	Conversión	Tratamiento
Estudiante 1	a	Completo	Completo
	b	Completo	Completo
	c	Completo	Completo
	d	No aplica	Completo
Estudiante 2	a	Completo	Completo
	b	Completo	Completo
	c	Completo	Completo
	d	No aplica	Completo
Estudiante 3	a	Completo	Completo
	b	Completo	Completo
	c	Completo	Completo
	d	No aplica	Completo

Nota: Elaboración propia.

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP2, no se encontró dificultad alguna en el tratamiento de las distintas representaciones, aunque se evidencia en algunas de las respuestas que la conversión entre G y los otros registros no está presente. Sin embargo, los resultados alcanzados no son erróneos, lo que puede deberse a que se realizó una conversión mental (Conversión al registro GM – Registro complementario), sin la necesidad de hacer explícita la misma. Otro hecho observado es que no se hace uso de la conversión al registro V (el texto del problema no indica que sea necesario hacer una justificación verbal), este hallazgo concuerda con lo propuesto por Horta (2018) respecto al privilegio en el uso del registro algebraico en la resolución de problemas de la enseñanza tradicional, del que hablamos antes. Esto es así, aunque en la enseñanza de la física se especifique que, en la resolución de problemas, se debe realizar siempre una justificación de resultados (uso del registro V); los estudiantes omiten esta justificación verbal la mayoría de veces, en especial si en el enunciado del problema no se especifica claramente esta necesidad.

Figura 25 Respuesta del estudiante 1 a la Situación 2: DP2 (momento de Desubicación Pregunta 2)



Fuente: Elaboración propia.

En este punto no se adjuntan las respuestas de los otros estudiantes por considerarlas semejantes a la que se ha incluido. Sin embargo, la totalidad de las respuestas aportadas por los estudiantes se pueden apreciar en los anexos.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 15 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 2: DP2.

Inciso	CS	UST	COO
a	Si	Si	Si
b	Si	Si	Si
c	Si	Si	Si

Nota: Elaboración propia.

Esta segunda situación entrega un total de 3 unidades significantes de entrada (3 fuerzas que intervienen en el registro gráfico), y por tanto según la definición de trabajo como área bajo la curva para fuerzas variables, con lo que cada unidad significativa de entrada tiene una

respectiva unidad significativa de salida (Trabajo para cada fuerza a partir de la expresión geométrica del área), y también al observar que el grafico mantiene un orden el que pueden ser determinados los respectivos trabajos, con lo que este problema cumple con los criterios de congruencia semántica (tabla anterior) mencionados por Duval (1999, citado por Cotacio Horta, 2018), lo cual podría evidenciar la correcta resolución del mismo por parte de las tres respuestas analizadas.

Situación 3: DP3.

Figura 26 Tercera pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.

TRABAJO - FUERZAS VARIABLES

ACTIVIDAD 5



2. Se realiza un experimento en que se aplica una fuerza sobre un objeto de 2.5 g de masa; los datos que arrojo esta situación se presentan en la siguiente tabla:

Distancia (m)	Fuerza (N)
1	15,00
2	7,50
3	5,00
4	3,75
5	3,00
6	2,50
7	2,14
8	1,88
9	1,67
10	1,50

A partir de esta información:

- Realice un gráfico de Fuerza vs. Distancia.
- A partir del gráfico determine la proporcionalidad entre F y D, con ello obtenga una ecuación de ajuste entre estas variables.
- Con los resultados del inciso anterior determine el trabajo realizado por esta fuerza sobre el objeto entre $d = 1$ m hasta $d = 7$ m.

Fuente: Elaboración propia.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 16 Cambio de registros para la situación 3: DP3.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	TB	G	Si	Si
b	G	A	Si	Si
c	A	A	No	Si

Nota: Elaboración Propia.

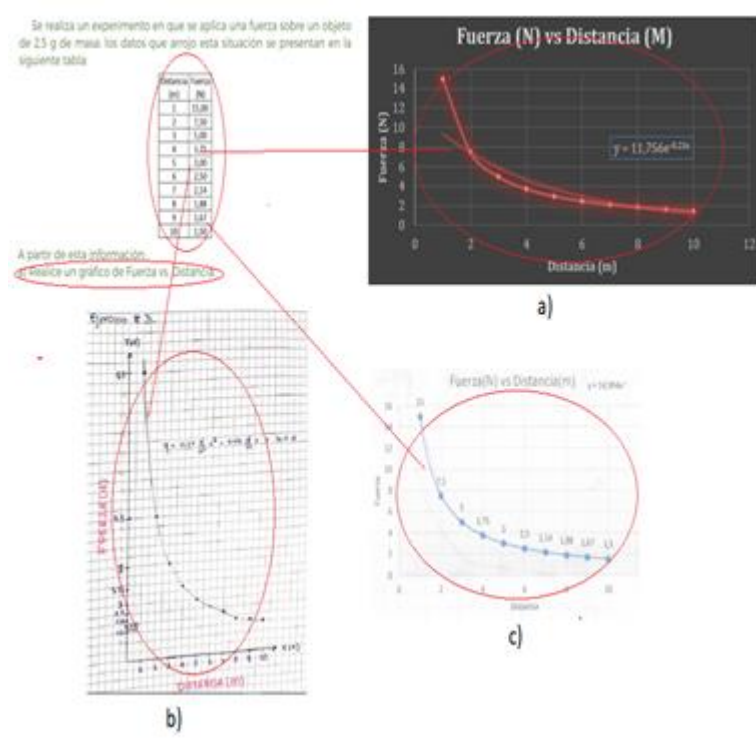
Análisis de las respuestas.

Tabla 17 Tabla de respuestas a la Situación 3: DP3.

Situación 3: DP3	Inciso	Conversión	Tratamiento
Estudiante 1	a	Completo	Completo
	b	Completo	Completo
	c	No aplica	Completo
Estudiante 2	a	Completo	Completo
	b	Completo	Completo
	c	No aplica	Completo
Estudiante 3	a	Completo	Completo
	b	Completo	Completo
	c	No aplica	Completo

Nota: Elaboración propia.

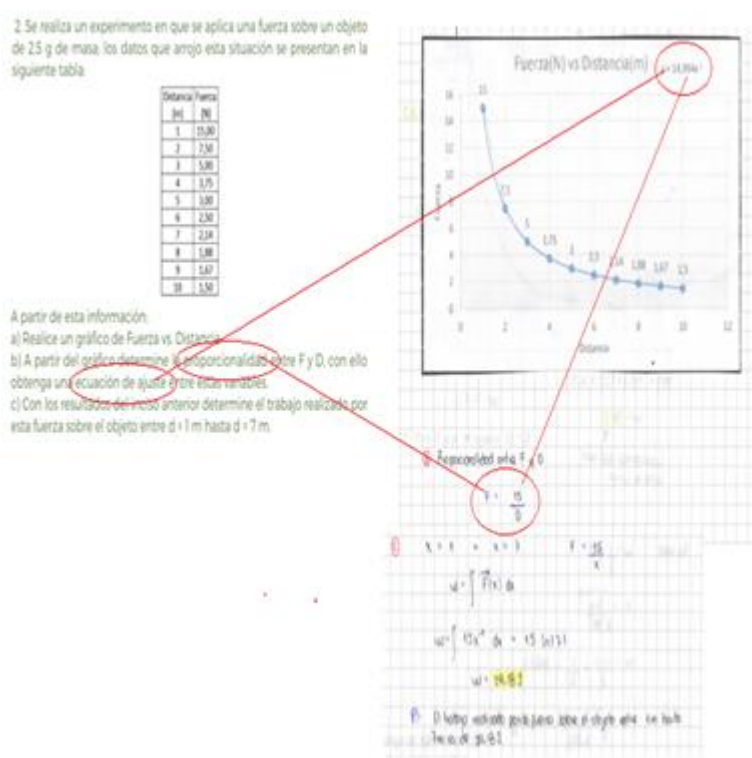
Figura 27 Respuestas de los estudiantes 1, 2, y 3 (a, b y c respectivamente) a una parte de la Situación 3: DP3 (momento de Desubicación Pregunta 3).



Fuente: Elaboración propia.

Análisis de las respuestas. En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación, se evidencia que la conversión entre el registro de entrada TB y G no presenta dificultad alguna. Esto puede deberse a que tanto los conceptos previos, materias de anteriores semestres y las prácticas de laboratorio permiten el tratamiento y la conversión de estos registros, las falencias dentro de esta situación se encuentran en el tratamiento del Registro G para poder hacer conversión al Registro A. Dentro de las herramientas que se le entregan a los estudiantes para poder identificar la proporcionalidad entre dos variables está la de hacer uso de ciertas operaciones o buscar, con la ayuda de la herramienta Excel, el mejor ajuste de una curva a la dispersión de las parejas ordenadas (analizar el coeficiente de correlación).

Figura 28 Respuestas del estudiante 3 a la Situación 3: DP3 (momento de Desubicación Pregunta 3).

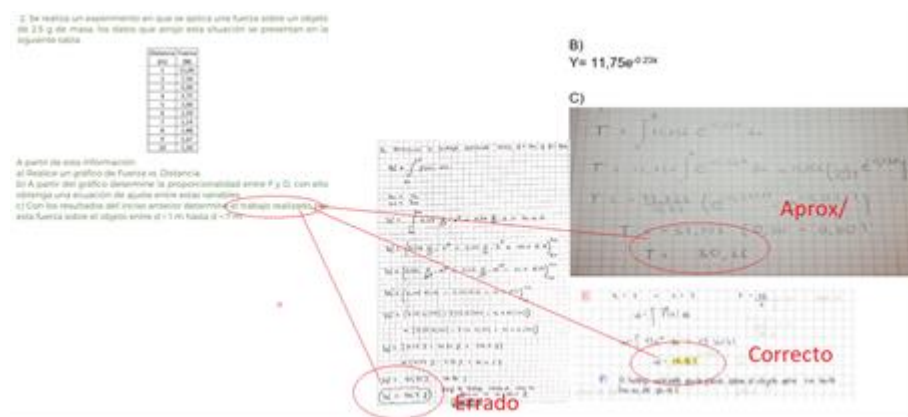


Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las respuestas entregadas se evidencia que muy pocos estudiantes hacen uso de las operaciones (Tratamiento) entre variables para determinar su proporcionalidad, y acuden al ajuste de curvas. Con esto se puede apreciar que hay un tratamiento erróneo del

comportamiento del registro G y establecer incongruencia con el segundo criterio UST dado que las tres respuestas entregan un ajuste diferente, con lo que al pasar al registro A en lo que corresponde al Tratamiento de la ecuación, esta entregará resultados N erróneos o aproximados al verdadero.

Figura 29 Respuestas de los estudiantes 1, 2, y 3 (a, b y c respectivamente) a una parte de la Situación 3: DP3 (momento de Desubicación Pregunta 3).



Fuente: Elaboración propia.

Se puede evidenciar que en este tipo de situaciones el Tratamiento de los registros TB y G requieren especificar en los enunciados la búsqueda de la proporcionalidad a partir de operaciones de proporción, así como la identificación del mejor ajuste de la curva a los datos con lo que ambas deben coincidir.

Las repuestas provista por los estudiantes siguen sin hacer uso del registro V para expresar lo realizado y los valores obtenidos, por tanto, no sigue presentándose un dominio por el tratamiento del registro A y N, con lo que no se puede apreciar si realmente es claro para el estudiante que está calculando el Trabajo y su relación con la fuerza y el movimiento.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 18 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 3: DP3.

Inciso	CS	UST	COO
a	Si	Si	Si
b	Si	No	Si

Nota: Elaboración propia.

En relación a la correspondencia semántica para la conversión, el inciso b posee incongruencia en las UST (tabla anterior) ya que al buscar una ecuación que se ajuste a un conjunto de puntos (G), tienen múltiples posibilidades si no se tiene en cuenta el coeficiente de correlación, con lo que la conversión entre el registro G al A requiere de un tratamiento alternativo de los valores de este coeficiente; esto es semejante a los hallazgos de Pérez y Divar (2012), en el que expresa que existe dificultad al hacer conversiones semióticas cuando el concepto trabajado depende de muchos tipos de registro algebraico dentro de un mismo tema de estudio. También, en una aproximación a mejorar esta situación, se puede proceder a indicar una instrucción que indique que tipo de ecuación es la esperada y pueda entrar en concordancia con lo que menciona Duval (1999), para congruencia semántica en el cambio de registros.

Situación 4: DP4.

Figura 30 Cuarta (o quinta) pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación

TEOREMA DE TRABAJO Y ENERGÍA

ACTIVIDAD 6

Trabajo y energía cinética.

2. Se establece que al aplicar una fuerza sobre un objeto de 3.5 kg esta se modela analíticamente a partir de la siguiente expresión:

$$F(x) = ax^2 + bx$$
$$a = -0.5 \text{ N} / \text{m}^2$$
$$b = 2 \text{ N} / \text{m}$$

Se logra desplazar sobre una superficie horizontal desde $x = 0 \text{ m}$ hasta $x = 2$. A partir de esta información:

- Establezca el método para determinar que la velocidad del objeto cuando esta justo a mitad de camino.
- Representa gráficamente el trabajo realizado sobre el objeto entre $x = 1 \text{ m}$ y $x = 1.5 \text{ m}$. justifica el porque del gráfico.
- Bajo que condiciones se puede establecer que la variación de la energía cinética es negativa.



Fuente: Elaboración propia.

En esta pregunta, en el inciso a, se pide establecer el método para determinar la velocidad de objeto dadas las condiciones algebraicas de su modelo de fuerza, la intención de esta situación está en realizar un tratamiento en uso del lenguaje V tomando en consideración las definiciones de trabajo para fuerzas variables y energía cinética. Así mismo se pide hacer una conversión del registro de entrada A al registro G, y dentro de este realizar un Tratamiento e indicar sobre el mismo la representación del trabajo realizado por la fuerza al recorrer cierta distancia. Finaliza realizando un tratamiento del mismo registro G para determinar bajo qué condiciones la variación de energía es negativa.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 19 Cambio de registros para la situación 4: DP4.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	A	A	No	Si
b	A	G-GM	Si	Si
c	G-GM	V	Si	Si

Nota: Elaboración propia.

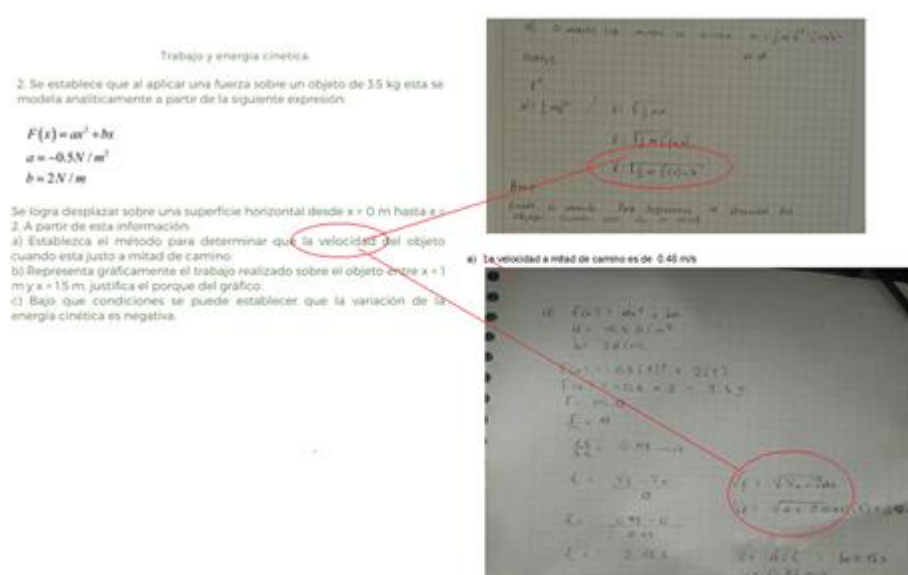
Análisis de las respuestas.

Tabla 20 Tabla de respuestas a la Situación 4: DP4.

Situación 4: DP4	Inciso	Conversión	Tratamiento
Estudiante 1	a	No aplica	Incompleto
	b	Completo	Completo
	c	Completo	Completo
Estudiante 2	a	No aplica	Incompleto
	b	Completo	Completo
	c	Completo	Completo
Estudiante 3	a	No aplica	Completo
	b	Completo	Completo
	c	Completo	Completo

Nota: Elaboración propia.

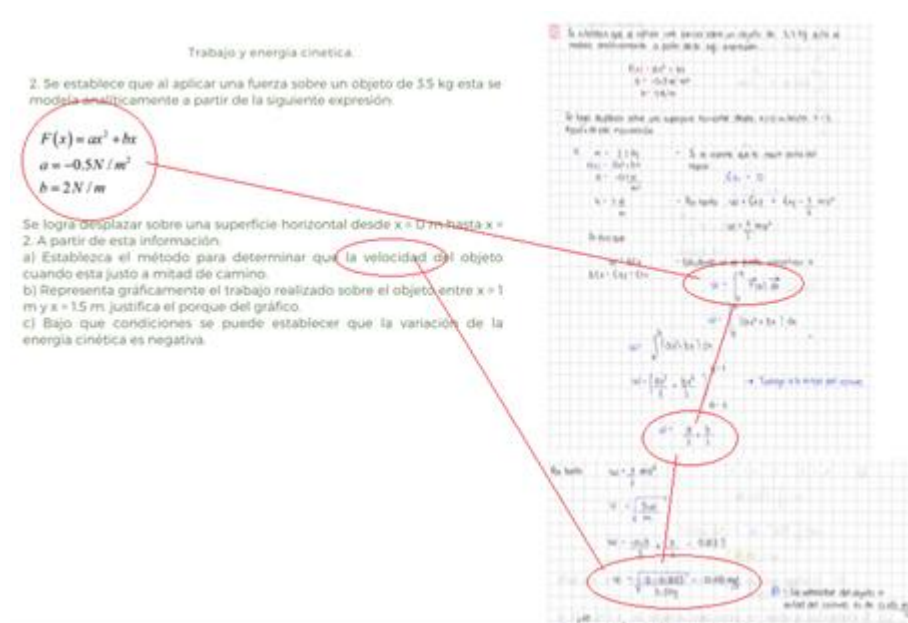
Figura 31 Respuestas de los estudiantes 1 y 2 (a, y b respectivamente) a parte de la Situación 4: DP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)



Fuente: Elaboración propia.

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP4, se evidencia que esta es una de las situaciones donde los estudiantes 1 y 2 producen respuestas incorrectas. Se esperaba el uso significativo del registro V, el cual no se presenta, con lo cual se aprecia una baja comprensión del concepto de energía cinética y trabajo, con atribuciones solo a las fórmulas, así como cálculos directos de las expresiones $W = F \cdot d$ y $K = \frac{1}{2}mv^2$, mientras que no se presentan cálculos sobre la variación de la energía, que es lo que se espera. Esto conduce a que en el procedimiento surjan valores negativos, que también se evidencian en la representación G del trabajo.

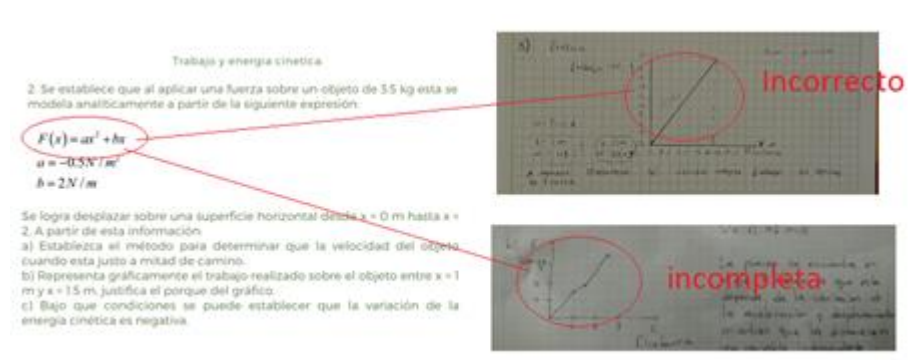
Figura 32 Respuesta del estudiante 3 a parte de la Situación 4: DP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)



Fuente: Elaboración propia.

El estudiante 3 entrega un tratamiento del Registro de entrada A adecuado para poder determinar la velocidad (indicada en el inciso a).

Figura 33 Respuestas de los estudiantes 1 y 2 (a, y b respectivamente) a parte de la Situación 4: DP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)

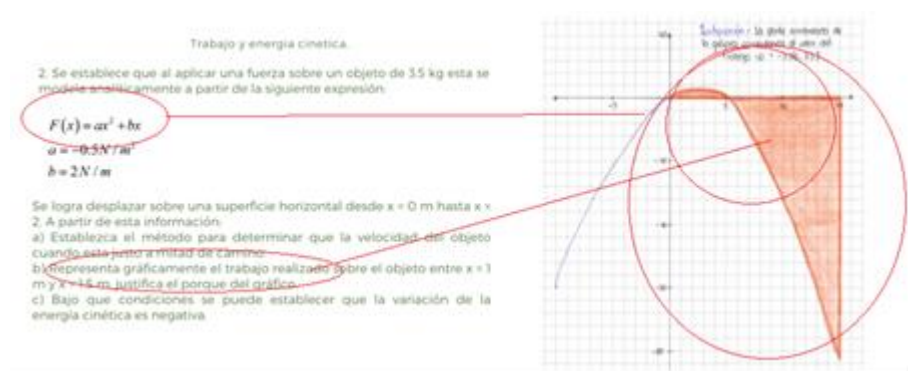


Fuente: Elaboración propia.

La conversión al registro G se esperaba fuera satisfactoria, pero al observar las respuestas de los estudiantes 1 y 2, es evidente intentan hacer uso de un registro adicional (Registro

TB), para poder llegar el registro G, lo cual se presenta incompleto tanto por la tabulación como la comprensión de la ecuación entregada (el registro de entrada en una ecuación de grado 2), ecuación que se supone deberían presentar un dominio (vista en conceptos previo y materias previas). Como observación en relación a las respuestas incorrectas o incompletas, pueden estar atribuidas al uso de un segundo registro (TB), presentando un registro de llegada (G) incompleto. La respuesta por parte del estudiante 3 demuestra una apropiación previa de la función cuadrática, con lo que entrega una conversión apropiada entre el registro A y G.

Figura 34 Respuesta del estudiante 3 a parte de la Situación 4: DP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)



Fuente: Elaboración propia.

El estudiante 3 logró mostrar los valores negativos de la variación de la energía alcanzando un buen tratamiento del registro A y su conversión al registro G. Aun así, persiste el uso erróneo del registro V.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 21 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 4: DP4.

Inciso	CS	UST	COO
b	Si	Si	Si
c	Si	Si	Si

Nota: Elaboración propia.

Como se observa la conversión que se debe hacer en los incisos b y c presentan congruencia semántica con lo que cumplen todos los criterios, por ende, las respuestas incorrectas e incompletas podrían estar asociadas al uso de registros auxiliares como lo indica Cotacio Horta al citar a Duval (2006) “Las representaciones auxiliares pueden satisfacer solamente una función específica en la resolución de los problemas y ésta es relativa a pensar en la conversión o el tratamiento”, como en este caso el registro TB para graficar.

Situación 5: DP5.

Figura 35 Quinta pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.

TEOREMA DE TRABAJO Y ENERGÍA

ACTIVIDAD 6



Trabajo y energía cinética.

3. Un bloque de hielo de 47.2 kg se desliza hacia abajo por un plano inclinado de acero de 1.62 m de longitud y 0.92 m de altura. Usted sostiene el bloque sobre la rampa de tal manera que al deslizarse hacia abajo la velocidad de este se mantenga constante. ¿cómo es esto posible?

- a) ¿podría explicarlo de manera gráfica?
- b) ¿es necesario aplicar algún tipo de fuerza?
- c) ¿Cuanto trabajo le requiere aplicar sobre el bloque de hielo hasta al final de la rampa?
- d) a parte del trabajo realizado por usted ¿existen otros?, si es así. ¿Cuales sería y cual es su valor?

Justifica cada una de tus respuestas.

Fuente: Elaboración propia.

En esta situación se recurre al uso del diagrama de cuerpo libre (Dinámica), con lo que se espera que el estudiante haga un Tratamiento del registro de entrada V y realicen una

conversión al registro F o G; en este sentido se retoma el uso de la expresión de trabajo, con lo que es necesario determinar las fuerzas presentes en la situación. También se espera que el estudiante haga uso del Registro V para justificar las respuestas.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 22 Cambio de registros para la situación 5: DP5.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	V	F	Si	No
b	F	A	Si	Si
c	A	V	Si	No

Nota: Elaboración propia.

Análisis de las respuestas.

Tabla 23 Tabla de respuestas a la Situación 5: DP5.

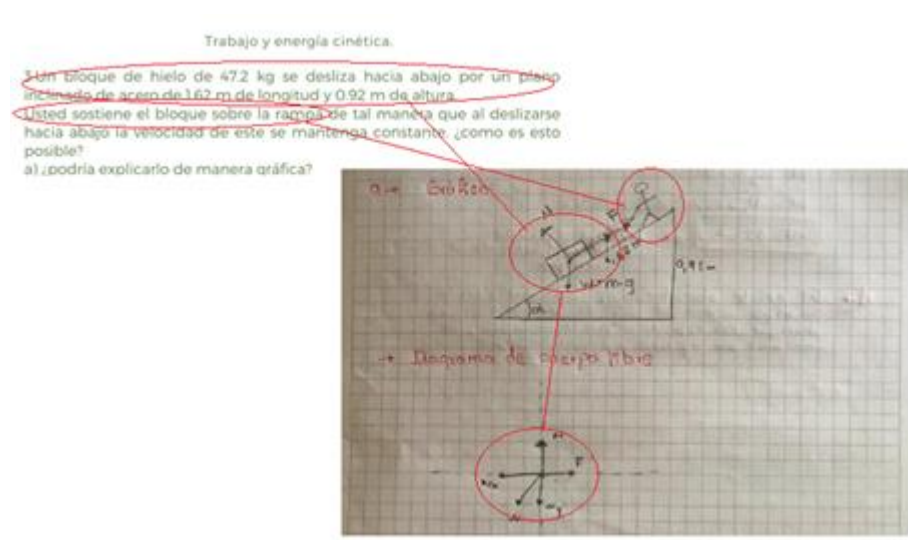
Situación 5: DP5	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1	a	Incompleto	No aplica	Aproximada
	b	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
	c	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
	d	No hay	No hay	No hay
Estudiante 2	a	Completa	No aplica	Aproximada
	b	Completo	Completo	Aproximada
	c	Incompleto	Incompleto	No hay
	d	No hay	No hay	No hay
Estudiante 3	a	Completa	No aplica	Aproximada
	b	Completo	Aproximada	Aproximada
	c	Incompleto	Incompleto	Incompleto
	d	Incorrecto	Incorrecto	Incorrecto

Nota: Elaboración propia.

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP5, se evidencian fallas en cuanto al Tratamiento del registro V inicial. Esto se ve fácilmente al notar que todos los estudiantes pasaron por alto que en el ejercicio se presentaba información respecto a dos superficies diferentes en contacto (el bloque de hielo y la rampa de acero),

con lo que era de suponerse (conocimientos y conceptos previos) la existencia de una fuerza de fricción.

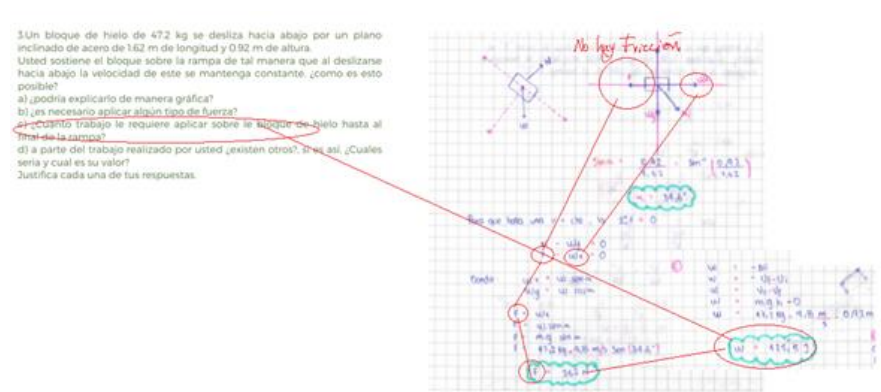
Figura 36 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 5: DP5 (momento de Desubicación Pregunta 5)



Fuente: Elaboración propia.

Al omitir lo anterior, los estudiantes procedieron a realizar la Conversión del registro V al registro F de manera incompleta. El resto del desarrollo por parte de los estudiantes, en lo que se refiere a la Conversión entre F y A, se presenta de manera correcta (Incompleta), así como también lo es el Tratamiento del registro A, con lo que las respuestas no son acordes a la situación.

Figura 37 Respuesta del estudiante 3 a la Situación 5: DP5 (momento de Desubicación Pregunta 5)



Fuente: Elaboración propia.

Al igual que los hallazgos anteriores el Tratamiento del registro algebraico es relevante y no posee inconvenientes. La conversión de los resultados al registro V no es apreciable.

En consideración con los resultados de esta situación es de evidenciar que puede existir una falencia en la comprensión de los conceptos previos de dinámica (uso de las leyes de Newton), tal como lo hace notar. Duval (2006, pp 157): “la conversión sería el resultado de la comprensión conceptual y cualquier problema con la conversión sería indicativo de conceptos erróneos”.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 24 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 5: DP5.

Inciso	CS	UST	COO
a	Si	Si	No
b	Si	Si	Si
c	Si	Si	No
d	Si	Si	No

Nota: Elaboración propia.

Esta es una situación similar a la DP1 donde se hace conversión V a F para las fuerzas indicadas sobre un plano inclinado no cumplen con el COO (tabla anterior) con lo puede haber tendencia en la no congruencia semántica; aunque fallan algunos pasos dentro del tratamiento de la información sin importar el registro, se evidencia en las respuestas que hay errores de comprensión procedimental en los conceptos previos de Fuerza.

Situación 6: DP6.

Figura 38 Sexta pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.

ENERGÍA POTENCIAL

ACTIVIDAD 7

Energía potencial, trabajo y energía cinética.



1. Se determina que la energía potencial para un sistema de dos átomos de una molécula diatómica puede ser expresada por:

$$U(x) = \frac{a}{x^{12}} - \frac{b}{x^6}$$

Donde a y b son constantes positivas y x la distancia entre los átomos. Haciendo uso del software GeoGebra represente gráficamente donde el sistema permanece en equilibrio y determine cuanta energía se requiere para aograrlo. Justifique su análisis.

2. Un ladrillo de 10 kg de masa se mueve a lo largo del eje x, y describe su aceleración en función de la posición de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración propia.

Esta es una de las situaciones más complejas dentro de este instrumento. Al realizar un análisis profundo del tipo de Tratamiento y Conversión que podría tener la situación, esta presenta que es de un solo sentido $A \rightarrow G \rightarrow V$, así mismo se logró identificar que las letras a y b indicadas en la ecuación pueden tomar cualquier valor positivo, pero en ningún momento se aclara cuál de ellas es mayor, con lo que se pueden presentar un sinnúmero de representaciones en el registro G.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 25 Cambio de registros para la situación 6: DP6.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
	A	G	Si	No
	G	V	Si	Si

Nota: Elaboración propia.

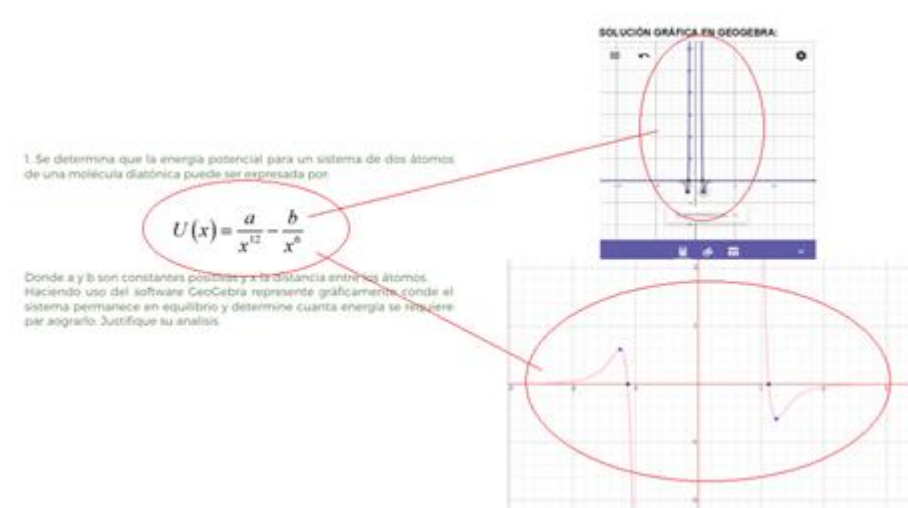
Análisis de las respuestas.

Tabla 26 Tabla de respuestas a la Situación 6: DP6.

Situación 6: DP6	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1		No hay	No hay	No hay
Estudiante 2		Completa	Incompleto	Incorrecta
Estudiante 3		Completa	Incompleto	Aproximada

Nota: Elaboración propia.

Figura 39 Respuestas de los estudiantes 1 y 2 (a, y b respectivamente) a parte de la Situación 6: DP6 (momento de Desubicación Pregunta 6)



Fuente: Elaboración propia.

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP6 se aprecia que, como ya se expresó, la conversión entre el registro A y G no cumple con los criterios de congruencia para unidades significantes (tabla anterior) y a causa de esto los estudiantes 2 y 3 entregaran respuestas muy diferentes, mientras que el estudiante 1 opto por no responder al no ser claro cómo realizar la gráfica correspondiente.

En el caso de la respuesta del estudiante 3, por el deseo de no dejar esta pregunta sin responder, se aprecia un Tratamiento de la ecuación entregada haciendo uso del cálculo diferencial (Anexo 15), para así poder determinar el equilibrio de la energía. Otro de los hechos observados para el caso de esta situación es la poca conversión al registro V. Al parecer esto podría deberse a conflictos que se presentan para los estudiantes en cuanto a su conocimiento entre las disciplinas del cálculo y la física, manifestándose nuevamente la

preferencia a mantenerse dentro de un mismo registro, de manera similar como se presentó en la situación DP2.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada, en ella se puede observar la no congruencia semántica.

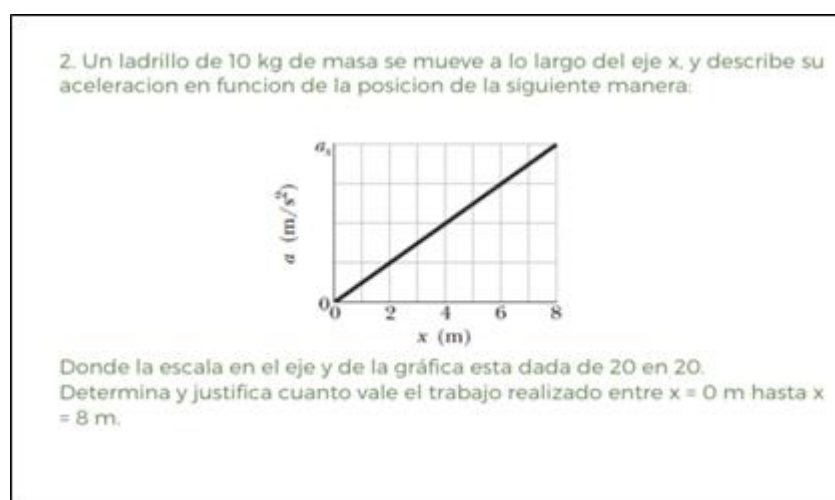
Tabla 27 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 6: DP6.

Inciso	CS	UST	COO
A-G	Si	No	No

Nota: Elaboración propia.

Situación 76: DP7.

Figura 40 Séptima pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.



Fuente: Elaboración propia.

Esta situación permite la aproximación a la solución por dos caminos, el primero es realizar un tratamiento del registro G al pasar el grafico de Aceleración vs posición al gráfico Fuerza vs posición, alterando el eje y al multiplicar los valores de este por la masa, con lo que se puede realizar un tratamiento de tipo GM, con lo cual los estudiantes obtendrían un triángulo entre la recta y el eje x. Esto permitiría como conversión posterior el uso de

fórmulas geométricas para determinar el trabajo como área del triángulo. El segundo camino es obtener la ecuación de la recta, lo que implica realizar una conversión entre el registro G y A (haciendo uso de las bases de la proporcionalidad y ajuste de curvas). Una vez hecho esto, con el registro A se realiza tratamiento sobre el mismo haciendo uso de la integración (cálculo de área bajo la curva) entre los puntos indicados en el enunciado.

En este ejercicio también se explicita la necesidad de justificar la respuesta para obligar el uso del registro V.

Tabla 28 Cambio de registros para la situación 7: DP7.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
	G	GM	Si	Si
	G	A	Si	Si

Nota: Elaboración propia.

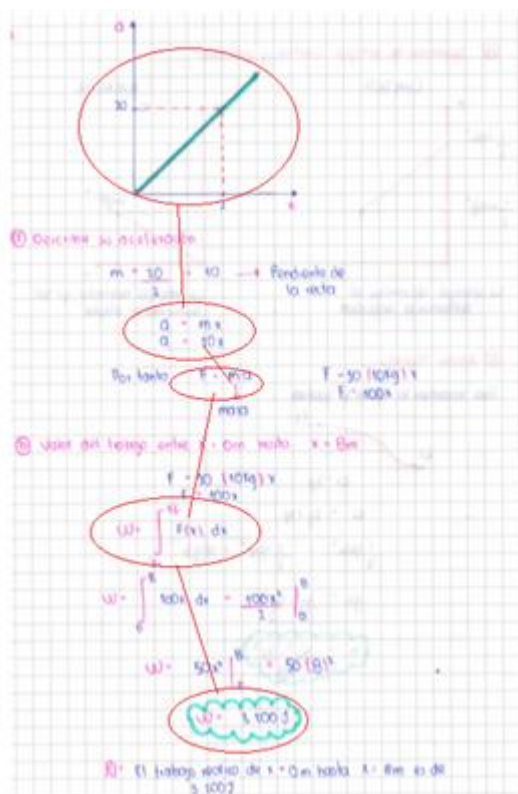
Análisis de las respuestas.

Tabla 29 Tabla de respuestas a la Situación 7: DP7.

Situación 7: DP7	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1		Completo	Completo	Correcta
Estudiante 2		Completa	Completo	Aproximada
Estudiante 3		Completa	Completo	Correcta

Nota: Elaboración propia.

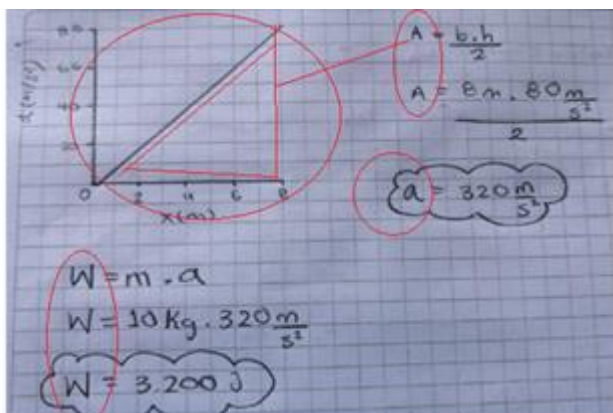
Figura 41 Respuesta del estudiante 3 a la Situación 7: DP7 (momento de Desubicación Pregunta 7)



Fuente: Elaboración propia.

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP7, se aprecia que los estudiantes tienen una aproximación conceptual del trabajo como área bajo la curva para fuerzas variables, en la figura se aprecia la solución entregada por el estudiante 3 el cual hace uso la conversión al registro A por medio de proporcionalidad o ajuste de la gráfica y cuyo tratamiento es el adecuado para llegar a la respuesta. Los errores encontrados están situados en el tratamiento del registro G, puesto que, al ser esta una gráfica de fuerza variable, se espera que el tratamiento de esta información promueva el uso del área bajo la curva como equivalente al trabajo realizado, ya sea a través del registro GM o el registro A.

Figura 42 Respuesta del estudiante 2 a la Situación 7: DP7 (momento de Desubicación Pregunta 7)



Fuente: Elaboración propia.

En las respuestas se encontraron errores de tipo S, que muestran uso erróneo de los símbolos que representan las magnitudes de aceleración, fuerza y trabajo, así como situaciones en las cuales el trabajo es confundido con el peso (quizá debido a que ambas magnitudes hacen uso de la letra w). En este sentido puede una tendencia a la incongruencia en la respuesta, puesto que el resultado en el registro N evidencia que el valor corresponde a una variable de trabajo y no peso.

A diferencia de la situación DP3 donde se presentaba un registro TB el cual implicaría un tanteo de los posibles registros de llegada A, la situación DP7 al mostrar el comportamiento lineal del registro G tiene un único registro de llegada A, así mismo un único registro de llegada GM (si es el caso que se escoge resolverlo por geometría. Tabla anterior), con lo que cumple los criterios de correspondencia semántica (Duval, 1999; citado por Cotacio Horta, 2018), donde la unidad significativa de entrada (línea recta), le corresponde una única unidad significativa de salida (ecuación de línea recta para la aceleración), así también interviene un registro adicional para obtener fuerza (nueva unidad significativa), dentro del tratamiento aplicando ya sea calculo integral o el área de un triángulo se obtiene el trabajo (unidad significativa final), evidenciándose el primer criterio (CS), la secuencia de resolución indicada por la respuesta de la figura 41 muestra el segundo criterio (UST), así como el tercero (COO). Por tanto, los errores encontrados pueden estar asociados a la mala conceptualización del cálculo de trabajo para fuerzas variables y/o el poder realizar un

tratamiento adicional de la información al entregarse no fuerza sino aceleración en el registro de entrada con lo que se esperaría un tratamiento adicional de la información, adicionalmente a los errores presentados, esta es una situación con tendencia a que sea realizada por cada estudiante y va en concordancia a las observaciones de Nieva (2015), para las representaciones dentro del plano cartesiano, siendo estas desde su perspectiva muy asimilables por parte del estudiantado.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 30 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 7: DP7.

Inciso	CS	UST	COO
G-GM	Si	Si	Si
G-A	Si	Si	Si

Nota: Elaboración propia.

Situación 8: DP8.

Figura 43 Octava pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.



ENERGÍA POTENCIAL

ACTIVIDAD 7

Energía potencial, trabajo y energía cinética.

5. Se expresa un caso ideal en el que un acróbata sale del extremo de una rampa en una motocicleta tal como se muestra en la figura:



A partir de la información expresada en la figura:

a) representa a partir de un dibujo como es la variación de energía cinética y potencial para el acróbata en las partes más relevantes de su trayectoria y justifica lo que expones. (no haga uso de valores numéricos).

b) Sin hacer uso de las expresiones del movimiento parabólico, expresa verbalmente y analíticamente el cómo a partir de la información que presenta la figura se puede determinar la altura máxima que alcanza el acróbata en toda su trayectoria.

Fuente: Elaboración propia.

Esta es una situación donde se prioriza el uso del registro V. Se presenta una figura en la que un motociclista describirá un movimiento parabólico, y en la misma dos valores específicos de velocidad entre los que se aprecia una disminución de la misma. Se pide que, a partir de esta información, se realice un dibujo de las variaciones de la energía cinética y potencial, lo cual determina un tratamiento del registro de entrada F y una conversión hacia el registro G. Se pide también al estudiante ser explícito al momento comunicar de manera verbal los procedimientos y resultados obtenidos, con lo cual se espera que realice una conversión hacia el registro V.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 31 Cambio de registros para la situación 8: DP8.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	F	G	Si	Si
b	G	V	Si	Si

Nota: Elaboración Propia.

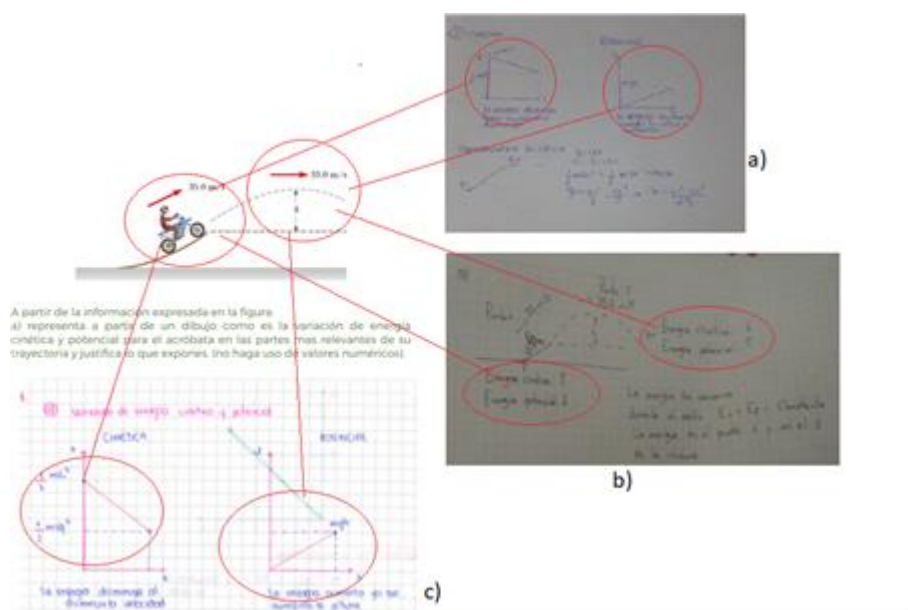
Análisis de las respuestas.

Tabla 32 Tabla de respuestas a la Situación 8: DP8.

Situación 8: DP8	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1	a	Completa	Completa	Correcta
	b	Completa	Completa	Correcta
Estudiante 2	a	Completa	Completa	Correcta
	b	Incompleta	Incompleta	Incorrecta
Estudiante 3	a	Completa	Completa	Correcta
	b	Completa	Completa	Correcta

Nota: Elaboración Propia.

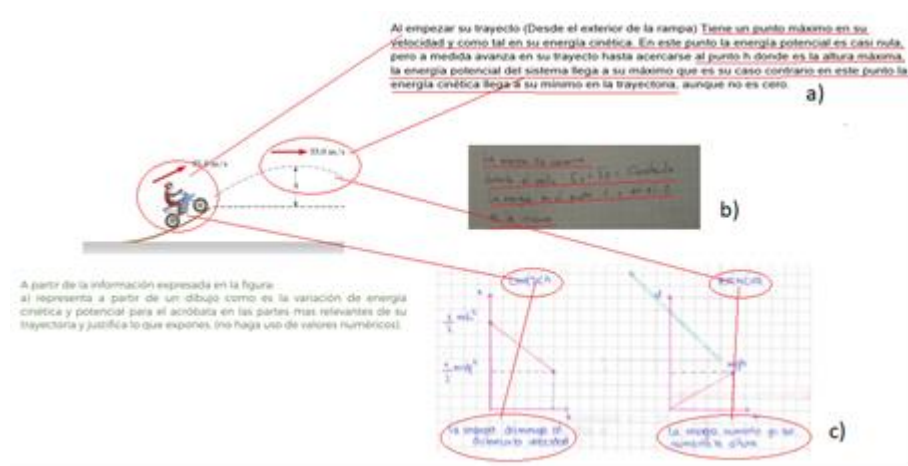
Figura 44 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 8: DP8 (momento de Desubicación Pregunta 8)



Fuente: Elaboración propia.

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP8, se evidencia un correcto tratamiento del registro F indicando una apropiación del concepto de conservación de la energía. También se puede observar que los estudiantes hacen un buen uso del concepto, al entregar un nuevo registro G en el que se indican las variaciones de las energías cinética y potencial. Igual ocurre con la conversión al registro A (Registro secundario del inciso b), demostrando que el concepto de conservación de la energía es, dentro de los contenidos temáticos de la Energía, el que mayor apropiación presenta.

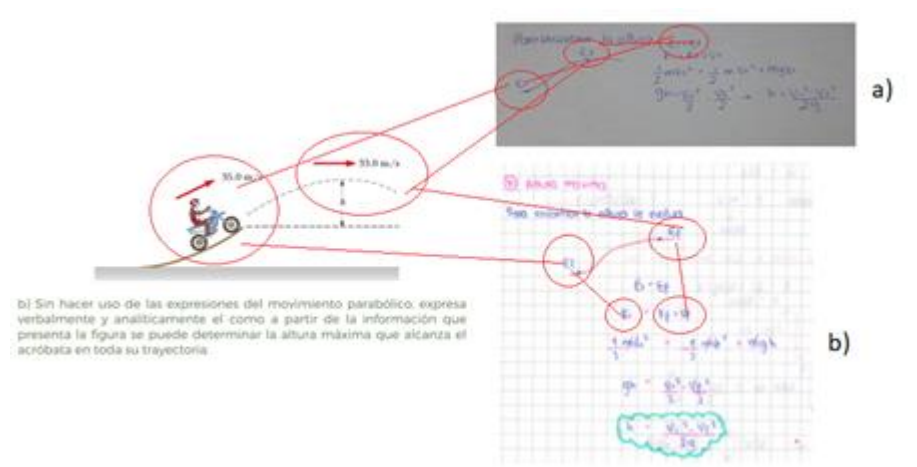
Figura 45 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 8: DP8 (momento de Desubicación Pregunta 8)



Fuente: Elaboración propia.

Se logran determinar también que es factible el uso del lenguaje verbal para comunicar lo que se presenta en tratamiento de los registros F y A. Es razonable suponer que esto puede deberse a que en el enunciado se indica explícitamente la necesidad de justificación “verbalmente”.

Figura 46 Respuestas de los estudiantes 1 y 3 (a y b respectivamente) a parte de la Situación 8: DP8 (momento de Desubicación Pregunta 8)



Fuente: Elaboración propia.

En relación al proceso analítico dentro del registro A los estudiantes 1 y 3 coinciden en las respuestas, e indican que la energía cinética en la totalidad del trayecto del motociclista no se anula (pero existe variación), también mantienen equivalencia con la ecuación, asumiendo valores iniciales y finales expresados con $K_f - K_i + U_f - U_i = 0$.

Se puede indicar que esta situación la conversión entre los registros F-G y G-V, al poseer pocas unidades significantes de entrada y mantiene una correspondencia con los criterios de congruencia (Tabla 33) indicados por Duval (1999, citado por Cotacio Horta, 2018), y su factible tratamiento dentro del registro G, hacen posible y efectiva la resolución mostrando resultados muy satisfactorios.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 33 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 8: DP8.

Inciso	CS	UST	COO
G-GM	Si	Si	Si
a	Si	Si	Si
b	Si	Si	Si

Nota: Elaboración Propia.

Situación 9: DP9

Figura 47 Novena pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.



CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA
ACTIVIDAD 8

Conservación de la energía en un sistema de partículas.

1. En un experimento de caída libre se deja caer una bola de beibol ($m = 0.143 \text{ kg}$), desde la cima de una torre de altura 443 m ; se determina que la bola alcanza una velocidad de 42 m/s antes de tocar el suelo. A partir de dos representaciones del sistema determine como es la variación de la energía interna de la bola: ¿Como podría explicar el aumento o disminución de esta energía?

Fuente: Elaboración propia.

En esta situación se pretende que el estudiante haga uso de varios registros a partir del inicial V. para el contexto se indica que puede haber variación de la energía interna de la bola, con lo que se hace necesario recurrir del registro A para determinar si hay o no variación. También al hacer uso de la palabra “explicar” se espera que, al finalizar el ejercicio, el estudiante haga uso del registro V.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 34 Cambio de registros para la situación 9: DP9

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
	V	A	Si	Si

Nota: Elaboración Propia.

Análisis de las respuestas.

Tabla 35 Tabla de respuestas a la Situación 9: DP9.

Situación 9: DP9	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1		Incompleto	Incompleto	Incompleta
Estudiante 2		Incompleto	Incompleto	Incompleta
Estudiante 3		Incompleto	Incompleto	Incompleta

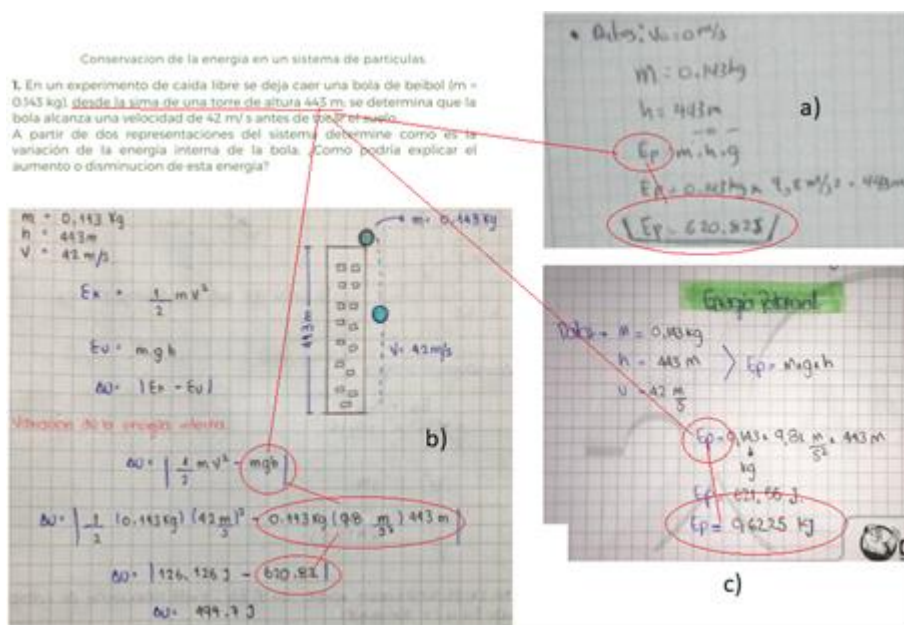
Nota: Elaboración Propia.

Como se dijo anteriormente, los estudiantes debían utilizar el registro A para poder responder la pregunta respecto a si hay o no variación de la energía interna de la bola. Esto hace necesario tener en consideración que la ecuación de conservación cambia y se hace necesario incluir la variación de energía interna.

$$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{int} = 0$$

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP9, se encontró que los estudiantes no hicieron uso de la ecuación mencionada, dando solo prioridad a las condiciones iniciales y finales del recorrido de la bola (esto no está del todo mal).

Figura 48 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, c y b respectivamente) a parte de la Situación 9: DP9 (momento de Desubicación Pregunta 9)



Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, procedieron hacer cálculos directos de la energía potencial en la cima del edificio y energía cinética en la base, con lo que la mayoría encontraron que hay una diferencia, por tanto, indicaron que hay una variación de la energía (Pero no que tipo de energía); con lo que no hay respuesta de cual pudo haber sido la causa de la variación de la energía interna (**si no hay conservación de la energía mecánica esta energía debe transformarse a otro tipo de energía o transferirse a otra parte del sistema**). Aquí se presentan errores en el tratamiento de la información dentro del registro de entrada donde se hace caso omiso a palabras claves dispuestas al interior del enunciado. La conversión al registro A está orientada en la dirección correcta en la mayoría de las respuestas, aunque de manera incompleta. También es de apreciar que la conversión de los resultados encontrados desde el registro A hacia el registro V son coherentes en algunos casos, vagos en otros y algo vacíos en contexto. Se resalta el uso del registro A y solo el estudiante 3 hace uso del registro F para representar la situación.

Aunque al principio se aparentaba una situación algo compleja, es de evidenciar que al tratar con conversiones que cumplen los criterios de congruencia semántica (tabla anterior), estos pueden presentar resultados satisfactorios.

Tabla 36 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 9: DP9.

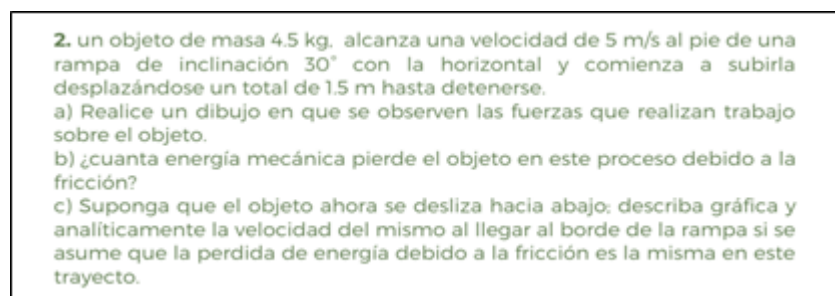
Inciso	CS	UST	COO
V-A	Si	Si	Si

Nota: Elaboración Propia.

La conversión de esta situación cumple con los criterios de congruencia semántica.

Situación 10: DP10

Figura 49 Décima pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.



Fuente: Elaboración propia.

Esta es otra situación clásica de trabajo y energía, en donde se hace uso del diagrama de cuerpo libre visto en dinámica. La intención de esta situación es poder ir de un registro a otro partiendo del V hacia el A y F. Se espera que con las aclaraciones impartidas en clase los estudiantes hagan uso del lenguaje verbal para indicar si existe o no la apropiación de los conceptos de conservación de la energía y trabajo dado por fuerzas no conservativas. Al igual que otras situaciones es necesario hacer uso del registro A, dado que se requiere identificar si hay o no pérdida de energía y si existe la presencia de fricción, con esto ha de usarse la expresión:

$$\Delta E = W_{FNC}$$

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 37 Cambio de registros para la situación 10: DP10.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	V	F	Si	Si
b	F	A	Si	Si
C	V	F-A	Si	Si

Nota: Elaboración Propia.

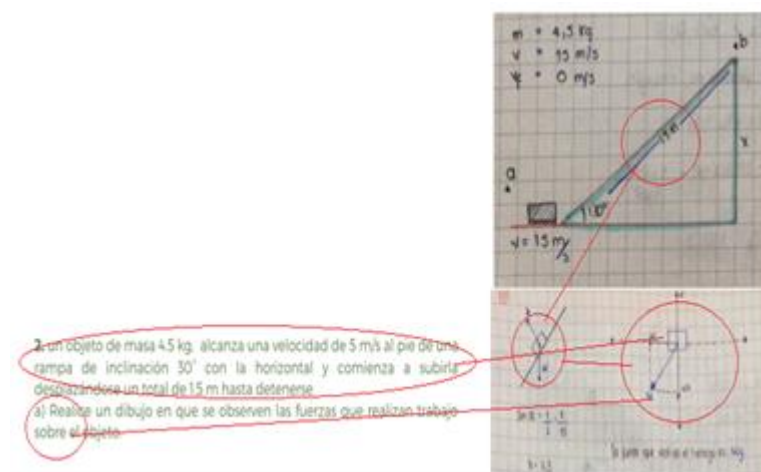
Análisis de las respuestas.

Tabla 38 Tabla de respuestas a la Situación 10: DP10.

Situación 10: DP10	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1	a	Incompleto	Incompleto	Incompleta
	b	No hay	No hay	Aproximada
	c	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
Estudiante 2	a	Completa	Completa	Correcta
	b	No hay	No hay	Aproximada
	c	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
Estudiante 3	a	Completa	Completa	Correcta
	b	Completa	Completa	Correcta
	c	Incompleto	Incompleto	Incorrecta

Nota: Elaboración Propia.

Figura 50 Respuesta del estudiante 3 a parte de la Situación 10: DP10 (momento de Desubicación Pregunta 10)



Fuente: Elaboración propia.

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP10 se encontró que las respuestas se plantearon con el uso de fórmulas encontradas en la red, aplicadas sin un análisis riguroso de su utilidad. Se puede apreciar unas conversiones erróneas sobre los registros F (diagrama de cuerpo) y A en el momento de describir la conservación de la energía en presencia de una fuerza no conservativas. También se observa que los estudiantes aún siguen trabajando la solución de este tipo de situaciones en puntos específicos del trayecto del objeto y no la totalidad de la trayectoria del cuerpo, con lo cual encuentran resultados para valores puntuales y no logran determinar las variaciones de energía.

Figura 51 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 10: DP10 (momento de Desubicación Pregunta 10)

a) La conservación de energía en este caso sí existe, porque el cuerpo llega con una cierta energía, pero se detiene lo que lleva a que la energía se disipar a través de la gravedad y rozamiento. La conservación de energía siempre existe... a través de la gravedad al convertir en energía potencial, y también a través del rozamiento convirtiéndose en energía calorífica.

b) Se puede determinar analíticamente que la ley conservación de la energía, debido a que la fuerza de rozamiento conservativa se refiere a algo que no cambia. Esto significa que la energía en una situación que inicialmente una cantidad conservativa se conserva al ir tiempo. Tiene el mismo valor antes o después de un evento. En fin, la conservación de la energía en este únicamente para sistemas cerrados, pero no para el sistema abierto.

c) $m = 4,5 \text{ kg}$
 $v = 15 \text{ m/s}$
 $g = 0 \text{ m/s}$

Diagrama de un objeto deslizándose por una rampa inclinada. El objeto está en la base de la rampa, etiquetado como 'a'. El punto superior de la rampa está etiquetado como 'b'. Se indica la velocidad inicial $v = 15 \text{ m/s}$ en el punto 'a'.

Conservación energía

$$E_a = 225 \text{ J}$$

$$E_b = 0 \text{ J}$$

$$\Delta E = -225 \text{ J}$$

Se concluye entonces, por lo tanto, que la energía se conserva en este caso.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los hallado en las respuestas de los estudiantes 1 y 2 es de destacar los argumentos para las respuestas al inciso b) en las cuales se hace uso correcto del teorema fundamental de la conservación de la energía, en el que se indica que, “al interior de un sistema cerrado, nunca habrá pérdidas de energía, sino únicamente transformaciones de esta”. Se puede apreciar que en este caso el enunciado se debió ser más específico al tratarse de la pérdida de energía mecánica, la cual es transferida o transformada a trabajo en virtud a una fuerza no conservativa, en este sentido el estudiante 3 es el único que a través

de la conversión al registro A y su tratamiento demuestra que no existe conservación de la energía mecánica, aunque omite el término de trabajo no conservativo.

En general, se aprecia que bajo esta situación los procesos tanto de tratamiento como de conversión hacia y dentro del registro A omiten términos importantes de la ecuación de conservación de la energía.

Al igual que otras situaciones el trabajar con varias unidades significantes de entrada (fuerzas) y al proceder hace una conversión al registro F (representación gráfica o el diagrama de cuerpo libre), esta incumple el criterio de Conservación del orden de organización (tabla anterior), lo cual puede incurrir al obviar unidades significantes (fuerzas), que se necesitaran en un posterior tratamiento. El incurrir en el uso de una nueva ecuación para el cálculo de variaciones de energía acompañada de trabajo no conservativo, la situación evidencia que no considera la posibilidad de fuerzas de fricción lo cual vuelve a omitir una unidad significativa, con lo que deja el ejercicio incompleto.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

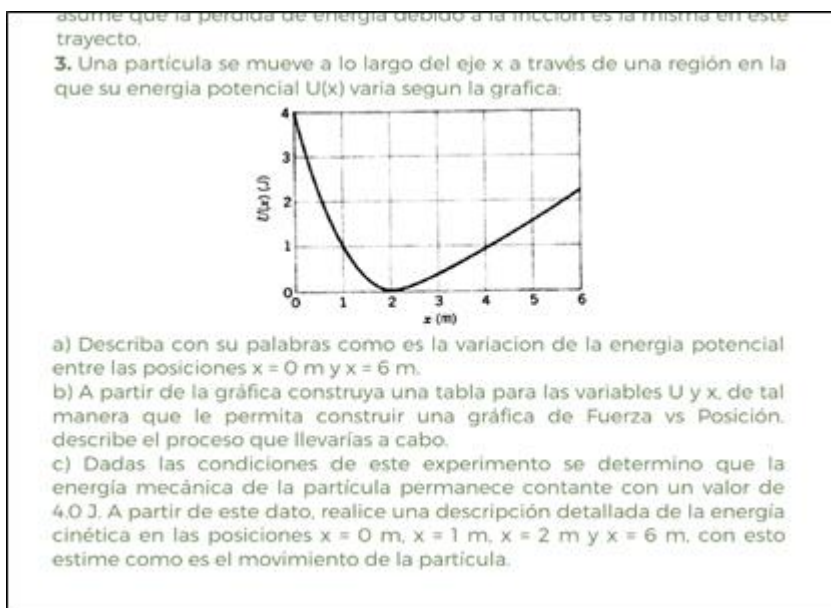
Tabla 39 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 10: DP10.

Inciso	CS	UST	COO
a	Si	Si	No
b	Si	Si	Si
c	Si	Si	Si

Nota: Elaboración Propia.

Situación 11: DP11

Figura 52 Décimo primera pregunta del instrumento de Representaciones. Momento de Desubicación.



Fuente: Elaboración propia.

En esta última situación en el momento de Desubicación, se les pide a los estudiantes realizar una interpretación del comportamiento de la energía potencial (uso del registro V), a partir de un registro G. También se espera evidenciar si el estudiante es capaz de obtener un tipo de representación de la magnitud fuerza a partir de información secundaria como es el gráfico de energía; por lo cual se le pide cambiar de registro G a TB de energía, y con este obtener un registro G de la fuerza. En este caso las unidades significantes de entrada deben tener un tratamiento adicional para poder obtener las unidades significantes de salida.

Por último, se plantea la determinación del comportamiento de la energía cinética y movimiento del objeto tomando en consideración la conservación y las condiciones de la gráfica.

Esta situación plantea cambio de registros como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 40 Cambio de registros para la situación 11: DP11.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	G	V	Si	Si
b	G	TB-G	Si	Si
c	G	A	Si	Si

Nota: Elaboración Propia.

Análisis de las respuestas.

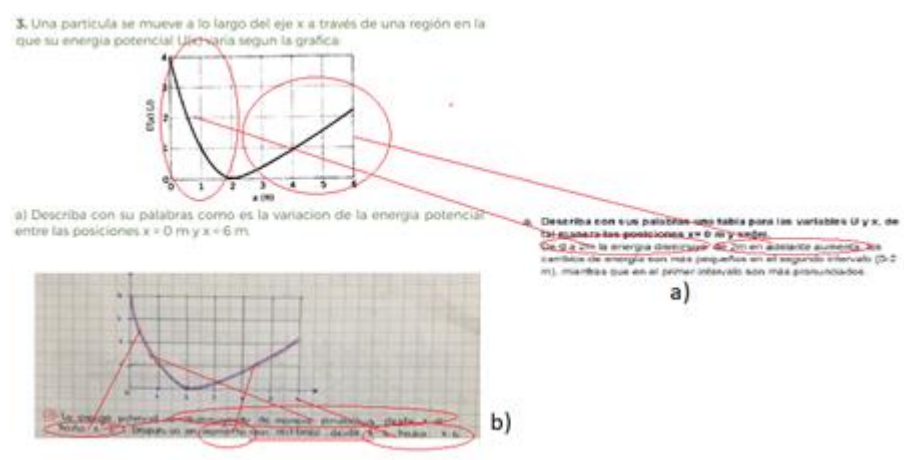
Tabla 41 Tabla de respuestas a la Situación 11: DP11.

Situación 11: DP11	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1	a	Incompleto	Incompleto	Incompleta
	b	Incompleto	Incompleto	Incompleta
	c	Completa	Completa	Aproximada
Estudiante 2	a	Completa	Completa	Correcta
	b	Completa	Completa	Correcta
	c	Completa	Completa	Correcta
Estudiante 3	a	Completa	Completa	Correcta
	b	Completa	Completa	Correcta
	c	Completa	Completa	Correcta

Nota: Elaboración Propia.

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación DP11, se encontró que bajo la guía del docente los resultados son satisfactorios, en las condiciones de trabajo independiente en la que se encontraban los estudiantes se dio la iniciativa de bonificaciones a aquellos que hicieran uso de la consulta docente, mostrando que aquellos que no lo hicieron sus resultados fueron menos satisfactorios.

Figura 53 Respuestas de los estudiantes 2 y 3 (a y b respectivamente) a parte de la Situación 11: DP11 (momento de Desubicación Pregunta 11)



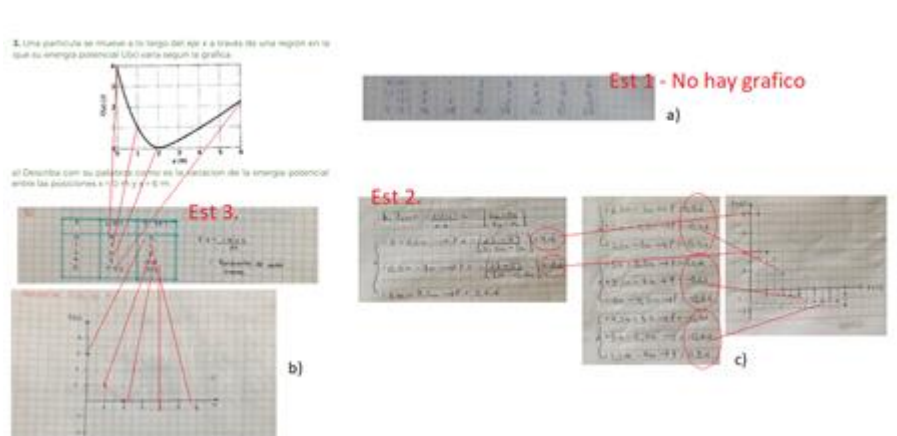
Fuente: Elaboración propia.

La conversión entre el registro G al V evidencia la congruencia semántica al mostrar que las respuestas de los estudiantes 2 y 3 son correctas en el indicar la disminución y aumento de la energía potencial; el estudiante 1 presenta respuestas semejantes, pero con valores que no se presentan en el registro de entrada.

La conversión del registro G al TB es evidente y no tiene dificultades mayores demostrando, con esto, que la relación entre estos registros es muy fuerte. Para la obtención de la gráfica de fuerza se les indico a los estudiantes que era necesario hacer uso de intervalos de variación de energía ya que matemáticamente es imposible relacionar de manera directa la energía potencial con la fuerza (a menos que sea una aproximación), con lo que se sugirió hacer uso de la expresión: $F(x) = \frac{-\Delta U(x)}{\Delta x}$

Una vez indicada la anterior expresión los estudiantes que participaron de la consulta no presentaron inconvenientes en graficar una aproximación de la fuerza. Sin embargo, fue necesario ser muy explícito al pedirles que se describan verbalmente los hallazgos que van resultando en el proceso de tratamiento y conversión.

Figura 54 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, c y b respectivamente) a parte de la Situación 11: DP11 (momento de Desubicación Pregunta 11)



Fuente: Elaboración propia.

En relación al inciso c) los estudiantes describieron el comportamiento de la energía cinética de manera correcta, evidenciando así el tratamiento adecuado del registro G al usarlo para describir el resultado de otra magnitud cuya variación es contraria a la entregada. Este presentó un mayor uso del registro V para esta situación, lo cual puede deberse a que en el enunciado se aclara “realice una descripción detallada”.

La situación DP11 fue considerada al principio como compleja, pero es de evidenciar que al tratar con conversiones que cumplen los criterios de congruencia semántica (Tabla 42), como en el caso de la conversión entre el registro G y TB e incurrir a la consulta previa o asesoría, las respuestas pueden presentar resultados satisfactorios.

Aunque al principio se aparentaba una situación algo compleja, es de evidenciar que al tratar con conversiones que cumplen los criterios de congruencia semántica, estos pueden presentar resultados satisfactorios.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 42 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 11: DP11.

Inciso	CS	UST	COO
a	Si	Si	Si
b	Si	Si	Si
c	Si	Si	Si

Nota: Elaboración Propia.

Análisis general del momento de desubicación

En el Anexo 25: Resultados generales del Momento de Desubicación, se puede establecer que existe relación significativa entre las respuestas entregada por los estudiantes y la congruencia semántica de la conversión entre registros, de un total de 28 ítems de los cuales 25 requerían conversión en el análisis de congruencia 7 de ellos no cumplen los tres criterios, en lo que las respuestas de los estudiantes no son correctas o su aproximación es mínima.

Dentro de estas 7 conversiones se encuentra que en la resolución de situaciones que requieren cambiar de registro V a F, F a A, A a G, esto sí, en según situaciones específicas de la dinámica (área de la física donde se estudia el concepto de energía), no es factible la conversión, esto puede estar ligado a las múltiples maneras en las que se puede optar por escogen el registro de llegada, a la necesidad de un segundo cambio de registro o tratamiento adicional de la información y a la aparición de múltiples unidades significantes.

En lo relacionado al tratamiento de los registros específicos no hay mayor dificultad, esto puede deberse a que la mayoría de los ítems incluyen el uso del registro A, con lo que en palabras de los atures citados en esta investigación “existe la preferencia de mantenerse dentro de un mismo registro, en este caso el registro Algebraico”.

8.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA EL MOMENTO DE REENFOQUE

Situación 1: REP1 (Momento de Reenfoque Pregunta 1)

Figura 55 Primera pregunta del instrumento de Valoración. Momento de Reenfoque.

Las siguientes son situaciones en las que se determinará la energía según sea el comportamiento de las partículas u objetos en determinados puntos del sistema.

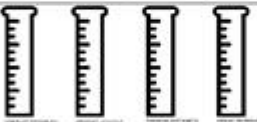
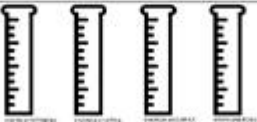
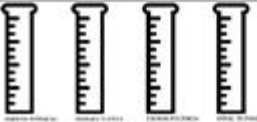
Las respuestas pueden ser de tipo gráfico, escrito, algebraico, etc.

1. Usted se encuentra en el borde de un acantilado donde se aprecia que la altura sobre el nivel del agua es bastante considerable. Siendo usted estudiante de ingeniería despierta su curiosidad y decide plantearse el cómo sería la variación de la energía en cierto un objeto cae desde semejante altura.



Como es desconocida la altura, usted se plantea llenar barritas de energía (Cinética, potencial gravitacional, mecánica, otras energías), para observar la variación de estas.

Tomando en consideración algunas suposiciones de altura disponga a llenar las barritas de energía, puede hacerlo con asignando un color a cada tipo de energía.

Total de la altura	 Análisis:
A mitad del camino	 Análisis:
A un cuarto de la altura antes de llegar al agua	 Análisis:

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta una situación en un contexto completamente verbal acompañado de una ilustración y con carencia de valores numéricos. Con esto se intenta ubicar al estudiante desde una perspectiva propia, de tal manera que el texto actúe como desencadenante. Con relación a la solución de la situación, se le pide al estudiante que indique mediante el llenado de barritas la energía del sistema. Con esto se está involucrando el tratamiento del enunciado y la conversión al registro grafico con la variación de las diferentes energías en un sistema completamente mecánico.

Tabla 43 Cambio de registros para la situación 1: REP1.

Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
V	F	Si	Si
F	V	Si	Si

Nota: Elaboración Propia

Desde el punto de vista de la mecánica newtoniana, en una situación de caída libre, se presentan variaciones tanto de la energía potencial gravitacional como de la cinética, dado la interacción y marcos de referencia entre el objeto y la tierra. Además, desde un punto de vista más complejo, si existiera una interacción con las partículas que componen el aire, estas colisionarían con el objeto y se presentarían intercambios de otros tipos de energía.

Análisis de las respuestas.

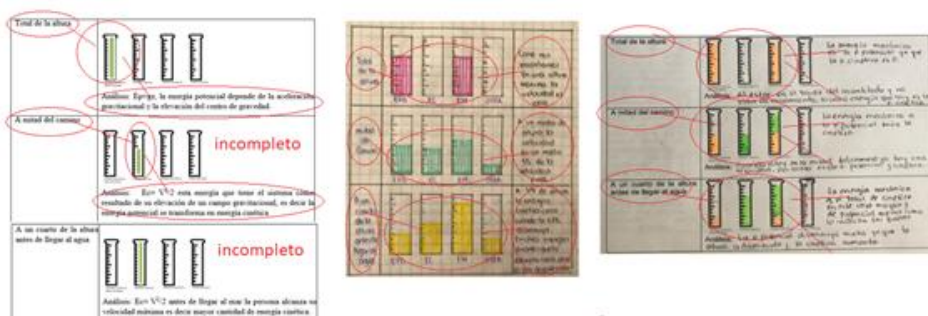
Tabla 44 Tabla de respuestas a la Situación 1: REP1.

Situación 1: REP1	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1		Incompleto	Incompleto	Incompleta
Estudiante 2		Completa	Completa	Correcta
Estudiante 3		Completa	Completa	Correcta

Nota: Elaboración Propia

En los resultados expresados por los estudiantes al resolver la situación REP1, que se muestran en la siguiente imagen, se encontró que las respuestas entregadas presentan variedad.

Figura 56 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 al planteamiento de la Situación 1. REP1.



Nota: Elaboración propia.

El estudiante 1 solo indica la variación de un tipo de energía en las tres situaciones: altura total, a mitad de camino y un cuarto de altura antes de llegar al agua. Aun así, es satisfactorio indicar la representación del registro grafico en las respuestas de los estudiantes 2 y 3, en las cuales se aprecia una clara variación de las energías en los tres puntos del camino indicado, en general se puede apreciar que el factible la conversión entre los registros V y F.

En cuanto a la conversión del registro G al V, al justificar la variación de la energía y el porqué de su figura, aunque las respuestas son cortas, acertadas e indican una clara apropiación del concepto de variación y conservación de la energía.

Se aprecia que, a diferencia de las situaciones tratadas en el momento de Desubicación, en la cual los estudiantes enfatizaban puntualmente en un solo tipo de conversión, en la situación actual se desarrolla de manera correcta involucrando varias conversiones.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 45 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 1: REP1.

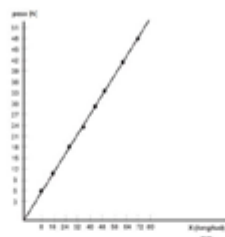
Conversión	CS	UST	COO
V-F	Si	Si	Si
F-V	Si	Si	Si

Nota: Elaboración Propia

Situación 2: REP2.

Figura 57 Segunda pregunta del instrumento de Valoración. Momento de Reenfoque.

2. En un experimento de fuerzas variables sobre un resorte vertical se disponen a colgar de él objetos con diferentes masas y la acción de sus pesos hará que el resorte se estire. Del experimento se obtuvo la siguiente gráfica:



Considerando que la ley de Hooke para fuerzas elásticas se aplica sobre este experimento, donde la fuerza que hace el resorte está representada analíticamente por:

$$F = -kx$$

Donde k es la constante de elástica del resorte y x lo que se estira el mismo.

Con esta información:

¿Cuál es la representación gráfica del trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte? Realice una pequeña justificación	
¿Cuáles son las representaciones algebraicas con la cual se puede determinar el trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte? Realice una pequeña justificación	
Con la información suministrada por la gráfica de Fuerza vs Longitud determine el valor del trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte. Realice una pequeña justificación del resultado obtenido.	

Fuente: Elaboración propia.

Primer punto: ¿Cuál es la representación gráfica del trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte? Esta es una situación en la cual se pretende que el estudiante realice conversiones entre el registro G al geométrico o F, dependiendo de la intención del estudiante, puesto que el concepto de trabajo puede tener múltiples representaciones (A, V, G, F y T), la pregunta responderse como área bajo la curva Fuerza y desplazamiento, como flechas sobre un dibujo, o como barras de energía.

En relación con una representación adecuada del trabajo, se esperaría que el uso del concepto de área bajo la curva para el caso de una gráfica de fuerzas variables. No obstante, cualquier tipo de representación será adecuada, siempre y cuando su justificación lo sea.

Segundo punto: ¿Cuáles son las representaciones algebraicas con las que se puede determinar el trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte? Esta pregunta está ligada al anterior punto, de modo que al saber qué tipo de representación F relaciona el estudiante podrá establecer con qué tipo de expresión A podrá calcular el trabajo. Pueden presentarse dos tipos de registro A , el primero una ecuación de la geometría de como área bajo la curva (un triángulo para este), o la segunda el uso del cálculo integral usando la fórmula entregada ($F = -kx$).

Tercer punto: Con la información suministrada por la graficas de Fuerza vs Longitud determine el valor de trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte. Este punto solo pide encontrar el valor N correspondiente a Trabajo, que puede ser calculado a partir del segundo punto.

Tabla 46 Cambio de registros para la Situación 2: REP2.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	G	F	Si	Si
b	G	A	Si	Si
c	A	A-N	Si	Si

Nota: Elaboración Propia

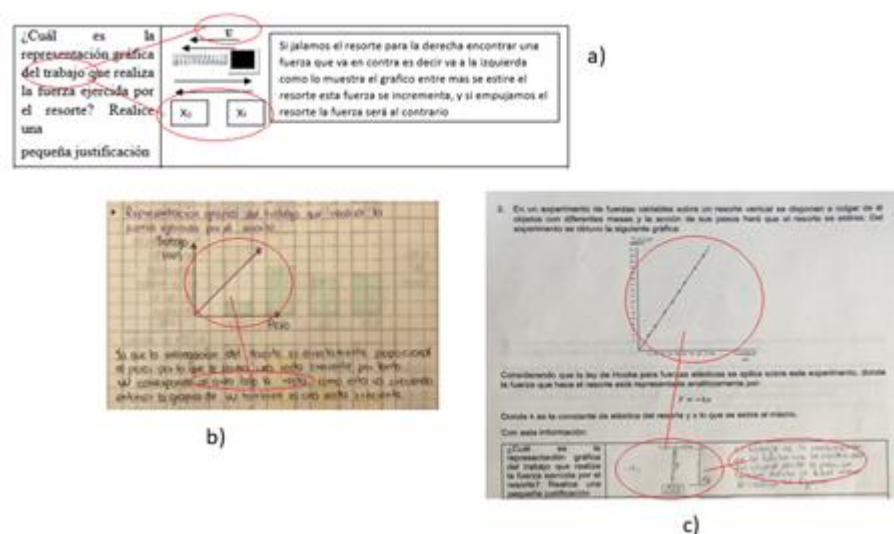
Análisis de las respuestas.

Tabla 47 Tabla de respuestas a la Situación 2: REP2.

Situación 2: REP2	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1	a	Incompleto	Incompleto	Incompleta
	b	Completo	Completo	Incompleta
	c	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
Estudiante 2	a	Completa	Completa	Incompleta
	b	Completa	Completa	Correcta
	c	No hay	No hay	No hay
Estudiante 3	a	Completa	Completa	Incompleta
	b	Completa	Completa	Correcta
	c	Completa	Completa	Incorrecta

Nota: Elaboración Propia

Figura 58 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, c y b respectivamente) a parte de la Situación 2: REP2 (momento de Desubicación Pregunta 2)

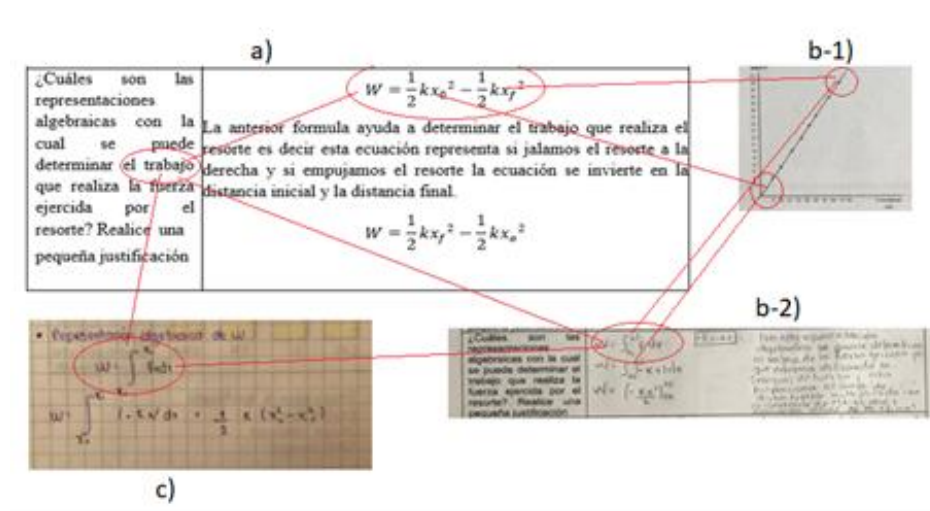


Fuente: Elaboración propia.

En algunas respuestas se presentaron representaciones F en las que se muestra el resorte siendo estirado o comprimido, y sobre estas flechas que indican hacia donde esta aplicada la fuerza. Sin embargo, las justificaciones (Estudiante 1) carecen de explicaciones acerca de cómo la naturaleza del trabajo involucrado. De esta manera, no se aprecia la solución de la pregunta.

Los estudiantes 2 y 3 muestran respuestas acertadas en las que indican que, para el grafico indicado, la representación de trabajo es el área bajo la curva, y la región se muestra como un triángulo rectángulo.

Figura 59 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, c y b1-b2 respectivamente) a parte de la Situación 2: REP2 (momento de Desubicación Pregunta 2)



Fuente: Elaboración propia.

Es de mencionar que, en la pregunta siguiente, y en relación con la representación A de trabajo, los 3 estudiantes respondieron de manera correcta. En las respuestas presentadas es posible se enfatiza el uso del cálculo integral (área bajo la curva), lo que indica que podría haber tendencia a una apropiación correcta del cálculo y la representación del trabajo para fuerzas variables.

En esta situación se espera que el alumno haga un cálculo del trabajo a partir de la información contenida en la gráfica. El procedimiento puede realizarse de varias formas, por ejemplo, si se considera la figura geométrica que se forme entre la curva y el eje horizontal (triángulo rectángulo), el cálculo del área será análogo al cálculo de trabajo (Conversión $G \rightarrow F \rightarrow A \rightarrow N$). Otra de las opciones está ligada a encontrar la ecuación de curva y luego hacer uso del cálculo integral para hallar el valor del trabajo (Conversión $G \rightarrow A \rightarrow N$) en la cual el tratamiento algebraico será más riguroso, ya que comprende encontrar la ecuación e integrarla. En este caso, en las respuestas de los estudiantes se encuentran conversiones acertadas, pero tratamientos buenos, malos y nulos.

En lo que esta situación si solo fuese de análisis sin hacer uso del cómo se representa el trabajo es afirmativa, pero al momento de encontrar un valor esta tiene pocos resultados

correctos, con lo que el tratamiento algebraico complejo para esta situación requiere una disposición más amplia en el momento de desubicación.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 48 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 2: REP2.

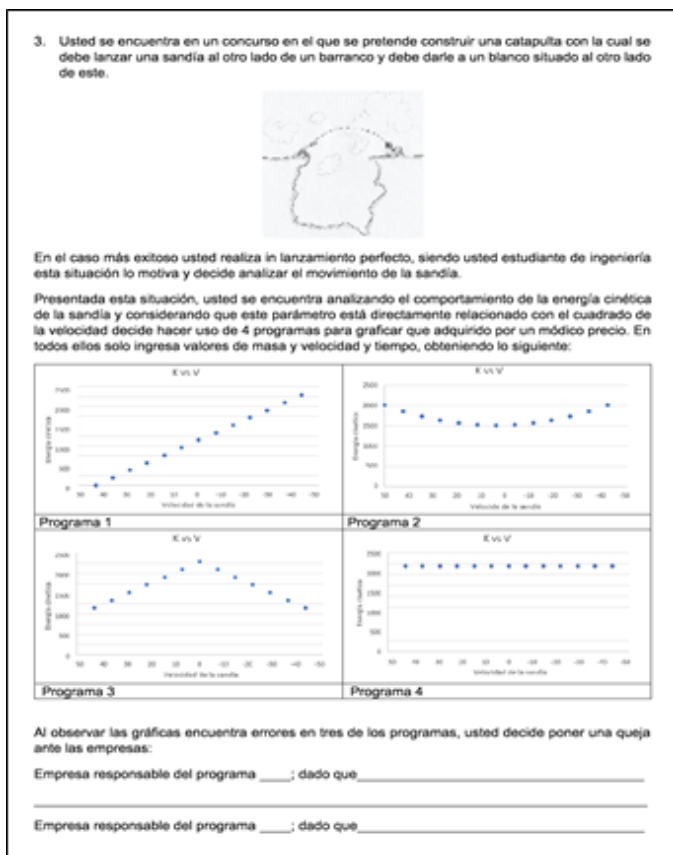
Conversión	CS	UST	COO
G-F	Si	Si	Si
G-A	Si	No	Si

Nota: Elaboración Propia

En relación a la congruencia semántica el cambiar de registros para esta situación puede implicar errores en las respuestas al no a ver congruencia en el cambio de registro G-A el cual puede tomar dos formas A.

Situación 3: REP3

Figura 60 Tercera pregunta del instrumento de Valoración. Momento de Reenfoque.

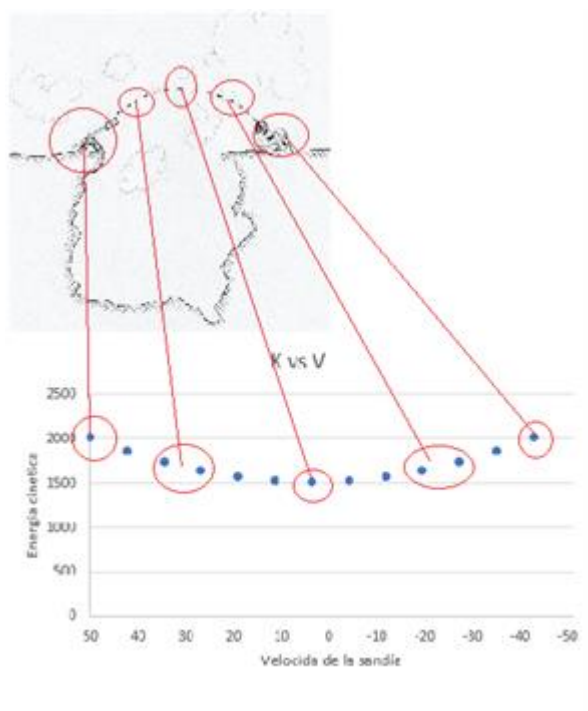


Fuente: Elaboración propia.

Esta situación presenta información en los registros V, F y G, en la que se espera un análisis de la variación de energía cinética en un movimiento tipo proyectil (parabólico), para el lanzamiento de una sandía; al igual que el primer problema se involucra verbalmente al estudiante de tal forma que se vea envuelto en la solución del mismo.

Este problema requiere de un análisis de la representación G de comportamiento de la variación de la energía cinética de la sandía, con lo que algebraica mente esta depende del cuadrado de la velocidad del objeto y siendo este cuadrático es de obvias razones que la gráfica energía cinética vs velocidad debe ser parabólica, con lo que el descarte de las gráficas indicadas debería ser inmediato. Aun así, después del tratamiento de la información dentro del registro G se debe hacer una conversión al registro V de tal manera que se indique el ¿por qué? de los errores del resto de los gráficos.

Figura 61 Representación G de la variación de la energía cinética de la sandía de la Situación 3. REP3



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49 Cambio de registros para la Situación 3: REP3.

Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
F	G	Si	Si
G	V	Si	Si

Nota: Elaboración Propia

Análisis de las respuestas.

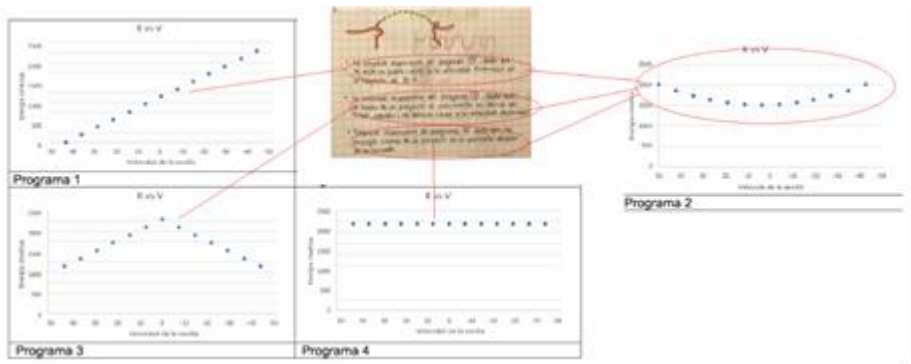
Tabla 50 Tabla de respuestas a la Situación 3: REP3.

Situación 3: DP3	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1	a	Completa	Completa	Correcta
Estudiante 2	a	Completa	Completa	Correcta
Estudiante 3	a	Completa	Completa	Correcta

Nota: Elaboración Propia

En los resultados expresados por el estudiante 3 al resolver la situación REP3, se muestran en la siguiente imagen.

Figura 62 Respuesta del estudiante 3 a parte de la Situación 9: DP9 (momento de Desubicación Pregunta 9)



Fuente: Elaboración propia.

Indican un tratamiento adecuado de la información y su correspondiente argumento al responder porque las gráficas 1, 3 y 4 son corresponden a la variación de la energía cinética y su correspondiente transformación a energía potencial gravitacional, lo cual demuestra una correcta apropiación del concepto de conservación de la energía.

Las respuestas entregadas para esta situación son satisfactorias; el tratamiento y conversión que se da a la situación son correctas en los 3 casos analizados. Vuelve a presentarse al igual que la primera situación de este instrumento, que al trabajar la conversión entre pocos registros es favorable y en el tratamiento si no se involucran procesos complejos, las respuestas suelen ser afirmativas.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 51 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 3: REP3.

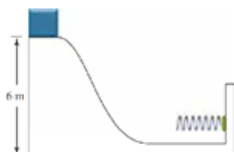
Conversión	CS	UST	COO
F-G	Si	Si	Si
G-V	Si	Si	Si

Nota: Elaboración Propia

Situación 4: REP4

Figura 63 Cuarta pregunta del instrumento de Valoración. Momento de Reenfoque.

4. Un bloque de masa 5 kg, cae por una superficie sin fricción desde una altura de 6 m como se muestra en la figura.



El bloque tiene una velocidad inicial de 1,5 m/s y choca contra el resorte comprimiéndolo 25 cm.

- a) A partir de un diagrama o dibujo podría representar la variación de energía cinética y potencial antes de tocar el resorte.

--

- b) ¿Cuál es la velocidad con la que choca contra el resorte?

--

- c) ¿Cuál es el valor de la constante de elasticidad del resorte?

--

- d) Represente gráficamente el trabajo realizado por la fuerza elástica del resorte comprimiéndose y descomprimiéndose, tenga en cuenta que esta fuerza no es constante.

--	--

Fuente: Elaboración propia.

Esta situación presenta información en los registros V y F , y pretende que se lleve a cabo tratamiento dentro de los registros F y A a fin de indicar las variaciones de la energía cinética y potencia (inciso a), realizar una conversión al registro A y llegar con él a encontrar el valor de la velocidad en cierto punto de la trayectoria del bloque y la constante elástica del resorte; el identificar con anticipación como son las variaciones de las energías (inciso a) podría permitir un buen tiramiento del registro A (incisos b y c) para determinar lo indicado; para el inciso d se espera que se identifique el comportamiento de la fuerza elástica y como son las posibles representaciones graficas del trabajo (Área bajo la curva, barras de energía, o flechas sobre una figura).

Tabla 52 Cambio de registros para la Situación 4: REP4.

Inciso	Registro de entrada	Registro de salida	Requiere Conversión	Requiere tratamiento
a	F	F	No	Si
b	F	A	Si	Si
c	F	A	Si	Si
d	A	G	Si	Si

Nota: Elaboración Propia

Al observar la tabla de conversión para los registros de esta situación, el inciso d podría presentar dificultades ya que la conversión entre el registro de entrada A y el de salida G no cumple el criterio de UST con lo que se espera múltiples respuestas o respuestas erradas.

Análisis de las respuestas.

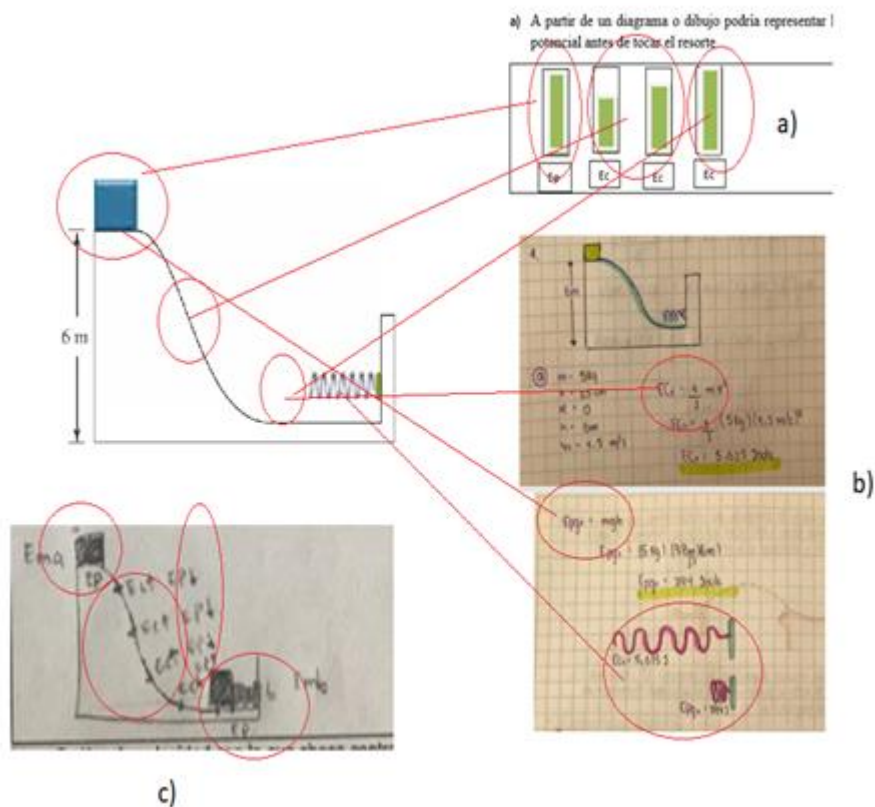
Tabla 53 Tabla de respuestas a la Situación 4: REP4.

Situación 4: RP4	Inciso	Conversión	Tratamiento	Respuesta
Estudiante 1	a	Incompleto	Incompleto	Incompleta
	b	Incompleto	Incompleto	Correcta
	c	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
	d	Incompleto	Incompleto	Incompleta
Estudiante 2	a	Completo	Completo	Correcto
	b	Completo	Completo	Correcto
	c	Completo	Completo	Correcto
	d	No hay	No hay	No hay
Estudiante 3	a	Completo	Completo	Correcto
	b	Completo	Completo	Correcto
	c	Completo	Completo	Correcto
	d	Incompleto	Incompleto	Incompleta

Nota: Elaboración Propia

Los resultados expresados por los estudiantes 1, 2 y 3 al resolver la situación REP4, se muestran en la siguiente imagen.

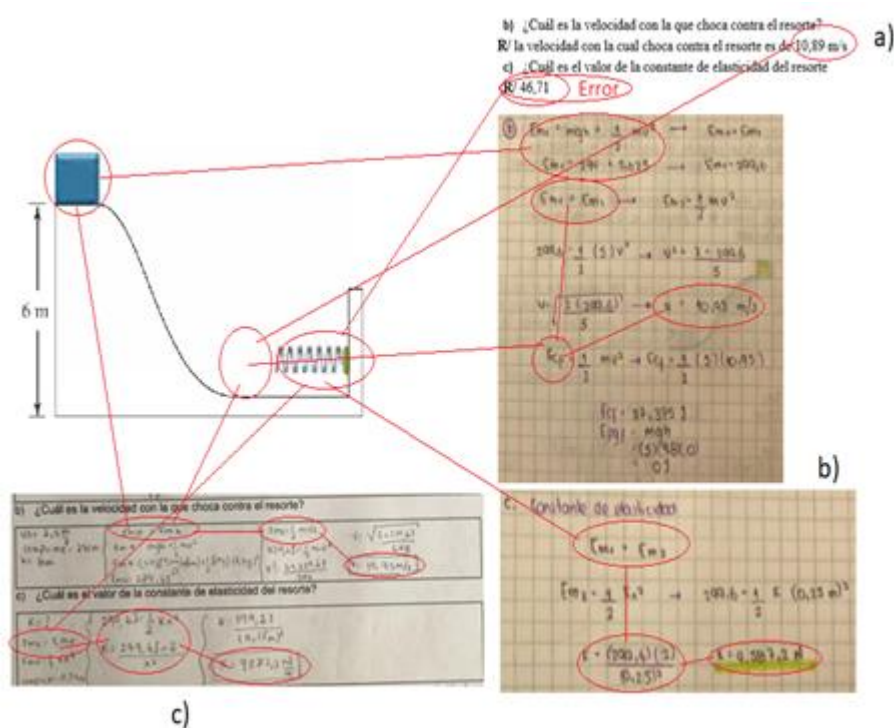
Figura 64 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 4: REP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)



Fuente: Elaboración propia.

Aunque en algunas de las respuestas no se evidencia el tratamiento de información las respuestas son afirmativas, se es claro que al momento de pedir una representación gráfica de las variaciones de las energías y potencial estas pueden ser representadas figural-mete de muchas maneras; los estudiantes presentaron graficas en relación a barras de energía (cinética y potencial), donde se indican el vaciado de la energía potencial dado la relación objeto tierra donde la distancia entre ellos disminuye y el llenado como aumento de la energía cinética indicando las variaciones de la velocidad en relación al movimiento acelerado. Otras representaciones indican flechas en aumento y disminución de las energías indicadas para la caja hasta llegar al resorte. Con lo que de manera general para este punto las respuestas son satisfactorias.

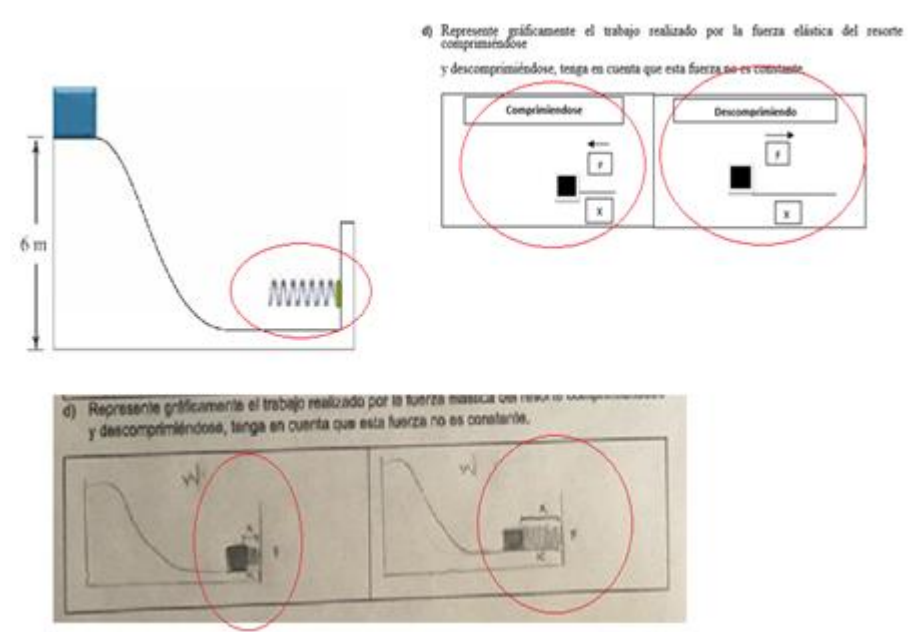
Figura 65 Respuestas de los estudiantes 1, 2 y 3 (a, b y c respectivamente) a parte de la Situación 4: REP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)



Fuente: Elaboración propia.

Al hacer la conversión de la situación planteada al registro algebraico para la conservación de la energía, esto es satisfactorio ya que para los estudiantes 2 y 3 la conversión como todo el tratamiento es correcto, tanto para el cálculo de velocidad como para el de la constante elástica. Con lo que, al hablar de unidades significantes el uso de las expresiones algebraicas para cualquier tipo de situación de un sistema dinámico que hace uso de la conservación de la energía, es siempre correspondientes para los registros de entrada como de salida. El estudiante 1 presenta un error en el resultado entregado para el cálculo de la constante del resorte, esto puede estar logado a que en el inciso a no presenta en sus barritas de energía la variación en el resorte (punto incompleto, pero no errado). Se puede establecer que los incisos b y c cumplen los criterios de congruencia semántica.

Figura 66 Respuestas de los estudiantes 1 y 3 (a y b respectivamente) a parte de la Situación 4: REP4 (momento de Desubicación Pregunta 4)



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la representación gráfica del trabajo para el momento en el que el sistema dinámico toma el resorte, se evidencia una no correspondencia lógica de lo que se esperaba, esto a razón de que el enunciado no se es claro o no tomaron en consideración que las fuerzas en este instante son variables y la representación gráfica del trabajo debió ser geométrica a razón de indicar el área bajo la curva para la fuerza del resorte en lo que se estira y comprime.

Las repuestas que se observan son de los estudiantes 1 y 3, en lo que ellos entregan no es una representación gráfica del trabajo sino una representación de la fuerza y la longitud del resorte (cuando se comprime y estira), lo que puede estar indicando que las representaciones internas no pueden ser manifestadas o quedan incompletas.

Desde el punto de vista de esta investigación se debió indicar al estudiante de manera más detallada como debería ser esta representación y como se mencionó antes, este inciso no cumple con los criterios de congruencia para unidades significantes y con ello las respuestas incompletas o nulas.

A continuación, se muestra la tabla de los criterios: Correspondencia Semántica (CS), Univocidad Semántica Terminal (UST) y Conservación del Orden de Organización (COO) de las respuestas de los estudiantes a la situación planteada.

Tabla 54 Cumplimiento de los criterios de congruencia semántica para las conversiones realizadas en la Situación 4: REP4.

Conversión	CS	UST	COO
F-A	Si	Si	Si
F-A	Si	Si	Si
A-G	Si	No	Si

Nota: Elaboración Propia

Análisis general del momento de Reenfoque

Tomando los resultados generales del momento de reenfoque indicados en la tabla del Anexo 26: Resultados generales del momento de Reenfoque, se puede evidenciar que aquellas conversiones que no cumplen los criterios de congruencia semántica tienden a no promover la resolución de una situación en específico, así mismo, es de notar que entre menos unidades significantes intervengan tanto en el tratamiento como la conversión las posibilidades de tener éxito aumentan, lo cual en estos resultados evidencia una adecuada apropiación del concepto de energía.

Tomando en consideración lo que mencionan Tamayo et al (2012, citado por Cotacio Horta, 2018) “Hoy en día, se admite que la pluralidad de los sistemas semióticos permite diversificar las representaciones de un mismo objeto y, de esta forma, amplía las capacidades cognitivas de los sujetos, y por lo tanto, sus representaciones mentales”, de esta manera se evidencia en esta investigación que, al explorar los múltiples registros semióticos trabajados en el momento de desubicación mostraron una acertada apropiación del concepto de energía.

En relación a la apropiación conceptual, este instrumento al tomar la perspectiva de situaciones ricas en contexto y que involucran al estudiante, muestran resultados satisfactorios al uso correcto del concepto de energía y la conservación de la energía. Por otro lado, las situaciones en las que se ven involucradas el cálculo de trabajo para fuerzas

variables requieren de una mejor adecuación dentro del contexto de la situación, también requieren de una mayor exploración dentro del momento de desubicación.

Los resultados para este momento en relación al indicador de evaluación de la variable Uso de Registros Multimodales (Tabla 3), establecido en la investigación de Sparvoli (2015), muestra desde la perspectiva de esta investigación, que las respuestas que se tomaron como estudio de caso clasifican bajo una estimación del docente un nivel 4 a los estudiantes, en el que se establece un criterio que indica: “El estudiante convierte a todos los registros posibles, modeliza situaciones físicas complejas, pero no puede comunicar de manera precisa sus reflexiones”.

9 CONCLUSIONES

Al identificar e interpretar las actividades cognitivas de tratamiento y conversión de las representaciones semióticas que se abordan en la enseñanza y el aprendizaje del concepto de energía, se encontró que las conversiones entre los registros verbal a figural, figural a algebraico y algebraico a gráfico (en situaciones específicas de la energía), no son factibles a la conversión. Por tanto, es necesario reducir el número de unidades significantes que intervienen en las distintas situaciones, para permitir la transición entre registros, de manera que cumplan las condiciones para la conversión. Los registros o tratamientos auxiliares son evidentes en el desarrollo de situaciones que hacen uso del concepto de energía. Es necesario dada la dependencia de conceptos secundarios, como son la fuerza o la cinemática, y que tienen sus propias representaciones.

El desarrollo de actividades previas en el área de física, como la construcción de gráficas y modelamiento, permitió el uso de los registros tabular, gráfico y algebraico. Este proceso permitió la solución de situaciones para el cálculo de trabajo y energía potencial, y como resultado, amplió la explicación de conceptos y facilitó la adaptación a otras áreas dentro de la ingeniería, de una manera más simple.

Para evitar confusiones en la resolución de una situación, respuestas en blanco y conversiones acordes con lo esperado, al presentarle la situación al estudiante, esta debe ser analizada por completo en relación a la conversión que requiera entre diferentes registros, de manera que cumpla los criterios de congruencia presentados por Duval (1999).

La intervención mínima de unidades significantes en una situación, promueve la adecuada conversión entre múltiples registros; así mismo, favorecen el tratamiento dentro de un mismo registro, con lo cual, adecuando las situaciones para no contener demasiadas variables, términos, etc., se puede promover la apropiación conceptual de un tema matemático o de aquel que haga uso de las matemáticas como herramienta.

Al describir los cambios que presentan los estudiantes en las actividades cognitivas de tratamiento y conversión de las representaciones semióticas del concepto de energía, se encontró que:

- La construcción de una unidad didáctica como la presentada en esta investigación, hace uso de un numero variado de registros y permite al estudiante una mejor construcción del concepto científico de la energía.
- El desarrollo de las situaciones, haciendo uso del registro figural y/o geométrico que puede representar al trabajo como área bajo la curva, permite abordar situaciones más complejas del concepto de energía.
- El hacer uso de situaciones ricas en contexto y que involucre cambios de registro bajo condiciones que no involucren muchas unidades significantes, mostraron resultados satisfactorios en el momento de reenfoque, en el que se destaca un uso correcto del concepto de energía y la conservación de la energía.
- La conversión al registro verbal desde cualquier otro registro, pareciera mostrar dificultades; aun así, es claro que la conversión a este registro estaría ligado a manifestar la congruencia entre registros y no la argumentación de una respuesta, que es, por lo general, lo que se espera en el área de las ciencias al momento de resolver un problema. Con lo que, al respecto en la conversión hacia el registro verbal no es significativo para el desarrollo de esta investigación y será complementado con otro estudio enfocado a la resolución de problemas o la argumentación.

10 RECOMENDACIONES

En consideración a lo que hemos enunciado sugerimos las siguientes recomendaciones.

Los problemas presentados en los libros de texto deben ser revisados y analizados en relación a presentar concordancia en el uso de múltiples representaciones semióticas, a fin de cumplir con los criterios de congruencia semántica para la conversión.

Los conceptos en física requieren el uso de múltiples representaciones semióticas al ser conceptos propios del comportamiento del universo y debe poderle ofrecer al estudiante varias formas de identificar y trabajar un caso teórico o experimental, aun así, se es necesario que las unidades significantes (variables, términos, etc.), que intervengan en las situaciones no deben ser demasiadas ya que pueden interrumpir la actividad cognitiva de conversión incumpliendo el COO.

Las situaciones entregadas a los estudiantes que pretendan hacer conversión, deben ser revisadas a fondo sobre todo al evidenciar que los problemas entregados por los libros de texto avanzados para la ingeniería, asumen secuencias de resolución que no promueven una apropiación conceptual adecuada al no indicar únicas soluciones dentro de un mismo registro.

Las situaciones ricas en contexto y que involucran al estudiante pueden favorecer la apropiación conceptual, con lo que los problemas de libros guías pueden ser reescritos para cumplir esta característica.

Las actividades que tienen que ver con el uso del diagrama de cuerpo libre como recurso secundario dentro de la solución de una situación de cálculo de trabajo y que implique el paso de una representación a otra, debe minimizar las unidades significantes (fuerzas que intervienen en el sistema dinámico), o avanzar progresivamente en la adición de estas a fin de que el estudiante pueda ir estableciendo un orden de análisis para las mismas. esto podría promover apropiada actividad cognitiva tanto tratamiento como de conversión.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Artola, E. C., Mayoral, L. E., & Benarroch, A. (2016). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 36-52.
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI. (2015) La física en Ingeniería (borrador). Recuperado de <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/Marco-Conceptual-de-F%C3%ADsica.pdf>
- Báez Ureña, N. L., Blanco Sánchez, R. y Pérez González, O. L. (2015). Fundamentación teórica de la apropiación conceptual con ayuda de las tic, ejemplificado en la derivada. En Lestón, P. (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 1577-1583). México, DF: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Chaves Palacios, J. (2004). Desarrolló tecnológico en la primera revolución industrial. *Norba. Revista de Historia*. 17, 2004, pp. 93-109. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1158936.pdf>
- Cotacio Horta, C. (2018). Tratamiento y conversión de representaciones semióticas presentes en la resolución de problemas sobre las progresiones aritméticas y geométricas propuestos por los libros escolares. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Manizales. Manizales – Caldas. Recuperado de <http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/handle/11182/809>
- Escalante, C. C., Vargas, V., Rodríguez, L. G., Ciencias, D. De, & Roo, U. D. Q. (2017). Análisis didáctico de una situación: movimiento en dos dimensiones, 29(2), 45–54.
- Follari, B., Perrotta, M. T., Dima, G. N., & Gutiérrez, E. E. (2011). Una aplicación del teorema de conservación de la energía como problema integrador. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1), 1–6. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172011000100011>
- Gallástegui, J. y Lorenzol, F., (1993). “El café tiene cafeína y nos despierta, nos da energía”: concepciones sobre la energía química, una buena razón para poner de acuerdo a los profesores de Física y Química y Ciencias Naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), pp 20-25. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v11n1/02124521v11n1p20.pdf>
- Gil Pérez, D. y De Guzmán, M. (1993). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática Tendencias e Innovaciones. Organización de Estados Iberoamericanos Para la Educación, la Ciencia y la Cultura - OEI. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/oeivirt/ciencias.pdf>
- Gircoreano, J. P. y Pacca, J. L. A. (2001). O Ensino de Óptica na Perspectiva de Compreender a Luz e a Visão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 18 (1), pp. 26-40. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6687/6154>

- Gómez, P. (2002). Análisis didáctico y diseño curricular en matemáticas. *Revista EMA*, 7 (3), 251–292. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/1537/>
- Gómez Martín, R. (2017). Energía; usos y abusos del concepto en 4o de la E.S.O. (Tesis de maestría). Universidad Internacional de La Rioja - Facultad de Educación. Recuperado de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6066/GOMEZ%20MARTIN%2C%20RAUL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González Arias, A. (2006). El concepto "energía" en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana De Educación*, 38(2), p. 1-7. Recuperado de <https://rieoei.org/historico/deloslectores/1184gonzalez.pdf>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2011). *Fundamentals of physics*. John Wiley & Sons
- Hernández-Moreno, A., Cervantes-Barraza, J. A., Ordoñez-Cuastumal, J. S. y García-González, M. D. S. (2017). Teoría de Registros de Representaciones Semióticas. Recuperado el 2 de junio de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/315814323_TEORIA_DE_REGISTROS_DE_REPRESENTACIONES_SEMIOTICA/citation/download
- Jiménez Chaves, V. y Comet Weiler, C. (2016). Los estudios de casos como enfoque metodológico. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*. 3 (2). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5757749.pdf>
- Lagos Figueroa, J. (2017). El papel de la física en la formación profesional del ingeniero. *Lumen Gent.* 1 (1). pp. 91-96. Recuperado de <http://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/LumGent/article/download/11/16/>
- Lopez Betancourt, G. S. (2018). Desarrollo de la argumentación a través del aprendizaje de disoluciones químicas. Recuperado de <http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/handle/11182/481>
- Mateu, M. (2005). Enseñar y aprender Ciencias Naturales en la escuela. *Tinta Fresca*. Recuperado de https://www.ujaen.es/departamentos/didcie/sites/departamento_didcie/files/uploads/zonaprivada/ensenar_aprender_ciencias_naturales.pdf
- Martí, E. y Pozo, J. I. (2000). Más allá de las representaciones mentales: la adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 23 (90), pp. 11-30. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Marti/publication/39138087_Mas_alla_de_las_representaciones_mentales_La_adquisicion_de_los_sistemas_externos_de_representacion/links/552f6f630cf22d437170e18e/Mas-alla-de-las-representaciones-mentales-La-adquisicion-de-los-sistemas-externos-de-representacion.pdf?origin=publication_detail

- Martínez Carazo, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*, (20). pp. 165-193. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64602005>
- Michinel, J y D'Alessandro, A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: De las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (3), pp. 369-380
- Nieva, M. C. (2015). La representación del movimiento como problematización para enseñar MRU y MRUV. *Revista de Enseñanza de La Física*, 27(1), 53–60. Retrieved from <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/11411>
- Núñez, G., Maturano, C., Mazzitelli, C. y Pereira, R. (2005). ¿Por qué persisten las dificultades en el aprendizaje del concepto de energía? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. (18). pp. 105-120. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/71014462.pdf>
- Pacca, J. y Henrique, K. (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. *Innovaciones Didácticas*, 22(1), 1pp. 59–166. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/38990774.pdf>
- Pérez, S., & Dibar Ure, M. (2012). Primeras apropiaciones de la matemática en la física: Resolviendo problemas de cinemática en el primer año de la universidad. *Revista de Enseñanza de La Física*, 25(1), 25–33.
- Perrotta, M. T., Dima, G. N., Capuano, V. C., Botta, I. L., Follari, B., de la Fuente, A. M., & Gutiérrez, E. E. (2009). La Energía . Planificación , aplicación y evaluación de una Estrategia Didáctica para un curso universitario de Física Básica en carreras de Ciencias Naturales. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3693159>
- Raynaudoa, G. y Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. 23(1), pp. 137-148. Recuperado de <http://ojs3.revistaliberabit.com/index.php/Liberabit/article/view/56/55>
- Rubio Pinto, A. (2012). Unidad didáctica para la enseñanza del concepto de energía. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/8036/>
- Sevilla Segura, C. (1986). Reflexiones en torno al concepto de energía. Implicaciones curriculares. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 4 (3). pp. 247-52. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50899/92800>
- Stake, R. E. (2005) Investigación con estudio de casos. Madrid, Morata. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=gndJ0eSkGckC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=snippet&q=colectivo&f=false
- Solbes, J. y Tarín, F. (abril de 1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), pp. 387-397.

- Solbes, J y Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*. (22), pp. 155-180. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2934611.pdf>
- Soto, M., Couso, D., López Simó, V., & Hernández, M. I. (2017). Promoviendo la apropiación del modelo de energía en estudiantes de 4o de ESO a través del diseño didáctico. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 90. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2003>
- Sparvoli, V. (2015). Representaciones multimodales en cursos de física básica, 27, 269–278.
- Tamayo Alzate, Ó. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, vol. XVIII, núm. 45, (mayo-agosto), pp. 37-49.
- Tamayo, O. E., Orrego, M., & Ruiz, F. J. (2016). Unidades didacticas para la enseñanza de las ciencias. Manizales.
- Varela, P. Favieres, A., Manrique del Campo, M., y de Landazabal, M. (1993). *Iniciación a la física en el marco de la teoría constructivista*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de educación y Ciencia; C.I.D.E. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=QrZpkJJtMcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=energ%C3%ADa&f=false
- Verdú, R; Martínez J. (2004). La estructura problematizada de los temas y cursos de física y química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje. Memoria Presentada para optar al Grado de Doctora en Ciencias Físicas; Valencia. Universitat de València. Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2782/1/tesis.pdf>
- Viennot, L. y Chauvet, F. (1997). Two dimensions to characterize research-based teaching strategies: Examples in elementary optics. *International Journal of Science Education*, 19 (10), pp. 1159-1168. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/232822461_Two_dimensions_to_characterize_research-based_teaching_strategies_Examples_in_elementary_optics
- Walker, J., Halliday, D., & Resnick, R. (2011). *Fundamentals of physics*. United States of America. John Wiley & Sons
- Zapata Ochoa, A. dianey. (2013). Enseñanza y aprendizaje del concepto de energía a través del desarrollo de una unidad de enseñanza potencialmente significativa. UEPS. Universidad NACIONAL de Colombia.

12 ANEXOS

Anexo 1 Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1B



FÍSICA GENERAL



Trabajo y Energía
Actividad 1
¿Qué sabes de Energía?

La siguiente actividad evaluará tus conocimientos acerca del concepto de trabajo y energía, responde con sinceridad y no hagas uso de ningún tipo de consulta en la red, libro, cuaderno de apuntes o compañero; si no es claro algún ítem pregúntale al docente.

1. CUAL O CUALES DE LAS SIGUIENTES FRASES LAS RELACIONAS CON ENERGÍA:
 - Comer una fruta en el desayuno.
 - Realizar ejercicio todas las mañanas.
 - Cambiar de pilas periódicamente al control remoto del televisor.
 - Tocar el timbre de una vivienda.
 - Poner combustible a un automóvil.
 - Un obrero al poner ladrillos en una construcción.
2. UNA VEZ SELECCIONADAS LAS FRASES, REALIZA UNA DESCRIPCIÓN BREVE DEL PORQUE CREES QUE ESTÁ RELACIONADA CON ENERGÍA.

--

3. MENCIONA 4 TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA PRESENTES EN LA NATURALEZA Y DESCRIBE BREVEMENTE COMO ES LA PRODUCCIÓN DE ESTE TIPO DE ENERGÍA.





FÍSICA GENERAL



4. MENCIONA 5 TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA CREADOS POR EL HOMBRE Y DESCRIBE BREVEMENTE DE TRATA CADA UNA DE ELLAS.

5. DESCRIBE BREVEMENTE QUE ES LA ENERGÍA PARA TI.

--

6. DESCRIBE BREVEMENTE QUE ES TRABAJO PARA TI.

--

7. DESCRIBE BREVEMENTE LA DIFERENCIA ENTRE QUE ES ENERGÍA CINÉTICA Y POTENCIAL.

--

8. ¿QUÉ DICE EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA?

--





FÍSICA GENERAL



9. En la figura 1 se presenta un carrito de juguete al cual se le da cuerda y se mueve una distancia hasta que se detiene. A los lados de cada momento de esta situación, se presentan barritas de energía en las cuales deberá llenar una cantidad según como crea conveniente. Una vez complete cada momento, de una justificación general del porque lleno de esa manera cada barra de energía.

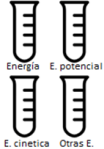
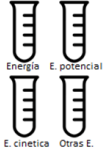
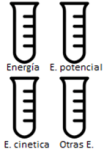
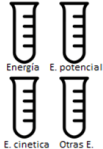
EL CAMIÓN DE MICKY			
	Este es el camión de Micky 	Se le da cuerda 	
	Se mueve 	—y después se para 	

Figura 1: El Camión de Micky, problema adaptado de Brook y Driver (1984, citado por cordero y Mordeglia, 2007; Varela et al, 1995).

Justificación:

Momento 1
Momento 2
Momento 3
Momento 4



Anexo 2 Cuestionario de registros semióticos sobre el concepto de energía, 1B



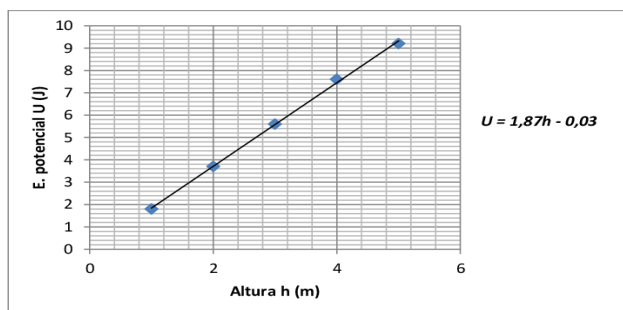
FÍSICA GENERAL



Trabajo y Energía Actividad 2

La siguiente actividad evaluará tus conocimientos acerca del concepto de trabajo y energía, encaminado a dar solución de algunas situaciones que hacen uso de diferentes tipos de cuantitativa; No es necesario que dé una solución precisa de lo que se está preguntando, si no es claro algún ítem pregúntale al docente.

1. Un grupo de estudiantes perdieron gran parte del material con el que pretendían determinar la aceleración gravitacional en cierto lugar de su región, lo único que les quedó fue una gráfica donde se observa una relación de tipo lineal entre la energía potencial gravitacional y la altura.



Gráfica 1:

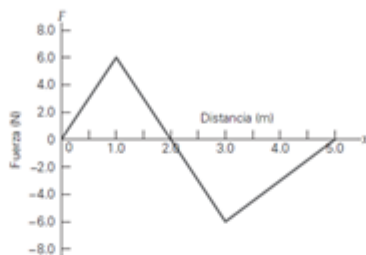
Recordando que el objetivo de su experimento fue determinar la aceleración a partir de caída libre y que el objeto que usaron poseía una masa de 200g; ¿Cómo crees que lograron determinar que la aceleración gravitacional en esa región es aproximadamente de 9.3 m/s^2 ?



FÍSICA GENERAL



2. Tomando en consideración que si sobre un objeto se aplica una fuerza variable, el trabajo realizado por esa fuerza sobre el objeto está determinado por el área bajo la curva fuerza-distancia, analiza la gráfica 2 y contesta los ítems.



Grafica 2: relación entre fuerza y distancia – situación 2.

- Describe como se llevaría a cabo la determinación del trabajo realizado por la fuerza entre $x = 0$ m y $x = 2$ m, así como entre $x = 2$ y $x = 5$.
- A partir de la información en la gráfica cuánto vale el trabajo exactamente en $x = 1$ m, $x = 2$ m, $x = 3$ m y $x = 5$ m.



FÍSICA GENERAL



3. A partir de la tabla 1 de velocidad y tiempo para un objeto de masa 15 kg que se mueve en línea recta, tomando en consideración que el trabajo está descrito analíticamente como el producto entre la fuerza y la distancia recorrida, describa como podría determinar el trabajo realizado entre $t = 3\text{ s}$ y $t = 6\text{ s}$, así mismo como se determinaría la magnitud de la fuerza que realiza este trabajo.

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	3
1	5.5
2	8
3	10.5
4	13
5	15.5
6	18
7	20.5
8	23

Tabla 1: información para la Situación 3.

Información del estudiante	
Nombres y apellidos:	
Edad:	
Universidad:	
Programa:	
Semestre:	
¿Se encuentra cursando la materia de física General? SI: _____ NO: _____	
¿Es primera vez que está viendo la materia de Física General? SI: _____ NO: _____	

Nota: Elaboración propia.

TRABAJO

ACTIVIDAD 4



Definición básica de trabajo - Fuerza y desplazamiento

Un trineo cargado con ladrillos tiene una masa total de 18.0 kg y se jala con velocidad constante mediante una cuerda inclinada 20.0° arriba de la horizontal. El trineo se traslada una distancia de 20.0 m sobre una superficie horizontal. El coeficiente de fricción cinética entre el trineo y la superficie es 0.500.

- a) Realice un dibujo de esta situación y sobre el mismo indique cuales son las fuerzas que realizan trabajo sobre el trineo. Justifica brevemente.
- b) ¿Cuánto trabajo es realizado sobre el trineo por cada una de las fuerzas encontradas en el inciso anterior?
- c) ¿Existe pérdida de energía a causa de alguna fuerza?, si es así ¿Cuanto se pierde?

Nota: Elaboración propia.

TRABAJO - FUERZAS VARIABLES ACTIVIDAD 5



Trabajo como área bajo la curva - Fuerzas variables y desplazamiento lineal.

1. Un objeto de 3.00 kg de masa se somete a una fuerza F que varía con la posición como se muestra en la siguiente gráfica:



A partir de esta información determine el trabajo que se realiza mediante la fuerza sobre el objeto cuando éste se traslada

- a) desde $x = 0$ hasta $x = 5.00$ m.
- b) desde $x = 5.00$ m hasta $x = 10.0$ m.
- c) desde $x = 10.0$ m hasta $x = 15.0$ m.
- d) Cual es el trabajo neto realizado entre $x = 0$ m hasta $x = 15.0$ m.

TRABAJO - FUERZAS VARIABLES

ACTIVIDAD 5



2. Se realiza un experimento en que se aplica una fuerza sobre un objeto de 2.5 g de masa; los datos que arroja esta situación se presentan en la siguiente tabla:

Distancia (m)	Fuerza (N)
1	15,00
2	7,50
3	5,00
4	3,75
5	3,00
6	2,50
7	2,14
8	1,88
9	1,67
10	1,50

A partir de esta información:

- Realice un gráfico de Fuerza vs. Distancia.
- A partir del gráfico determine la proporcionalidad entre F y D, con ello obtenga una ecuación de ajuste entre estas variables.
- Con los resultados del inciso anterior determine el trabajo realizado por esta fuerza sobre el objeto entre $d = 1$ m hasta $d = 7$ m.



Nota: Elaboración propia.

TEOREMA DE TRABAJO Y ENERGÍA

ACTIVIDAD 6



Trabajo y energía cinética.

2. Se establece que al aplicar una fuerza sobre un objeto de 3.5 kg esta se modela analíticamente a partir de la siguiente expresión:

$$F(x) = ax^2 + bx$$

$$a = -0.5 \text{ N} / \text{m}^2$$

$$b = 2 \text{ N} / \text{m}$$

Se logra desplazar sobre una superficie horizontal desde $x = 0 \text{ m}$ hasta $x = 2$. A partir de esta información:

- Establezca el método para determinar que la velocidad del objeto cuando esta justo a mitad de camino.
- Representa gráficamente el trabajo realizado sobre el objeto entre $x = 1 \text{ m}$ y $x = 1.5 \text{ m}$. justifica el porque del gráfico.
- Bajo que condiciones se puede establecer que la variación de la energía cinética es negativa.

TEOREMA DE TRABAJO Y ENERGÍA

ACTIVIDAD 6



Trabajo y energía cinética.

3. Un bloque de hielo de 47.2 kg se desliza hacia abajo por un plano inclinado de acero de 1.62 m de longitud y 0.92 m de altura.

Usted sostiene el bloque sobre la rampa de tal manera que al deslizarse hacia abajo la velocidad de este se mantenga constante. ¿cómo es esto posible?

- a) ¿podría explicarlo de manera gráfica?
- b) ¿es necesario aplicar algún tipo de fuerza?
- c) ¿Cuanto trabajo le requiere aplicar sobre el bloque de hielo hasta al final de la rampa?
- d) a parte del trabajo realizado por usted ¿existen otros?, si es así, ¿Cuales sería y cual es su valor?

Justifica cada una de tus respuestas.

Nota: Elaboración propia.

ENERGÍA POTENCIAL

ACTIVIDAD 7



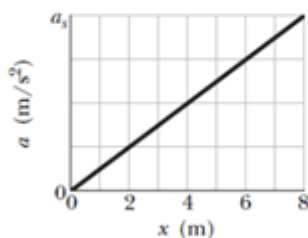
Energía potencial, trabajo y energía cinética.

1. Se determina que la energía potencial para un sistema de dos átomos de una molécula diatómica puede ser expresada por:

$$U(x) = \frac{a}{x^{12}} - \frac{b}{x^6}$$

Donde a y b son constantes positivas y x la distancia entre los átomos. Haciendo uso del software GeoGebra represente gráficamente donde el sistema permanece en equilibrio y determine cuánta energía se requiere para separarlo. Justifique su análisis.

2. Un ladrillo de 10 kg de masa se mueve a lo largo del eje x , y describe su aceleración en función de la posición de la siguiente manera:



Donde la escala en el eje y de la gráfica está dada de 20 en 20. Determina y justifica cuánto vale el trabajo realizado entre $x = 0$ m hasta $x = 8$ m.

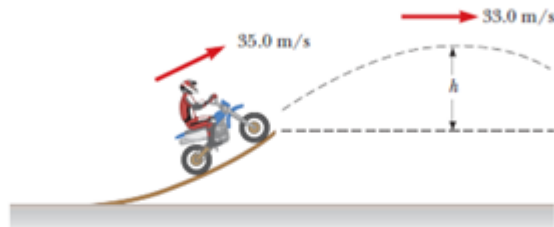
ENERGÍA POTENCIAL

ACTIVIDAD 7



Energía potencial, trabajo y energía cinética.

3. Se expresa un caso ideal en el que un acróbata sale del extremo de una rampa en una motocicleta tal como se muestra en la figura:



A partir de la información expresada en la figura:

- representa a partir de un dibujo como es la variación de energía cinética y potencial para el acróbata en las partes mas relevantes de su trayectoria y justifica lo que expones. (no haga uso de valores numéricos).
- Sin hacer uso de las expresiones del movimiento parabólico, expresa verbalmente y analíticamente el como a partir de la información que presenta la figura se puede determinar la altura máxima que alcanza el acróbata en toda su trayectoria.

Nota: Elaboración propia.

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

ACTIVIDAD 8



Conservación de la energía en un sistema de partículas.

1. En un experimento de caída libre se deja caer una bola de beibol ($m = 0.143 \text{ kg}$), desde la cima de una torre de altura 443 m ; se determina que la bola alcanza una velocidad de 42 m/s antes de tocar el suelo.

A partir de dos representaciones del sistema determine como es la variación de la energía interna de la bola; ¿Como podría explicar el aumento o disminución de esta energía?

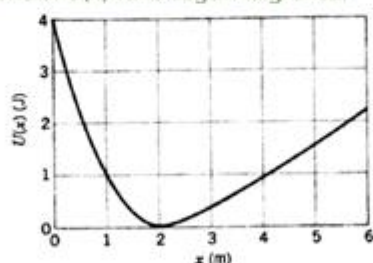
2. un objeto de masa 4.5 kg , alcanza una velocidad de 5 m/s al pie de una rampa de inclinación 30° con la horizontal y comienza a subirla desplazándose un total de 1.5 m hasta detenerse.

a) Realice un dibujo en que se observen las fuerzas que realizan trabajo sobre el objeto.

b) ¿cuanta energía mecánica pierde el objeto en este proceso debido a la fricción?

c) Suponga que el objeto ahora se desliza hacia abajo; describa gráfica y analíticamente la velocidad del mismo al llegar al borde de la rampa si se asume que la pérdida de energía debido a la fricción es la misma en este trayecto.

3. Una partícula se mueve a lo largo del eje x a través de una región en la que su energía potencial $U(x)$ varia según la gráfica:



a) Describa con sus palabras como es la variación de la energía potencial entre las posiciones $x = 0 \text{ m}$ y $x = 6 \text{ m}$.

b) A partir de la gráfica construya una tabla para las variables U y x , de tal manera que le permita construir una gráfica de Fuerza vs Posición. describe el proceso que llevarías a cabo.

c) Dadas las condiciones de este experimento se determinó que la energía mecánica de la partícula permanece constante con un valor de 4.0 J . A partir de este dato, realice una descripción detallada de la energía cinética en las posiciones $x = 0 \text{ m}$, $x = 1 \text{ m}$, $x = 2 \text{ m}$ y $x = 6 \text{ m}$. con esto estime como es el movimiento de la partícula.

Anexo 8 Valoración I

Las siguientes son situaciones en las que se determinará la energía según sea el comportamiento de las partículas u objetos en determinados puntos del sistema.

Las respuestas pueden ser de tipo gráfico, escrito, algebraico, etc.

1. Usted se encuentra en el borde de un acantilado donde se aprecia que la altura sobre el nivel del agua es bastante considerable. Siendo usted estudiante de ingeniería despierta su curiosidad y decide plantearse el cómo sería la variación de la energía en cierto un objeto cae desde semejante altura.

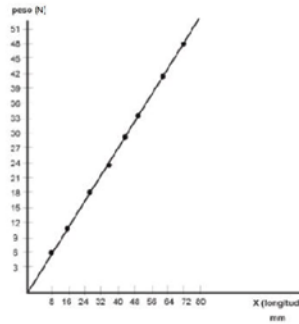


Como es desconocida la altura, usted se plantea llenar barritas de energía (Cinética, potencial gravitacional, mecánica, otras energías), para observar la variación de estas.

Tomando en consideración algunas suposiciones de altura disponga a llenar las barritas de energía, puede hacerlo con asignando un color a cada tipo de energía.

Total de la altura	 ENERGÍA POTENCIAL GRAVITACIONAL  ENERGÍA CINÉTICA  ENERGÍA MECÁNICA  OTRAS ENERGÍAS Análisis:
A mitad del camino	 ENERGÍA POTENCIAL GRAVITACIONAL  ENERGÍA CINÉTICA  ENERGÍA MECÁNICA  OTRAS ENERGÍAS Análisis:
A un cuarto de la altura antes de llegar al agua	 ENERGÍA POTENCIAL GRAVITACIONAL  ENERGÍA CINÉTICA  ENERGÍA MECÁNICA  OTRAS ENERGÍAS Análisis:

2. En un experimento de fuerzas variables sobre un resorte vertical se disponen a colgar de él objetos con diferentes masas y la acción de sus pesos hará que el resorte se estire. Del experimento se obtuvo la siguiente gráfica:



Considerando que la ley de Hooke para fuerzas elásticas se aplica sobre este experimento, donde la fuerza que hace el resorte está representada analíticamente por:

$$F = -kx$$

Donde k es la constante de elástica del resorte y x lo que se estira el mismo.

Con esta información:

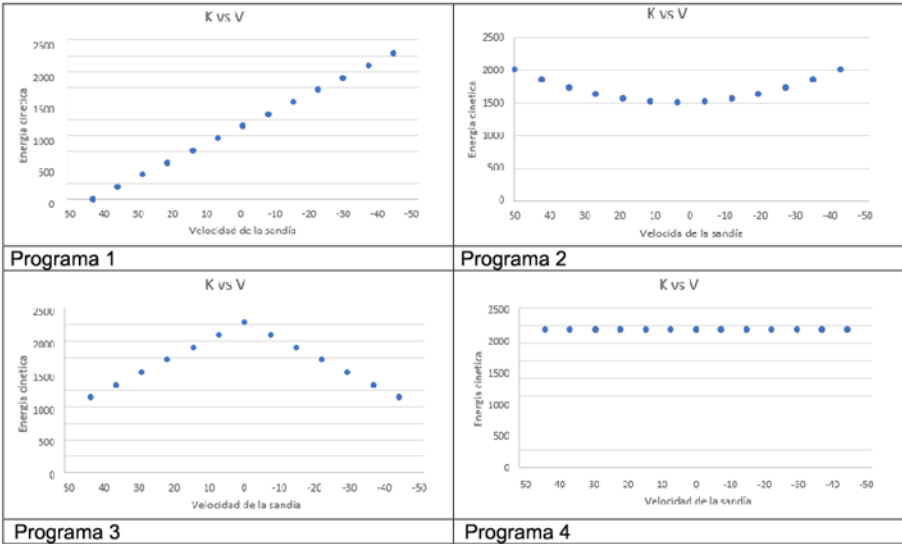
¿Cuál es la representación gráfica del trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte? Realice una pequeña justificación	
¿Cuáles son las representaciones algebraicas con la cual se puede determinar el trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte? Realice una pequeña justificación	
Con la información suministrada por la gráfica de Fuerza vs Longitud determine el valor del trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte. Realice una pequeña justificación del resultado obtenido.	

3. Usted se encuentra en un concurso en el que se pretende construir una catapulta con la cual se debe lanzar una sandía al otro lado de un barranco y debe darle a un blanco situado al otro lado de este.



En el caso más exitoso usted realiza un lanzamiento perfecto, siendo usted estudiante de ingeniería esta situación lo motiva y decide analizar el movimiento de la sandía.

Presentada esta situación, usted se encuentra analizando el comportamiento de la energía cinética de la sandía y considerando que este parámetro está directamente relacionado con el cuadrado de la velocidad decide hacer uso de 4 programas para graficar que adquirió por un módico precio. En todos ellos solo ingresa valores de masa y velocidad y tiempo, obteniendo lo siguiente:



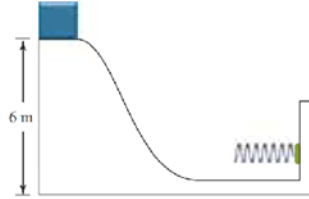
Al observar las gráficas encuentra errores en tres de los programas, usted decide poner una queja ante las empresas:

Empresa responsable del programa ____; dado que_____

Empresa responsable del programa ____; dado que_____

Empresa responsable del programa ____; dado que _____

4. Un bloque de masa 5 kg, cae por una superficie sin fricción desde una altura de 6 m como se muestra en la figura.



El bloque tiene una velocidad inicial de 1,5 m/s y choca contra el resorte comprimiéndolo 25 cm.

- a) A partir de un diagrama o dibujo podría representar la variación de energía cinética y potencial antes de tocar el resorte.

--

- b) ¿Cuál es la velocidad con la que choca contra el resorte?

--

- c) ¿Cuál es el valor de la constante de elasticidad del resorte?

--

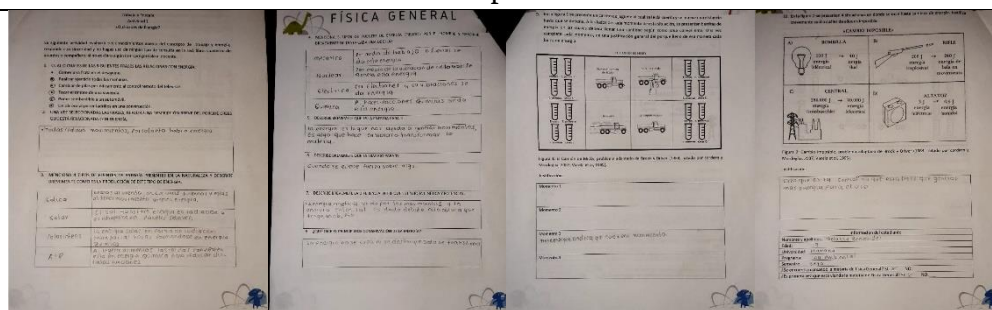
- d) Represente gráficamente el trabajo realizado por la fuerza elástica del resorte comprimiéndose y descomprimiéndose, tenga en cuenta que esta fuerza no es constante.

--	--

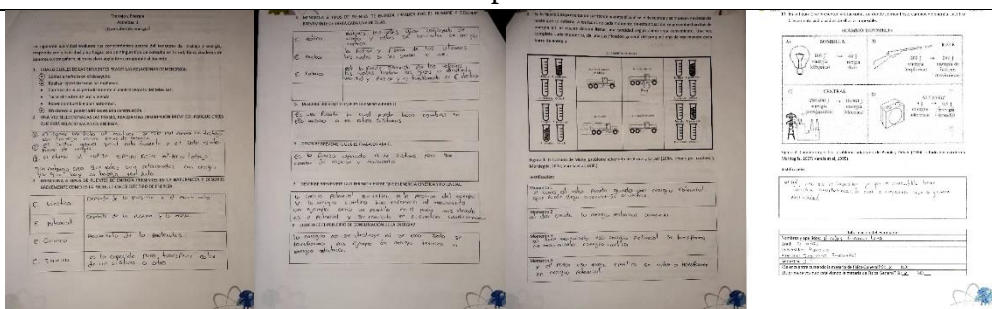
Nota: Elaboración propia.

Anexo 9 Respuestas al instrumento Cuestionario de ideas previas sobre el concepto de energía

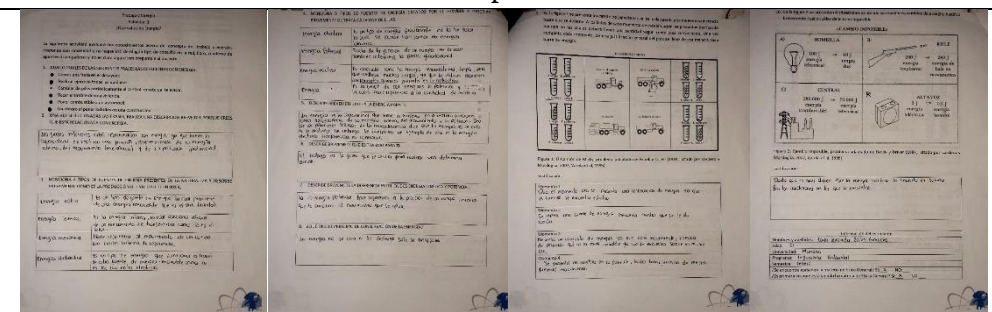
Actividad 1 – Respuestas estudiante 1



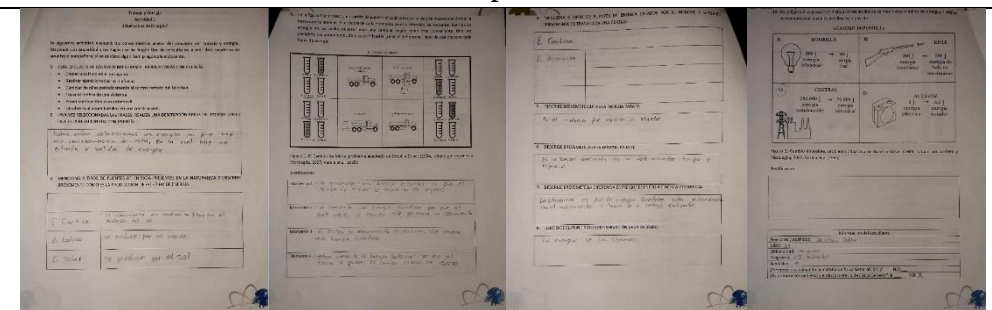
Actividad 1 – Respuestas estudiante 2



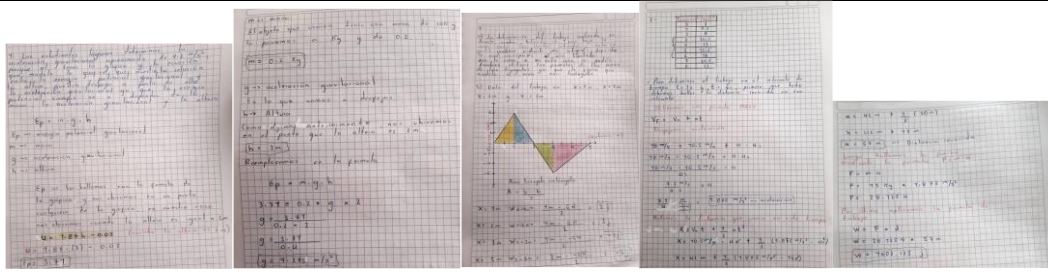
Actividad 1 – Respuestas estudiante 3



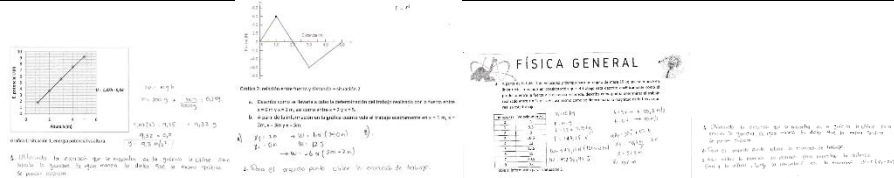
Actividad 1 – Respuestas estudiante 4



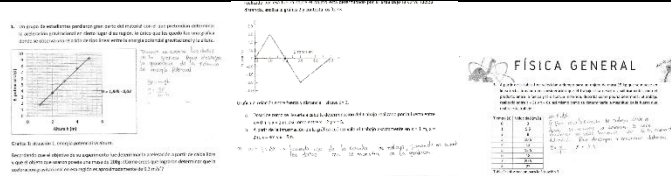
UP1 – Respuestas estudiante 1



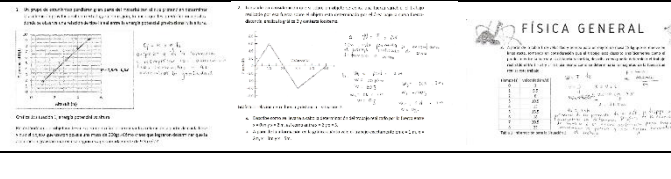
UP1 – Respuestas estudiante 2



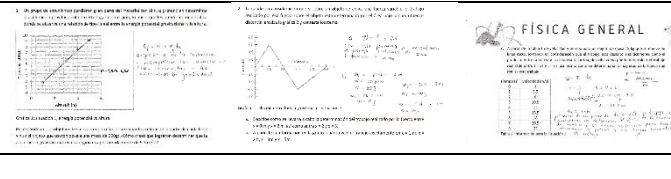
UP1 – Respuestas estudiante 3



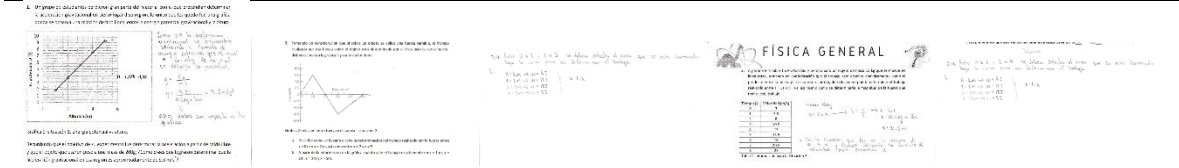
UP1 – Respuestas estudiante 4



UP1 – Respuestas estudiante 4



UP1 – Respuestas estudiante 5



Anexo 10 Respuestas al instrumento Representaciones – Trabajo como área bajo la curva - Situación 1.
DP1

DP1 – Respuestas estudiante 1

Diagrama de cuerpo libre:

$T_x = T \cos(20^\circ) = \sum F_x = 0 \rightarrow$ Se desliza a velocidad constante.
 $T_x - F_g = 0 \rightarrow F_g = F_f \rightarrow F_g = MN$
 $T \cos(20^\circ) - MN = 0 \rightarrow T \cos(20^\circ) = MN$
 $\sum F_y = 0 \rightarrow N + T_y - Mg = 0 \rightarrow N - Mg + T_y = 0$
 Se simplifica la ecuación en la 1.
 $T \cos(20^\circ) = Mg - T_y = Mg - M \sin(20^\circ)$
 $F_g = 78,42 \text{ N} \cdot \cos(20^\circ) \rightarrow F_g = 74,63 \text{ N}$
 $N = W - T_y$
 $W = Mg \rightarrow W = 18 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $W = 176,58 \text{ N}$
 $N = 176,58 \text{ N} - 79,42 \text{ N} \Rightarrow N = 97,16 \text{ N}$

Calculos adicionales:

$T_x = F_f$
 $F_g = T \cos(20^\circ) = F_f$
 $F_g = 74,63 \text{ N}$
 $F_f = 74,63 \text{ N}$
 $W = F_g \cos(180^\circ)$
 $W = 74,63 \text{ N} \cdot (-1) \times 20 \text{ m} = -1492,6 \text{ joules}$

DP1 – Respuestas estudiante 2

Diagrama de cuerpo libre:

$T_x = T \cos(20^\circ) = \sum F_x = 0 \rightarrow$ Se desliza a velocidad constante.
 $T_x - F_g = 0 \rightarrow T_x = F_g \rightarrow F_g = MN$
 $T \cos(20^\circ) - MN = 0 \rightarrow T \cos(20^\circ) = MN$
 $\sum F_y = 0 \rightarrow N + T_y - Mg = 0 \rightarrow N - Mg + T_y = 0$
 Se simplifica la ecuación en la 1.
 $T \cos(20^\circ) = Mg - T_y = Mg - M \sin(20^\circ)$
 $T = \frac{M \cdot g}{\cos(20^\circ)}$
 $T = 0,8 \times 18 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $T = 0,8 \times 176,58 \text{ N} \rightarrow T = 141,26 \text{ N}$
 $N = 176,58 \text{ N} - 79,42 \text{ N} \Rightarrow N = 97,16 \text{ N}$

Calculos adicionales:

$F_g = 78,42 \text{ N} \cdot \cos(20^\circ) \rightarrow F_g = 74,63 \text{ N}$
 $N = W - T_y$
 $W = Mg \rightarrow W = 18 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $W = 176,58 \text{ N}$
 $N = 176,58 \text{ N} - 79,42 \text{ N}$
 $N = 97,16 \text{ N}$

Calculos adicionales:

$T_x = F_g$
 $T_x = T \cos(20^\circ) = F_g$
 $F_g = T \cos(20^\circ)$
 $T = 74,63 \text{ N}$
 $F_g = 74,63 \text{ N}$
 $W = F_g \cos(180^\circ)$
 $W = 74,63 \text{ N} \cdot (-1) \times 20 \text{ m} = -1492,6 \text{ joules}$

Un objeto de 3,00 kg de masa se somete a una fuerza F que varía con la posición como se muestra en la siguiente gráfica:

DP1 – Respuestas estudiante 3

Calcular la tensión:

$$T_1 = 24.12$$

$$T_2 = 4.8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$T_3 = 103.894$$

Calcular la potencia:

$$P = F \cdot v \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$P = F \cdot v \cdot \sin(\alpha)$$

$$P = 81.84 \cdot 10.13 \cdot \sin(30^\circ)$$

$$P = 41.92 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$P = 41.92 \text{ kW}$$

El momento de inercia sobre el eje horizontal es:

$$I = I_{\text{cm}} + M \cdot d^2$$

$$I = 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I = 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Trabajo por cada uno de los bloques:

$$W_1 = F \cdot d \cdot \cos(\alpha) = 1.5 \cdot 10 \cdot \cos(30^\circ) = 12.99 \text{ J}$$

$$W_2 = F \cdot d \cdot \cos(\alpha) = 1.5 \cdot 10 \cdot \cos(30^\circ) = 12.99 \text{ J}$$

$$W_3 = F \cdot d \cdot \cos(\alpha) = 1.5 \cdot 10 \cdot \cos(30^\circ) = 12.99 \text{ J}$$

¿Se conserva la energía?

El momento de inercia sobre el eje horizontal es:

$$I = 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I = 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I = 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Anexo 11 Respuestas al instrumento Representaciones – Energía Cinética, teorema de trabajo y energía, pregunta 1 - Situación 2. DP2

Nota aclaratoria: Aunque pudiera parecer que existe discrepancia entre el título del Anexo y la referencia a la Situación presentada, esta pregunta corresponde a la segunda del Momento de Desubicación (por lo cual se describe como «Situación 2. DP2»), mientras que en el instrumento Representaciones – Energía Cinética, teorema de trabajo y energía está indicada con el numeral 1. Igual ocurre con la presentación de los resultados en los siguientes anexos.

DP2 – Respuestas estudiante 1

2. a) desde $x=0$ hasta $x=5m$
 $A = \frac{b \cdot h}{2}$
 $W = \frac{5m \cdot 3N}{2} = 7.5J$

b) desde $x=5m$ hasta $x=10m$
 $A = b \cdot h$
 $A = 5m \cdot 3N$
 $W = 15J$

c) desde $x=10m$ hasta $x=15m$
 $A = \frac{b \cdot h}{2}$
 $W = \frac{5m \cdot 3N}{2} = 7.5J$

d) trabajo neto entre $x=0$ hasta $x=15m$
 $A = \frac{(b+h) \cdot h}{2}$ $W_T = \frac{(15+5) \cdot 3}{2} = 30J$
 $W_T = 7.5J + 15J + 7.5J = 30J$

DP2 – Respuestas estudiante 2

a. Desde $x=0$ hasta $x=5.00m$
 $A = \frac{b \cdot h}{2}$
 $A = \frac{5m \cdot 3N}{2} = 7.5J$
 Respuesta: El trabajo que se realiza mediante la fuerza sobre el objeto cuando este se traslada entre 0m hasta 5m es de 7.5J.

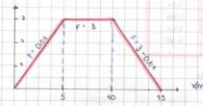
b. Desde $x=5.00m$ hasta $x=10.0m$
 $A = b \cdot h$
 $A = 5m \cdot 3N$
 $A = 15J$
 Respuesta: El trabajo que se realiza mediante la fuerza sobre el objeto cuando este se traslada entre 5m hasta 10m es de 15J.

c. Desde $x=10.0m$ hasta $x=15.0m$
 $A = \frac{b \cdot h}{2}$
 $A = \frac{5m \cdot 3N}{2} = 7.5J$
 Respuesta: El trabajo que se realiza mediante la fuerza sobre el objeto cuando este se traslada entre 10m hasta 15m es de 7.5J.

d. Cual es el trabajo neto realizado entre $x=0m$ hasta $x=15.0m$
 $D. Total\ Neto$
 $7.5J + 15J + 7.5J$
 $Total\ Neto = 30J$
 Respuesta: El trabajo neto que se realiza mediante la fuerza sobre el objeto cuando este se traslada entre 0m hasta 15m es de 30J.

DP3 – Respuestas estudiante 3

1. Un objeto de 3.0 kg se somete a una fuerza F que varía en la posición:



a) Desde $x = 0$ a $x = 5$

$$W = \int_0^5 F_x dx$$

$$W = \int_0^5 0.6x^2 dx$$

$$W = 0.6 \left[\frac{x^3}{3} \right]_0^5$$

$$W = 0.6 \left[\frac{125}{3} - 0 \right]$$

$$W = 12.5 J$$

b) Desde $x = 5$ a $x = 10$

$$W = \int_5^{10} F_x dx = F_x \cdot \Delta x$$

$$W = 3(10 - 5)$$

$$W = 15 J$$

R: Trabajo de 0 a 5 es de 12.5 J

c) Desde $x = 10$ a $x = 15$

$$W = \int_{10}^{15} F_x dx$$

$$W = \int_{10}^{15} 3 dx$$

$$W = 3 \left[x \right]_{10}^{15}$$

$$W = 3(15 - 10)$$

$$W = 15 J$$

R: El trabajo de 10 a 15 es de 15 J

Trabajo Neto

$$W_{\text{Neto}} = W_1 + W_2 + W_3$$

$$W_{\text{Neto}} = 12.5 J + 15 J + 15 J$$

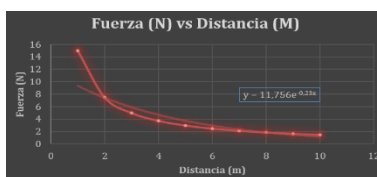
$$W_{\text{Neto}} = 42.5 J$$

Convergencia al área bajo la curva

Anexo 12 Respuestas al instrumento Representaciones – Energía Cinética, teorema de trabajo y energía, pregunta 2 - Situación 3. DP3

DP2 – Respuestas estudiante 1

B)
 $Y = 11,75e^{-0,23x}$



C)

$$T = \int_0^3 11,75e^{-0,23x} dx$$

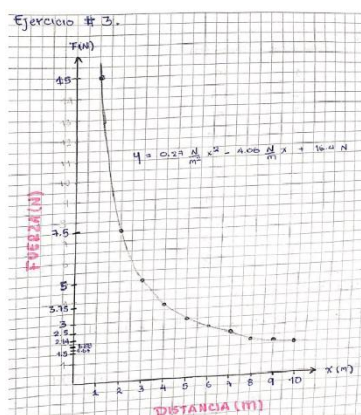
$$T = 11,75e^{-0,23x} \cdot \left(-\frac{1}{0,23}\right) \Big|_0^3$$

$$T = -\frac{11,75}{0,23} \left(e^{-0,23(3)} - e^{-0,23(0)} \right)$$

$$T = -51,12 \left(0,20 - 1,00 \right)$$

$$T = 30,66$$

DP2 – Respuestas estudiante 2



b.

Distancia (m)	Fuerza (N)
1	15
2	7,5
3	5
4	3,75
5	3
6	2,5
7	2,14
8	1,88
9	1,67
10	1,5

$y = ax^2 + bx + c$

$F(x) = 0,23 \frac{N}{m^2} x^2 + 4,06 \frac{N}{m} x + 16,4 N$

Se obtienen las constantes del polinomio de grado 2 de $(15) N$ de la distancia $x = 0$ a $x = 10$ metros, entre cada uno de los puntos de la distancia, cada uno de los puntos de la fuerza.

C. Determinar el trabajo realizado entre $x = 1m$ y $x = 7m$.

$$W = \int_{x_0}^{x_f} F(x) \cdot dx$$

$x_0 = 1m$
 $x_f = 7m$

$$W = \int_1^7 \left(0,23 \frac{N}{m^2} x^2 + 4,06 \frac{N}{m} x + 16,4 N \right) dx$$

$$W = \left(0,09 \frac{N}{m^2} x^3 + 2,03 \frac{N}{m} x^2 + 16,4 N x \right) \Big|_1^7$$

$$W = \left(0,09 N \cdot m + 2,03 N \cdot m + 16,4 N \cdot m \right) \Big|_1^7$$

$$W = \left(0,09 N(7m) + 2,03 N(7m) + 16,4 N(7m) \right) - \left(0,09 N(1m) + 2,03 N(1m) + 16,4 N(1m) \right)$$

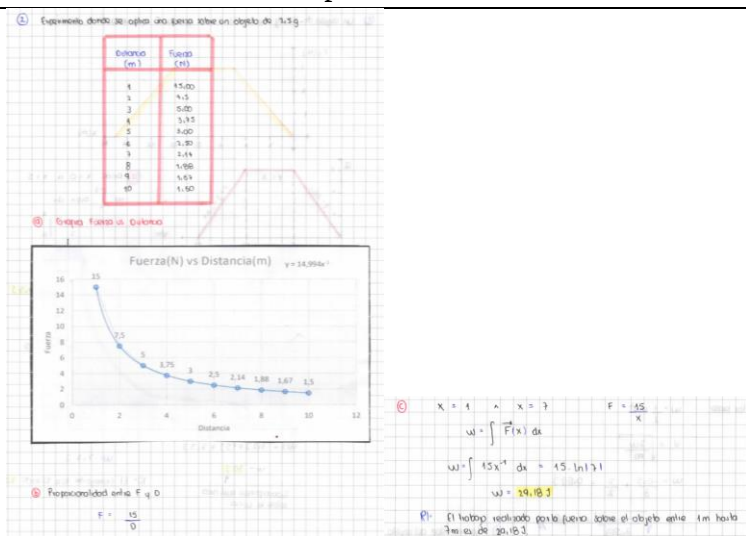
$$W = \left(0,63 J + 14,21 J + 114,8 J \right) - \left(0,09 J + 2,03 J + 16,4 J \right)$$

$$W = 109,22 J - 18,52 J$$

$W = 90,7 J$

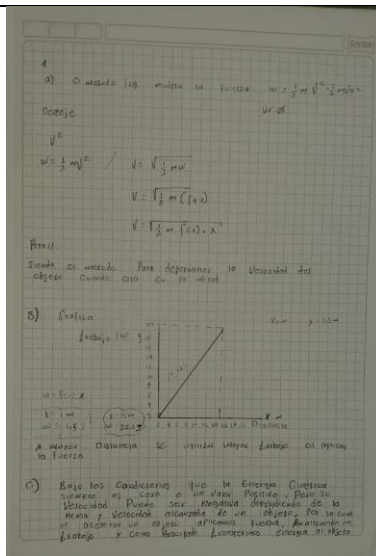
El trabajo realizado sobre el objeto es de $90,7 J$.

DP3 – Respuestas estudiante 3

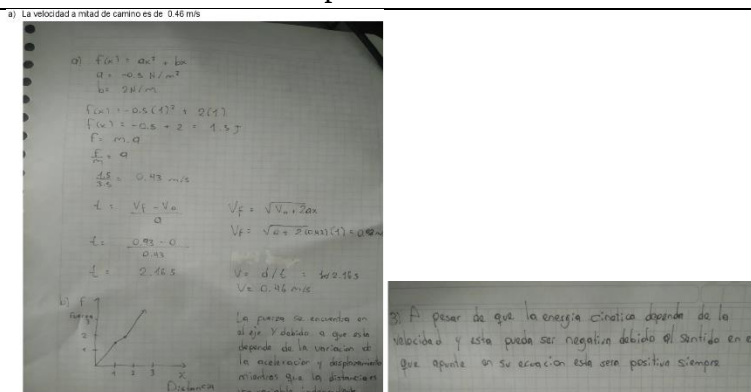


Anexo 13 Respuestas al instrumento Representaciones – Energía potencial y Conservación de la energía, pregunta 2- Situación 4. DP4

DP4 – Respuestas estudiante 1



DP4 – Respuestas estudiante 2



DP4 – Respuestas estudiante 3

Se establece que al aplicar una fuerza sobre un objeto de 3,5 kg, esta se modela analíticamente a partir de la siguiente expresión:

$$F(x) = ax^2 + bx$$

$$a = -0,5 \text{ N/m}^2$$

$$b = 2 \text{ N/m}$$

Se logra desplazar sobre una superficie horizontal, desde $x=0$ m hasta $x=2$ m. A partir de esta información:

a. $m = 3,5 \text{ kg}$
 $F(x) = ax^2 + bx$
 $a = -0,5 \text{ N/m}^2$
 $b = 2 \text{ N/m}$

- Si se supone que la mayor parte del trabajo $E_{tr} = 0$

- Por tanto $W = E_{tr} = E_{kf} = \frac{1}{2} m v^2$

Se deduce:

$$W = \Delta E_k$$

$$\Delta E_k = E_{kf} - E_{ki}$$

- Calculando W se puede encontrar v

$$W = \int_a^b F(x) dx$$

$$W = \int_a^b (ax^2 + bx) dx$$

$$W = \left(\frac{ax^3}{3} + \frac{bx^2}{2} \right) \Big|_a^b$$

$b=1$ → Trabajo a lo largo del camino.

$$a=0$$

$$W = \frac{a}{3} + \frac{b}{2}$$

Por tanto $W = \frac{1}{2} m v^2$

$$v = \sqrt{\frac{2W}{m}}$$

$$W = -0,5 \cdot \frac{2}{3} + \frac{2}{2} = 0,833$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,833}{3,5}} = 0,68 \text{ m/s}$$

b. $\int_1^{15} (-0,5x^2 + 2x) dx = -338,333333$

$$= \int_1^{15} -0,5x^2 dx + \int_1^{15} 2x dx$$

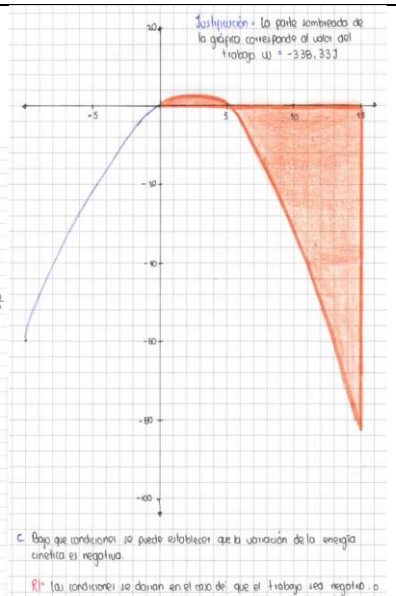
$$= -0,5 \int_1^{15} x^2 dx + 2 \int_1^{15} x dx$$

$$= -0,5 \left[\frac{x^3}{3} \right]_1^{15} + 2 \left[\frac{x^2}{2} \right]_1^{15}$$

$$= -0,5 \left(\frac{15^3}{3} - \frac{1^3}{3} \right) + \left(15^2 - 1^2 \right)$$

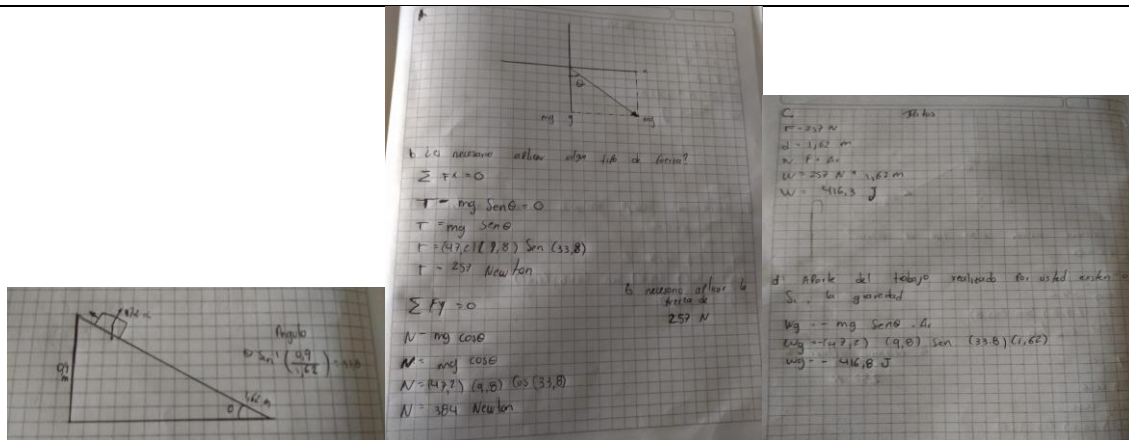
$$= -338,333333$$

Gracias →

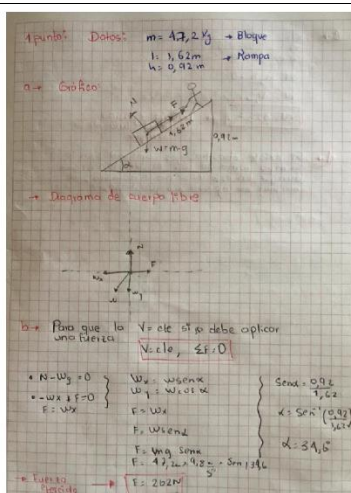


Anexo 14 Respuestas al instrumento Representaciones – Energía potencial y Conservación de la energía, pregunta 3 - Situación 5. DP5

DP5 – Respuestas estudiante 1



DP5 – Respuestas estudiante 2



DP5 – Respuestas estudiante 3

DP6 – Respuestas estudiante 1
No hay respuesta
DP6 – Respuestas estudiante 2

$$dU'' = 12/X^{13} - 12/X^7$$

2. $U(x) = \frac{a}{x^{12}} - \frac{b}{x^6}$

Energia potencial

$U(x) = \frac{a}{\left(\sqrt{\frac{2a}{b}}\right)^{12}} - \frac{b}{\left(\sqrt{\frac{2a}{b}}\right)^6}$

Uma $\frac{a}{2a^3} - \frac{b}{2a}$

$U(x) = \frac{b^2}{4a} - \frac{b^2}{2a} = -\frac{b^2}{4a}$

$U(x) = \frac{a}{x^{12}} - \frac{b}{x^6} = a x^{-12} - b x^{-6}$

Para que este em equilíbrio

$F = 0$
 $F = -\frac{dU}{dx}$
 $F = \frac{dU(x)}{dx}$

$\frac{d}{dx} (a x^{-12} - b x^{-6}) = 0$

$[-12 a x^{-13} - 6 b x^{-7}] = 0$

$12 a x^{-13} - 6 b x^{-7} = 0$

$12 a - 6 b x^{-13+7} = 0$

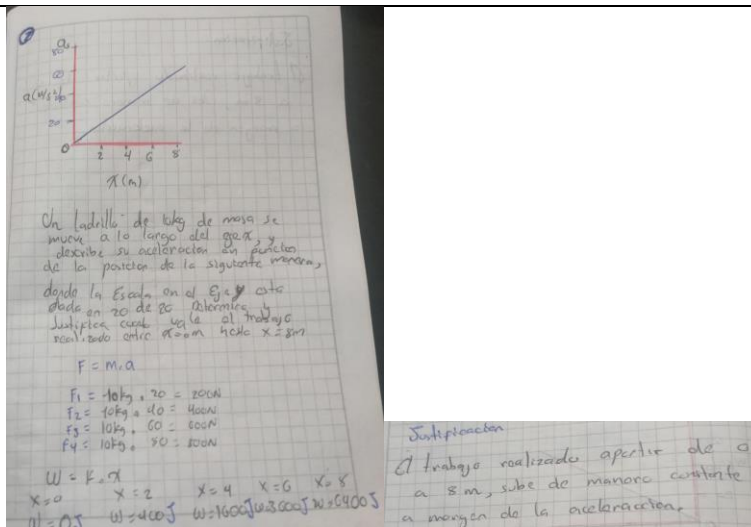
$12 a = 6 b x^{-6}$

$\frac{12 a}{6 b} = x^{-6}$

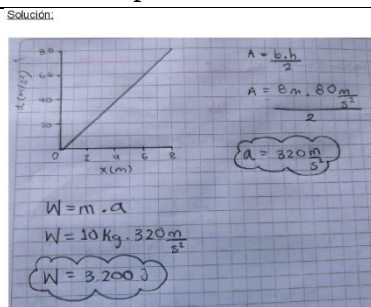
$x = \sqrt[6]{\frac{2a}{b}}$

Anexo 16 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas I, pregunta 2 - Situación 7. DP7

DP7 – Respuestas estudiante 1

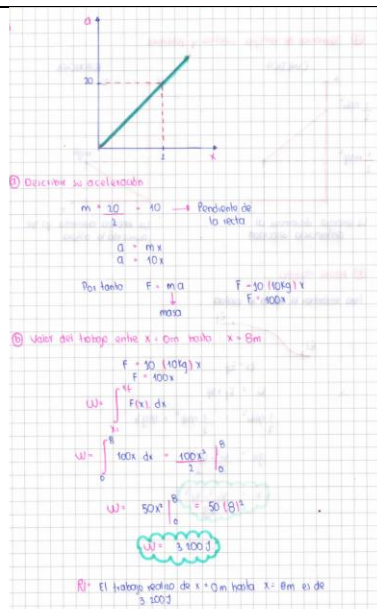


DP7 – Respuestas estudiante 2



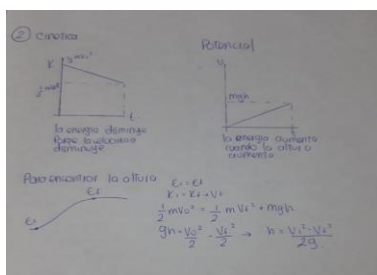
Respuesta: El trabajo realizado entre x=0 m hasta x=8m vale 3.200J

DP7 – Respuestas estudiante 3



Anexo 17 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas I, pregunta 3) - Situación 8. DP8

DP8 – Respuestas estudiante 1

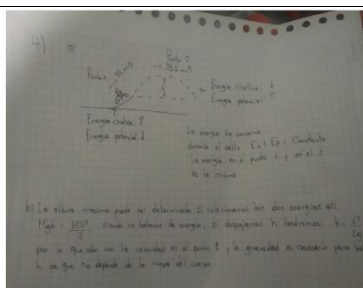


Después de ahí la energía cinética empieza a aumentar a razón de que la energía decrece linealmente y se transforma en cinética por conservación de energía

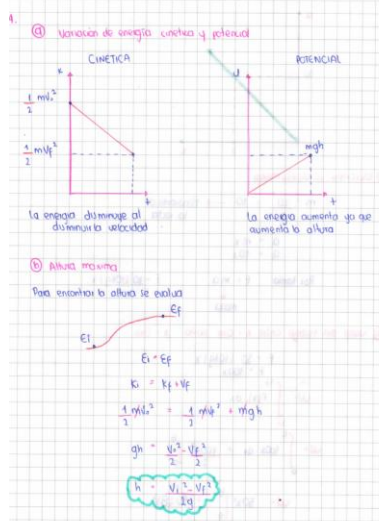
Al empezar su trayecto (Desde el exterior de la rampa) tiene un punto máximo en su velocidad y como tal en su energía cinética. En este punto la energía potencial es casi nula, pero a medida avanza en su trayecto hasta encontrarse al punto h donde es la altura máxima, la energía potencial del sistema llega a su máximo que es su caso contrario en este punto la energía cinética llega a su mínimo en la trayectoria, aunque no es cero.

El fin bueno, sabemos que la energía no se puede reducir ni aumentar, sólo se conserva. Entonces podemos utilizar una ecuación de conservación de energía que contenga la energía cinética y la potencial en un sistema cerrado como tal. Como observamos en la imagen, nos damos cuenta que tenemos una cierta energía cinética la cual se va convirtiendo medida que va pasando el trayecto se va convirtiendo en energía potencial, entonces podemos utilizar esa ecuación para poder transformar esa energía cinética en energía potencial (al pasar la energía de cinética a potencial sabemos que la energía potencial depende tanto de la gravedad como de la altura, entonces la gravedad al ser constante podemos despejar esa altura. Y ahí podemos obtenernos la altura máxima o del desplazamiento

DP8 – Respuestas estudiante 2



DP8 – Respuestas estudiante 3



Anexo 18 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas II, pregunta 1 - Situación 9. DP9

DP9 – Respuestas estudiante 1

• Datos: $v_0 = 0 \text{ m/s}$
 $m = 0.143 \text{ kg}$
 $h = 443 \text{ m}$
 $-o-$
 $E_p = m \cdot h \cdot g$
 $E_p = 0.143 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 443 \text{ m}$
 $\boxed{E_p = 620.825 \text{ J}}$
 $E_c = \frac{1}{2} m v^2$
 $E_c = \frac{1}{2} (0.143 \text{ kg}) (0)^2$
 $\boxed{E_c = 0}$

• Datos: $v = 42 \text{ m/s}$ $m = 0.143 \text{ kg}$
 $h = 0 \text{ m}$
 $-o-$
 $E_p = 0.143 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \cdot 0 \text{ m}$
 $\boxed{E_p = 0 \text{ J}}$
 $E_c = \frac{1}{2} (0.143 \text{ kg}) (42 \text{ m/s})^2$
 $\boxed{E_c = 126.126 \text{ J}}$

R/ La energía interna de la bola varía en base a la altura o a la velocidad con la que parte o acaba, ya que estos factores son determinantes en la variación de la energía potencial como la energía cinética.

R/ La energía interna de la bola varía en base a la altura y a la velocidad con la que parte o acaba, ya que estos factores son determinantes en la variación de la energía potencial como la energía cinética.

DP9 – Respuestas estudiante 2

Energía Potencial

Datos: $m = 0.143 \text{ kg}$
 $h = 443 \text{ m}$
 $v = 42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$E_p = m \cdot g \cdot h$
 $E_p = 0.143 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 443 \text{ m}$
 $E_p = 621.66 \text{ J}$
 $E_p = 0.6225 \text{ KJ}$

Energía cinética

Datos: $m = 0.143 \text{ kg}$
 $v = 42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$E_c = \frac{1}{2} m v^2$
 $E_c = \frac{1}{2} (0.143 \text{ kg}) (42 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$
 $\boxed{E_c = 126.126 \text{ J} \rightarrow 0.126 \text{ KJ}}$

R/ Hay una transformación de energía potencial a energía cinética, notando que esta aumenta 0.4925 KJ

DP9 – Respuestas estudiante 3

$m = 0.143 \text{ kg}$
 $h = 443 \text{ m}$
 $v = 42 \text{ m/s}$

$E_k = \frac{1}{2} m v^2$
 $E_v = m \cdot g \cdot h$
 $\Delta U = |E_k - E_v|$

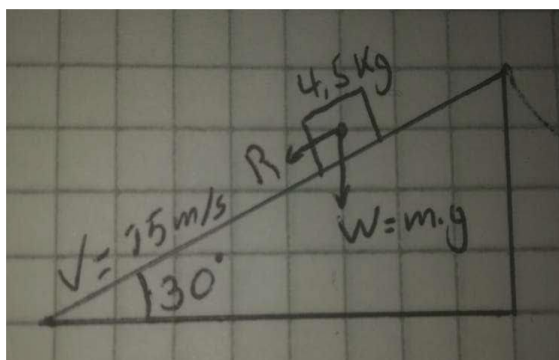
Valoración de la energía interna

$\Delta U = \left| \frac{1}{2} m v^2 - m \cdot g \cdot h \right|$
 $\Delta U = \left| \frac{1}{2} (0.143 \text{ kg}) (42 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - 0.143 \text{ kg} (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) 443 \text{ m} \right|$
 $\Delta U = |126.126 \text{ J} - 620.825 \text{ J}|$
 $\Delta U = 494.7 \text{ J}$

Explicación la variación de energía se da por el momento donde la pelota está quieta, al dejarla caer esta adquiere una velocidad en la que llega hasta antes de llegar al suelo, al llegar al suelo nuevamente entra quieto y su energía disminuye.

Anexo 19 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas II, pregunta 2 - Situación 10. DP10

DP10 – Respuestas estudiante 1



2) b) la conservación de energía en este caso si existe, porque el cuerpo llega con una cierta energía, pero se detiene lo que lleva a que la energía se disiparse a través de la gravedad y rozamiento.
La conservación de energía siempre existe... a través de la gravedad al convertirse en energía potencial, y también a través del rozamiento convirtiéndose en energía calórica

2) c

$$E_m = E_{kb} - E_{pb}$$

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 - mgh \quad h = 1.5 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ = 0.75 \text{ m}$$

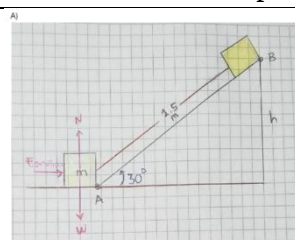
$$E_m = \frac{mv^2}{2} - mgh$$

$$E_m = \frac{4.5 \text{ kg} (15 \text{ m/s})^2}{2} - (4.5 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 0.75 \text{ m})$$

$$E_m = 506.35 \text{ J} - 11.86 \text{ J}$$

$$E_m = 518.21 \text{ J}$$

DP10 – Respuestas estudiante 2



B) Se puede determinar analíticamente que si hay conservación de la energía debido a que En física, el término conservación se refiere a algo que no cambia. Esto significa que la variable en una ecuación que representa una cantidad conservativa es constante en el tiempo. Tiene el mismo valor antes y después de un evento. En fin, la conservación de la energía es válida únicamente para sistemas cerrados como lo presenta el ejercicio anterior

$$E_m = E_{kb} - E_{pb}$$

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 - mgh \quad h = 1.5 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ = 0.75 \text{ m}$$

$$E_m = \frac{mv^2}{2} - mgh$$

$$E_m = \frac{4.5 \text{ kg} (15 \text{ m/s})^2}{2} - (4.5 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 0.75 \text{ m})$$

$$E_m = 506.35 \text{ J} - 11.86 \text{ J}$$

$$E_m = 518.21 \text{ J}$$

Respuesta/ La energía mecánica que pierde el objeto en el proceso de subir es de 518.21 J

D)

EN EL PUNTO A $\rightarrow E_p = mgh$
EN EL PUNTO B $\rightarrow E_c = mv^2/2$

$$(mv^2/2) = mgh$$

$$mv^2 = 2mgh \quad \text{--- se cancela la masa}$$

$$v^2 = 2gh$$

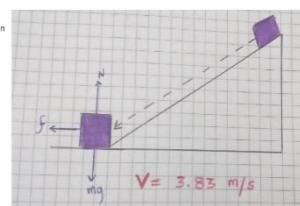
$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 0.75 \text{ m}}$$

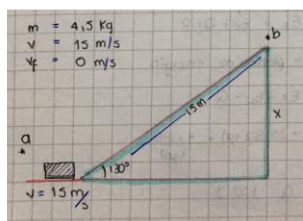
$$v = \sqrt{14.7 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$v = 3.83 \text{ m/s}$$

Respuesta/ La velocidad del objeto al llegar hasta el borde de la rampa es igual a 3.83 m/s



DP10 – Respuestas estudiante 3



3) a) $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$
 $1 = \frac{1}{2}$
La fuerza que actúa el trabajo es 150 J

3) b) Conservación de energía

$$E_a = E_b$$

$$\frac{1}{2}mv_a^2 = mgh_b$$

$$\frac{v_a^2}{2} = gh_b$$

$$\frac{15^2}{2} = 9.81(1.5)$$

3) c) No existe conservación porque $E_a \neq E_b$, existe conservación de energía cuando E_a y E_b son iguales.

$$P = \frac{1}{2}mv^2 - mgh = 100 \text{ J}$$

$$P = \frac{1}{2}(4.5)(15)^2 - (4.5)(9.81)(1.5) = 150$$

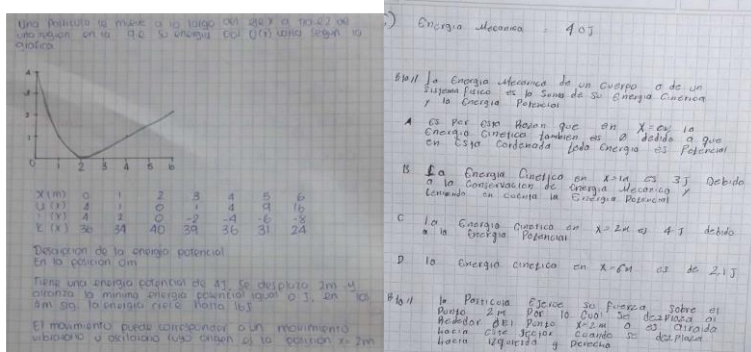
$$P = 306.35 - 150 = 150$$

$$P = 35.5 \text{ J} \rightarrow \text{Pérdida por fricción (trabajo)}$$

3) c) $E_a = E_b$
 $E_a = E_c + Q + P$
 $P = \text{pérdida de energía}$
 $P = E_a - E_c - Q$
 $Q = 35.5 \text{ J} \text{ (al } 1.5 \text{ m)}$
 $Q = 150 \text{ J}$

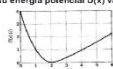
Anexo 20 Respuestas al instrumento Representaciones – Conservación de la energía para un sistema de partículas II, pregunta 3 - Situación 11. DP11

DP11 – Respuestas estudiante 1



DP11 – Respuestas estudiante 2

3. Una partícula se mueve a lo largo del eje x a través de una región en la que su energía potencial $U(x)$ varía según la gráfica:



- a. Describa con sus palabras una tabla para las variables U y x, de tal manera las posiciones $x=0$ m y $x=6$ m.
- De 0 a 2m la energía disminuye, de 2m en adelante aumenta, los cambios de energía son más pequeños en el segundo intervalo (0-2 m), mientras que en el primer intervalo son más pronunciados.
- b. A partir de la gráfica construya una tabla para las variables U y x, de tal manera que le permita construir una gráfica de fuerza vs posición. Describa el proceso que llevarías a cabo.

b. $F(x) = -\frac{\Delta U(x)}{\Delta x} = -\left[\frac{U_2 - U_1}{x_2 - x_1}\right]$

$\cdot 0 - 0,5 \text{ m} \rightarrow F = -\left[\frac{2 - 4}{0,5 \text{ m} - 0}\right] = 4 \text{ N}$

$\cdot 0,5 \text{ m} - 1 \text{ m} \rightarrow F = -\left[\frac{1 - 2}{1 \text{ m} - 0,5 \text{ m}}\right] = 2 \text{ N}$

$\cdot 1 \text{ m} - 2,5 \text{ m} \rightarrow F = 1,6 \text{ N}$

$\cdot 1,5 \text{ m} - 2 \text{ m} \rightarrow F = 0,8 \text{ N}$

$\cdot 2 \text{ m} - 2,5 \text{ m} \rightarrow F = -0,4 \text{ N}$

$\cdot 2,5 \text{ m} - 3 \text{ m} \rightarrow F = -0,4 \text{ N}$

$\cdot 3 \text{ m} - 3,5 \text{ m} \rightarrow F = -0,6 \text{ N}$

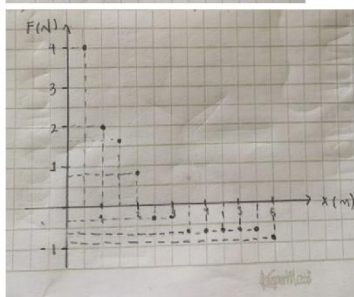
$\cdot 3,5 \text{ m} - 4 \text{ m} \rightarrow F = -0,6 \text{ N}$

$\cdot 4 \text{ m} - 4,5 \text{ m} \rightarrow F = -0,8 \text{ N}$

$\cdot 4,5 \text{ m} - 5 \text{ m} \rightarrow F = -0,6 \text{ N}$

$\cdot 5 \text{ m} - 5,5 \text{ m} \rightarrow F = -0,6 \text{ N}$

$\cdot 5,5 \text{ m} - 6 \text{ m} \rightarrow F = 0,8 \text{ N}$



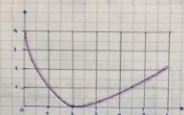
detallada de la energía cinética en las posiciones $x=0$ m, $x=1$ m, $x=2$ m y $x=6$ m, con esto estime como es el movimiento de la partícula.

EM=4J
EM=K+V

- En $x=0$, la energía cinética es cero, porque en ese punto toda la energía es potencial.
- En $x=1$ m, la energía cinética debe ser 3J, por la conservación de la energía mecánica parte de la energía potencial.
- En $x=2$ m, la energía potencial es cero, entonces la energía cinética debe ser 4J.
- En $x=6$ m, la energía cinética es aproximadamente 2,2 J.
- La partícula está confinada en una región alrededor del punto $x=2$ m, donde la fuerza es ejercida siempre en dirección de dicho punto, la cual hará que la partícula se mueva de izquierda a derecha alrededor del punto $x=2$ m.

DP11 – Respuestas estudiante 3

9) Una partícula se mueve a lo largo de un eje x a través de una región en la que su energía potencial $U(x)$ varía según la gráfica.



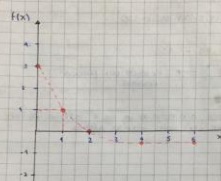
10) La energía potencial va disminuyendo de manera continua desde $x = 0$ hasta $x = 1$. Después va en aumento casi rectilíneo desde $x = 1$ hasta $x = 6$.

x	$U(x)$	$F(x)$
0	4	5
1	1	1
2	0	0
3	1	-0.5
6	-1.2	-0.5

$$F(x) = -\frac{dU}{dx}$$

= Pendiente de cada tramo

Gráfico de $F(x)$ vs x



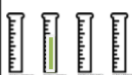
x	$U(x)$	E_k	E_t
0	4	0	4
1	1	3	4
2	0	4	4
6	-1.2	2	4

E_t : Energía total
 E_k : Energía cinética

Si se conoce la energía total y la energía potencial, entonces se puede conocer la energía cinética $E_k = E_t - U(x)$. Siempre y cuando se trate de un proceso conservativo.

Anexo 21 Respuestas al instrumento Valoración, pregunta 1 - Situación 1. RP1

REP1 – Respuestas estudiante 1

Total de la altura		Análisis: E _{pot} , la energía potencial depende de la aceleración gravitacional y la elevación del centro de gravedad.
A mitad del camino		Análisis: E _c = $V^2/2$ esta energía que tiene el sistema como resultado de su elevación de un campo gravitacional, es decir la energía potencial se transforma en energía cinética
A un cuarto de la altura antes de llegar al agua		Análisis: E _c = $V^2/2$ antes de llegar al mar la persona alcanza su velocidad máxima es decir mayor cantidad de energía cinética.

REP1– Respuestas estudiante 2

¿Cómo tiene la ubicación de la energía?

Total de la altura		Como nos encontramos en una altura máxima la velocidad es cero
A mitad de camino		A un medio de altura la velocidad es un medio 1/2 de la velocidad final
A un cuarto de la altura antes de llegar al agua		A 1/4 de altura la energía cinética es cero cuando la EPG disminuye. En otras energías disminuyen a la vez pero en un momento

EPG = Energía potencial gravitacional
EC = Energía cinética
EM = Energía mecánica
OTRA = Otras energías

REP1 – Respuestas estudiante 3

Botado por: Tania Gisela Hernández, Benavides Hernández

Las siguientes son situaciones en las que se observan la energía según sea el comportamiento de las partículas o cuerpos en determinados puntos del sistema.

Las siguientes pueden ser de tipo gráfico, escrito, algebraico, etc.

1. Como se observará en el punto de partida de la altura la energía es cero y al caer el agua se transforma en energía cinética. En este punto se observa la energía cinética y la energía potencial.

Como se observará la altura, caerá se observará la energía cinética, potencial gravitacional, mecánica, otras energías, para observar la velocidad de caída.

Tomando en consideración algunas propiedades de altura, energía y la energía, puede observar que la energía se transforma en energía cinética y potencial.

Total de la altura		La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial.
A mitad del camino		La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial.
A un cuarto de la altura antes de llegar al agua		La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial.

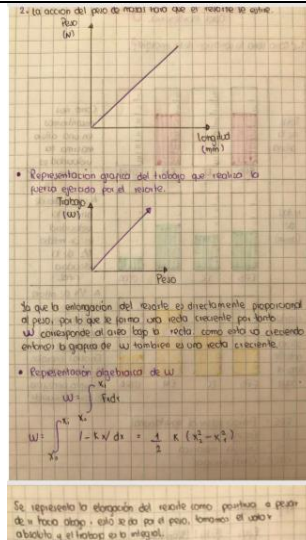
Análisis: La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial.

Anexo 22 Respuestas al instrumento Valoración, pregunta 2 - Situación 2. RP2

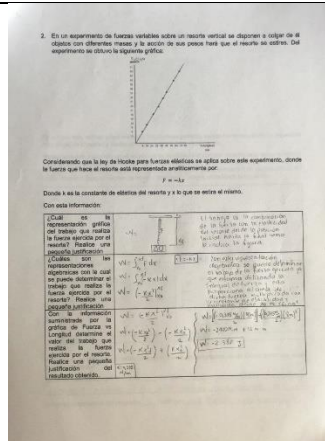
REP2 – Respuestas estudiante 1

¿Cuál es la representación gráfica del trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte? Realice una pequeña justificación.	 Si jalamos el resorte para la derecha encontraremos una fuerza que va en contra es decir va a la izquierda como lo muestra el grafico entre mas se estire el resorte esta fuerza se incrementa, y si empujamos el resorte la fuerza será al contrario
¿Cuáles son las representaciones algebraicas con la cual se puede determinar el trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte? Realice una pequeña justificación.	$W = \frac{1}{2} kx_f^2 - \frac{1}{2} kx_i^2$ La anterior formula ayuda a determinar el trabajo que realiza el resorte es decir esta ecuación representa si jalamos el resorte a la derecha y si empujamos el resorte la ecuación se invierte en la distancia inicial y la distancia final. $W = \frac{1}{2} kx_i^2 - \frac{1}{2} kx_f^2$
Con la información suministrada por la gráfica de Fuerza vs Longitud determine el valor del trabajo que realiza la fuerza ejercida por el resorte. Realice una pequeña justificación de 1 resultado obtenido.	Primero encontramos el valor de la constante con la formula de elasticidad de un resorte tomando como peso de 48N y distancia de 0.072m, una vez encontrado la elasticidad utilizamos la formula de Longitud determine el trabajo, teniendo en cuenta las unidades y el resultado obtenido es de 1,72J

REP2– Respuestas estudiante 2



REP2 – Respuestas estudiante 3



Anexo 23 Respuestas al instrumento Valoración, pregunta 3 - Situación 3. RP3

REP3 – Respuestas estudiante 1

Al observar las gráficas encuentra errores en tres de los programas, usted decide poner una queja ante las empresas:

Empresa responsable del programa 1: dado que la grafica siempre esta creciendo es decir va aumentando y se esta haciendo un movimiento parabolico por lo cual la velocidad aumenta en dirección positiva y aumenta en dirección negativa.

Empresa responsable del programa 3: dado que debido a que la energía cinética en el punto mas alto se transforma en energía potencial y después retorna a convertirse en energía cinética.

Empresa responsable del programa 4: dado que la grafica indica que la energía en toda la trayectoria de la sandia es la misma y esto es falso ya que la energía se transforma y puede aumentar y disminuir.

REP3– Respuestas estudiante 2

3.

- La empresa responsable del programa ①, dado que: la recta no puede crecer si la velocidad disminuye en el trayecto de 30-0.
- La empresa responsable del programa ③, dado que: al hablar de un proyectil el crecimiento no debiera ser lineal, además, no debiera crecer si la velocidad disminuye.
- Empresa responsable del programa ④ dado que: la energía cinética de un proyectil no es constante después de ser lanzado.

REP3 – Respuestas estudiante 3

3. Usted se encuentra en un concurso en el que se pretende conseguir una caligrama con la cual se debe formar una sandia al irse todo de un terreno y debe caer a un terreno situado al otro lado de una zona.

En el caso más extremo, usted realiza el lanzamiento perfecto, dando lugar a una trayectoria de la sandia en esta situación la media y decide analizar el movimiento de la sandia.

Presentada esta situación, usted se encuentra evaluando el comportamiento de la energía cinética de la sandia y considerando que este fenómeno está directamente relacionado con el cuadrado de la velocidad decaer hacia el de la empresa para poder que asegure que se medio punto de todos ellos solo logre valores de masa y velocidad a tiempo, considerando lo siguiente:

Programa 1	Programa 2	Programa 3	Programa 4

Al observar las gráficas encuentra errores en tres de los programas, usted decide poner una queja ante las empresas:

Empresa responsable del programa 1: dado que la energía cinética no puede aumentar de manera lineal ya que depende de la velocidad y esta no es constante.

Empresa responsable del programa 3: dado que la energía cinética no puede ser constante.

En el punto donde la sandia cae a 0, se va a perder y se destruye.

Empresa responsable del programa 4: dado que la energía cinética no puede ser constante en tiempos los cambios de velocidad.

Anexo 24 Respuestas al instrumento Valoración, pregunta 4 - Situación 4. RP4

REP4 – Respuestas estudiante 1

El bloque tiene una velocidad inicial de 1,5 m/s y choca contra el resorte comprimiéndolo 25 cm.

- a) A partir de un diagrama o dibujo podría representar la variación de energía cinética y potencial antes de tocar el resorte.



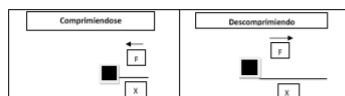
- b) ¿Cuál es la velocidad con la que choca contra el resorte?

R/ la velocidad con la cual choca contra el resorte es de 10,89 m/s

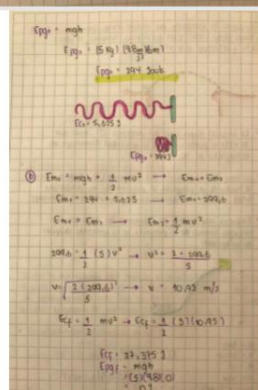
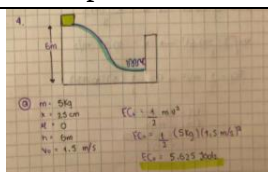
- c) ¿Cuál es el valor de la constante de elasticidad del resorte?

R/ 46,71

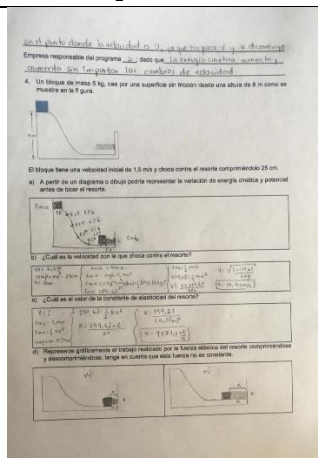
- d) Represente gráficamente el trabajo realizado por la fuerza elástica del resorte comprimiéndose y descomprimiéndose, tenga en cuenta que esta fuerza no es constante.



REP4– Respuestas estudiante 2



REP4 – Respuestas estudiante 3



Anexo 25 Resultados generales del Momento de Desubicación

			Estudiante 1			Estudiante 2			Estudiante 3		
Pregunta	Registros	Congruencia	C	T	Respuestas	C	T	Respuestas	C	T	Respuestas
DP1	V-F	No	Completo	No aplica	Correcta	Completo	No aplica	Correcta	No hay	No aplica	No hay
	F-A	No	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
	A-G	Si	No hay	No aplica	No hay	No hay	No aplica	No hay	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
DP2	G-A	Si	Completo	Completo	Correcta	Completo	Completo	Correcta	Completo	Completo	Correcta
	G-A	Si	Completo	Completo	Correcta	Completo	Completo	Correcta	Completo	Completo	Correcta
	G-A	Si	Completo	Completo	Correcta	Completo	Completo	Correcta	Completo	Completo	Correcta
	A-A	No aplica	No aplica	Completo	Correcta	No aplica	Completo	Correcta	No aplica	Completo	Correcta
DP3	TB-G	Si	Completo	Completo	Correcta	Completo	Completo	Correcta	Completo	Completo	Correcta
	G-A	Si	Completo	Completo	Incompleta	Completo	Completo	Aproximada	Completo	Completo	Correcta
	A-A	No aplica	No aplica	Completo	Incompleta	No aplica	Completo	Incorrecta	No aplica	Completo	Correcta
DP4	A-A	No aplica	No aplica	Incompleto	Incorrecta	No aplica	Incompleto	Incorrecta	No aplica	Completo	Correcta
	A-G-GM	Si	Completo	Completo	Incorrecta	Completo	Completo	Incorrecta	Completo	Completo	Correcta
	G-GM-V	Si	Completo	Completo	Incorrecta	Completo	Completo	Incorrecta	Completo	Completo	Correcta
DP5	V-F	No	Incompleto	No aplica	Incompleta	Completa	No aplica	Aproximada	Completa	No aplica	Aproximada
	F-V-A	Si	Incompleto	Incompleto	Incorrecta	Completo	Completo	Aproximada	Completo	Aproximada	Aproximada
	F-A	No	Incompleto	Incompleto	Incorrecta	Incompleto	Incompleto	No hay	Incompleto	Incompleto	Incompleto
	F-A	No	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay	Incorrecto	Incorrecto	Incorrecto
DP6	A-G	No	No hay	No hay	No hay	Completa	Incompleto	Incorrecta	Completa	Incompleto	Aproximada
DP7	G-A o G-GM	Si	Completo	Completo	Correcta	Completa	Completo	Aproximada	Completa	Completo	Correcta
DP8	F-G	Si	Completo	Completo	Correcta	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta
	G-V	Si	Completo	Completo	Correcta	Incompleta	Incompleta	Incorrecta	Completa	Completa	Correcta
DP9	V-A	Si	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Incompleto	Incompleto	Incompleta
DP10	V-F	No	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta
	F-A	Si	No hay	No hay	Incompleta	No hay	No hay	Aproximada	Completa	Completa	Correcta
	V-F-A	Si	Incompleto	Incompleto	Incorrecta	Incompleto	Incompleto	Incorrecta	Incompleto	Incompleto	Incorrecta
DP11	G-V	Si	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta
	G-TB-G	Si	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta
	G-A	Si	Completo	Completo	Incompleta	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta

Nota: Elaboración propia.

Anexo 26 Resultados generales del momento de Reenfoque

			Estudiante 1			Estudiante 2			Estudiante 3		
Pregunt a	Registros	Congruencia	C	T	Respuestas	C	T	Respuestas	C	T	Respuestas
RP1	V-F y F-V	Si	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta
RP2	G-F	Si	Incompleto	Incompleto	Incompleta	Completa	Completa	Incompleta	Completa	Completa	Incompleta
	G-A	No	Completo	Completo	Incompleta	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta
	A-AyN	No aplica	No aplica	Incompleto	Incorrecta	No hay	No hay	No hay	No aplica	Completa	Incorrecta
RP3	F-G y G-V	Si	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta	Completa	Completa	Correcta
RP4	F-F	No aplica	No aplica	Incompleto	Incompleta	No aplica	Completo	Correcto	No aplica	Completo	Correcto
	F-A	Si	Incompleto	Incompleto	Correcta	Completo	Completo	Correcto	Completo	Completo	Correcto
	F-A	Si	Incompleto	Incompleto	Incorrecta	Completo	Completo	Correcto	Completo	Completo	Correcto
	A-G	No	Incompleto	Incompleto	Incompleta	No hay	No hay	No hay	Incompleto	Incompleto	Incompleta

Nota: Elaboración propia.